



**Universidad Michoacana de  
San Nicolás de Hidalgo**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**“Utilización de la Herramienta Civil Design para el Análisis  
del Proyecto Geométrico del Camino Quiroga-Icuacuato del  
Cadenamiento 0+000 al 3+000”**

**Tesina**

Que para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Presenta

P.I.C. Hugo Enrique Guzmán Bejarano

Asesor

Ing. David Adame Ordaz

Morelia Michoacán, Septiembre de 2007.



## **ÍNDICE.**

<b>INTRODUCCIÓN.</b>	4
• Generalidades del proyecto.	4
• Clasificación de los caminos.	5
• Ubicación y características del proyecto geométrico.	6
• Terminología básica.	7
<b>CAPÍTULO 1. TOPOGRAFÍA.</b>	10
1.1 Datos generales de Quiroga.	10
1.2 Vista topográfica en 3D.	13
<b>CAPÍTULO 2. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.</b>	15
2.1 Normas generales para el alineamiento horizontal.	15
2.2 Curvas circulares simples.	17
2.3 Curvas compuestas.	18
2.4 Curvas inversas.	19
2.5 Resumen de elementos horizontales.	20
2.6 Planta del alineamiento horizontal.	20
<b>CAPÍTULO 3. ALINEAMIENTO VERTICAL.</b>	22
3.1 Proyecto de sub-rasante.	22
3.2 Tangentes verticales.	24
3.3 Curvas verticales.	24
3.4 Elementos de una curva vertical en cresta.	26
3.5 Normas generales para el alineamiento vertical.	27
3.6 Resumen de elementos verticales.	30
3.7 Correspondencia del alineamiento horizontal, vertical y normas.	31
3.8 Reporte gráfico del alineamiento vertical.	31
<b>CAPÍTULO 4. SECCIÓN TRANSVERSAL.</b>	33
4.1 Elementos de la sección transversal.	33
4.2 Características geométricas con relación a la sección transversal.	38
4.3 Secciones de construcción.	38
<b>CAPÍTULO 5. ORDENADA DE CURVA MASA.</b>	79
5.1 Cálculo de la Ordenada de Curva Masa.	80
5.2 Dibujo de la Ordenada de curva Masa.	87
<b>CONCLUSIONES.</b>	88
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	94



## **INTRODUCCIÓN.**

### **Aspectos generales de Civil Design.**

El Civil Design es una aplicación basada en el AutoCAD® que incluye herramientas eficaces e intuitivas con las que se puede crear y etiquetar puntos de cota, definir y editar alineaciones de carreteras y terrenos, automatizar procesos de delineación, crear modelos digitales de terreno y calcular volúmenes y curvas de nivel. Proporciona funciones específicas de ingeniería del terreno, tales como DTM (*Digital Terrain Models*, Modelos Digitales del Terreno) y anotación de pendientes automatizada. La base del programa es una estructura de datos centralizada que potencia la eficacia sea cual sea el tipo o el tamaño del proyecto.

### **Generalidades del proyecto.**

Basados en el programa Civil Design, se realizará el proyecto geométrico del camino Quiroga-Icuacato del tramo 0+000 al 3+000, para realizar una comparativa en cuanto a los datos obtenidos con el método tradicional.

El aislamiento y el difícil acceso en el que se encuentran muchas comunidades de nuestro país, las ha privado de ser beneficiadas y apoyadas en muchos aspectos, manteniéndolas en un nivel de marginación preocupante.

La falta de caminos que cuenten con las características principales de seguridad y comodidad ocasiona que estas comunidades se encuentren alejadas de los servicios básicos de atención médica y de educación, del acercamiento con otras ciudades con la finalidad de intercambiar sus productos y servicios, además de una serie de beneficios que darían a estas comunidades un mejor nivel de vida.

Es por lo anterior que los caminos tienen una importancia vital en el desarrollo económico de cualquier país.

Se entiende por camino a la adaptación o formación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente que permitan el rodamiento adecuado de los vehículos que deban transitar sobre él. Para conseguir el acondicionamiento de esta faja, dadas las irregularidades que presenta la superficie terrestre, es necesario modificar la topografía en la superficie que ocupa la faja por medio de excavaciones y rellenos principalmente.

Los caminos constan de una faja central llamada calzada, que es por donde transitan los vehículos y de dos fajas laterales más estrechas denominadas acotamientos, destinado al tránsito de peatones o bestias de carga; el conjunto de estas fajas reciben el nombre de corona. En la actualidad existen dos formas para la construcción de la corona, una que es a base de pavimentos rígidos y otra a base de pavimentos flexibles.



### **Clasificación de los caminos.**

1. En cuanto a su finalidad y a la zona en que se ubicarán, los caminos se clasifican:

- Caminos de función social, cuyo objetivo es la incorporación de los núcleos de población marginados al desarrollo socioeconómico del país.
- Caminos de penetración económica, que se construyen en zonas con una riqueza potencial susceptibles de ser explotadas económicamente.
- Caminos en zonas en pleno desarrollo, que tienen como finalidad propiciar el desarrollo de zonas que por su ubicación y condiciones particulares son aptas para la construcción de grandes centros industriales.

2. Desde el punto de vista administrativo, los caminos se clasifican:

- Caminos federales, cuyo costo de construcción y conservación está a cargo de la federación. Son los caminos principales y constituyen la base de la red de caminos del país.
- Caminos estatales, comprendidos en el plan llamado de cooperación, costeados 50% por la federación y 50% por el gobierno del estado correspondiente. La conservación de estos caminos queda a cargo del gobierno del estado.
- Caminos vecinales, construidos en forma tripartita, por la federación, el gobierno del estado y los particulares, la conservación queda a cargo del gobierno del estado.
- Caminos de cuota de ingresos y servicios conexos, a cargo de Caminos y Puentes Federales, la inversión es recuperable a través de cuotas de los usuarios.

3. Por la transitabilidad que corresponde a las etapas de construcción de caminos, se clasifican:

- Terracerías, cuando se ha construido la sección de proyecto hasta su nivel de sub-rasante transitable en tiempo de secas.
- Revestida, cuando sobre la sub-rasante se ha colocado una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.



- Pavimentada, cuando sobre la sub-rasante se ha construido, ya totalmente, el pavimento.

4. Según la intensidad de tránsito:

- Tipo especial, para un tránsito diario promedio anual superior a 3,000 vehículos (tipo A-2 de 3,000 a 5,000 vehículos y tipo A-4 para 5,000 a 20,000 vehículos), y equivalente a un tránsito horario máximo anual mayor de 360 vehículos.
- Tipo B, para un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos.
- Tipo C, para un tránsito diario promedio anual de 500 a 1,500 vehículos, equivalente a un tránsito horario anual de 60 a 180 vehículos.
- Tipo D, para un tránsito diario promedio anual de 100 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito máximo anual de 12 a 120 vehículos.
- Tipo E, para un tránsito diario promedio anual hasta de 100 vehículos, con ancho de corona y calzada de 4.00 m.

**Ubicación y características del proyecto geométrico a comparar.  
Objeto de esta tesina.**

En cuanto a su finalidad y zona en la que se ubica, está dentro de los caminos de penetración económica ya que en esta región existen diferentes productos de exportación a zonas urbanas.

Desde el punto de vista administrativo el proyecto y la elaboración de este camino será costado en un 50% por la Federación y el otro 50% por el Gobierno del Estado. La conservación del mismo estará a cargo del Gobierno del Estado a través de la Junta de Caminos.

Por transitabilidad que corresponde a las etapas de construcción, el camino es de tipo pavimentado, el cual será de pavimento flexible. Para esta etapa el proyecto comprenderá únicamente hasta el nivel de la sub-rasante, lo que corresponde únicamente hasta el nivel de terracerías.

Según la intensidad de tránsito corresponde al tipo D, para un tránsito diario promedio anual (TDPA) de 100 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 12 a 120 vehículos.



La pendiente gobernadora a usarse es de 8% y la pendiente máxima de 12%, por tratarse de un camino tipo “D” en zona montañosa.

El ancho de corona y de calzada es de 6m, tomando un derecho de vía de 30m.

La velocidad de proyecto es de 40 km/h.

### **Terminología básica.**

**Acotamientos.**

Son las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino, protegen la calzada contra la humedad y la erosión, mejoran la visibilidad en los tramos de curvas, facilitan el trabajo de conservación del camino y mejoran la apariencia del mismo.

**Ancho.**

Es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la sub-corona con los taludes del terraplén, cuneta o corte.

**Ampliación en curva.**

Incremento al ancho de la corona y calzada en el lado interior de las curvas del alineamiento horizontal.

**Bombeo.**

Es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre el camino; el bombeo depende de la precipitación pluvial y de la clase de superficie del camino, ya que una superficie dura y tersa requiere menos bombeo que una rugosa y falta de compactación.

**Bordillo.**

Elemento que se construye sobre los acotamientos, junto a los hombros de los terraplenes para evitar que el agua erosione el talud.

**Calzada.**

Es la parte de la corona destinada al tránsito vehicular y constituida por uno o más carriles.

**Carril.**

Es la faja de ancho suficiente para la circulación de una hilera de vehículos.

**Corona.**

Es la superficie de camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino.



**Cuneta.**

Es una zanja, generalmente de sección triangular, con talud 3:1, que se construye en los tramos en corte a uno o ambos lados de la corona, con el objeto de recibir el agua que se escurre por la corona y los taludes del corte.

**Contra cuneta.**

Es una zanja de sección trapezoidal que se excava arriba de la línea de ceros de un corte y en dirección normal a la pendiente máxima del terreno, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural y evitar deslaves en los cortes.

**Derecho de vía.**

Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares.

**Hombro.**

En sección transversal, punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén y la corona o por ésta y el talud interior de la cuneta.

**Lavadero.**

Obra complementaria de drenaje, que se construye para desalojar las aguas de la superficie de la carretera y evitar la erosión.

**Rasante.**

Proyección del desarrollo del eje de la corona de una carretera sobre un plano vertical.

**Sobre-elevación.**

Pendiente transversal descendente que se da a la corona hacia el centro de las curvas del alineamiento horizontal para contrarrestar, parcialmente, el efecto de la fuerza centrífuga.

**Sub-corona.**

Es la superficie que limita las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento.

**Sub-rasante.**

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la sub-corona.

**Talud.**

Es la superficie comprendida, en cortes entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en terraplenes, entre la línea de ceros y el hombro correspondiente. Los taludes en cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forma.



Pendiente gobernadora.

Es la pendiente del eje del camino que se puede mantener indefinidamente y que sirve de base para fijar las longitudes máximas que se debe dar a pendientes mayores que ella.

Pendiente máxima.

Es la mayor pendiente del eje de un camino que se podrá usar en una longitud determinada.

Velocidad de punto.

Es la velocidad de un vehículo a su paso por un punto del camino, los valores usuales para estimarla son: el promedio de las velocidades en un punto de todos los vehículos o de una clase dada de ellos.

Velocidad de proyecto.

Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo de carretera y que se utiliza para su diseño geométrico.



## **CAPÍTULO 1. TOPOGRAFÍA.**

### **1.1 Datos generales de Quiroga.**

Se localiza al Norte del Estado de Michoacán, en las coordenadas 19° 40´ de Latitud Norte y 101° 32´ de Longitud Oeste, a una altura de 2,080 msnm, limita municipalmente al Norte con Coeneo, al Este con Morelia, al Sur con Tzintzuntzan y al Oeste con Erongaricuaru. Su distancia a la capital del estado, Morelia, es de 45 km.



Su superficie es de 211.52 km<sup>2</sup> y representa el 0.35% del territorio total del estado.

#### **Orografía.**

Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal, la sierra Tigre y los cerros Tzirate, Azul, Hueco y Guayabo.

#### **Hidrografía.**

Su hidrografía se constituye por el lago de Pátzcuaro y arroyos intermitentes.

#### **Clima.**

Su clima es templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación anual de 788.6 mm<sup>3</sup> y temperatura entre 4.9° y 25.6° C.



#### Principales ecosistemas.

En el municipio dominan los bosques como el mixto, con pino, encino y cedro, y el de coníferas con pino, oyamel y junípero. Su fauna se conforma por mapache, comadreja, ardilla, coyote, paloma torcaz y peces blanco, carpa y charal.

#### Recursos naturales.

La superficie forestal maderable es ocupada por encino y pino, la no maderable por distintas especies.

#### Características y uso de suelo.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, cuaternario, terciario y mioceno. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción ganadero y agrícola.

#### Perfil sociodemográfico.

Según en censo de población y vivienda de 2000 la población es de 28,000 hab., de los cuales 16,000 son hombres y 12,000 mujeres. Población económicamente activa 11,000 hab. y económicamente inactiva 3,000 hab. (14,000 menores de 18 años)

#### Religión.

La religión predominante en el municipio es la católica, seguida por la evangelista.

#### Educación.

El municipio cuenta con planteles de enseñanza inicial como son preescolar bilingüe, primaria, secundaria y tele secundaria además cuenta con el Instituto de Capacitación para los Trabajadores de Michoacán (ICATMI), escuelas de educación especial e institutos de contabilidad privados.

#### Salud.

La demanda de servicios médicos de la población del municipio es atendida por organismos oficiales y privados en los medios rural y urbano como son clínicas del IMSS, ISSSTE y Centros de Salud de la Secretaría de Salud, además de consultorios particulares.

#### Abasto.

El municipio cuenta con centros de abasto donde la población adquiere los artículos de primera y segunda necesidad.

#### Deporte.

El municipio cuenta con unidad deportiva en la cabecera municipal y con canchas de fútbol y básquetbol en todas sus comunidades.

#### Vivienda.

El municipio cuenta aproximadamente con 5,000 viviendas edificadas (adobe 54%, tabique 40% y de madera 6%) según el INEGI Censo del 2000.



Servicios públicos. (% con acceso a estos servicios del total de la población)

Agua potable 80%

Drenaje 40%

Pavimentación 40%

Alumbrado público 90%

Electrificación residencial 90%

Recolección de basura 10%

Mercado 100%

Rastro 100%

Panteón 100%

Cloración del agua 50%

Seguridad pública 50%

Parques y jardines 100%

Edificios públicos 40%

Vías de comunicación.

El municipio está comunicado por la carretera federal No. 15 México-Morelia-Guadalajara, servicios de teléfono, oficina de telégrafos, correo, autobuses foráneos y servicio urbano local.

Monumentos históricos.

El municipio cuenta con varios monumentos arquitectónicos como son la parroquia de San Diego de Alcalá, construida en el siglo XVII, de estilo barroco y que en sus muros laterales cuenta con incrustaciones de porcelana. El templo de la inmaculada concepción, la capilla de San Miguel, la capilla de San Vicente de Papua, y en Santa fe de la laguna el antiguo hospital de nuestra señora del rosario y las capillas de San Juan y del sagrado corazón de Jesús.

Fiestas, danzas y tradiciones.

Febrero, día de la candelaria y carnaval.

Marzo-Abril, semana santa.

Septiembre, fiesta en honor de Don Vasco de Quiroga, día de San Miguel.

Noviembre, 12 al 14, fiesta patronal.

Artesanías.

Trabajos en madera, alfarería, objetos de fibras vegetales y textiles principalmente en Santa Fe de la Laguna.

Gastronomía.

La comida típica del municipio son las carnitas, el pavo en barbacoa, cabeza de res y charales, la comida regional es a base de maíz, como las corundas.

Centros turísticos.

Atractivos naturales como el lago de Pátzcuaro y una feria constante de artesanías.



## **1.2 Vista topográfica en 3D.**

Se presenta la topografía obtenida con Civil Design del terreno natural en vista 3D.





## **CAPÍTULO 2. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.**

El alineamiento horizontal es la proyección sobre el plano horizontal de la sub-corona de un camino, los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las tangentes de transición.

Para trazar el alineamiento horizontal de cualquier camino es muy importante el auxiliarse de una carta topográfica para hacer el trazo con mayor facilidad en campo.

Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut. La longitud mínima entre dos curvas circulares inversas con transición mixta deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de dichas transiciones. Entre dos curvas circulares inversas con espirales de transición, podrá ser igual a cero. Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.

Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado. La longitud máxima de tangentes no tiene límite especificado, sin embargo hay que tomar las recomendaciones de las normas generales.

Las curvas circulares del alineamiento horizontal están definidas por su grado de curvatura y por su longitud.

### **2.1 Normas generales para el alineamiento horizontal.**

Las normas generales que están reconocidas en la práctica y que son importantes para lograr una circulación cómoda y segura son las siguientes.

1. La seguridad del tránsito que debe ofrecer el proyecto es la condición que debe de tener preferencia.
2. La topografía condiciona muy especialmente los radios de curvatura y la velocidad de proyecto.
3. La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos, porque con frecuencia la visibilidad requiere de radios mayores que la velocidad.
4. El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible sin dejar de ser conciente de la topografía. Una línea que se adapte al terreno natural es preferible que otra con tangentes largas pero con repetidos cortes y terraplenes.



5. Para una velocidad de proyecto dada debe evitarse, dentro de lo razonable, el uso de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe saber en general cuando usar curvas suaves dejando las curvaturas máximas para condiciones más críticas.
6. Debe procurarse que el alineamiento sea lo más uniforme posible, que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo, es decir, evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repetitivamente de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas.
7. En terraplenes altos y largos sólo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, pues es muy difícil para un conductor percibir alguna curvatura forzada y ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.
8. Debe evitarse el uso de curvas inversas que presenten cambios de dirección rápidos, pues dichos cambios hacen difícil al conductor el mantenerse dentro de su carril, resultando peligrosa la maniobra. Las curvas inversas deben proyectarse con un tangente intermedia, la cual permite que el cambio de dirección sea suave y seguro.
9. En cambios abiertos debe evitarse el uso de curvas compuestas, sobre todo donde sea necesario proyectar curvas forzadas. Se debe entender por curvas compuestas cuando dos curvas circulares se unen en un punto de tangencia, en el que ambas están al mismo lado de la tangente común; si las dos curvas son del mismo sentido, pero de diferente radio, se le denomina curva compuesta directa; si son de sentido contrario, compuesta inversa. Siempre tiene un punto de tangencia llamado punto de curvatura compuesta (PCC). Las curvas compuestas se pueden emplear siempre y cuando la relación entre el radio mayor y el menor sea igual o menor de 1.5. Con el fin de resolver en forma adecuada la transición de sobre-elevación, donde ésta se debe desarrollar uniformemente sobre una longitud adecuada para las velocidades de circulación con el fin de satisfacer los requisitos de comodidad y seguridad, ya que al pasar de una sección en tangente a otra curva, se requiere cambiar de pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobre-elevación correspondiente a la curva.
10. Un alineamiento con curvas sucesivas en la misma dirección debe evitarse cuando existan tangentes cortas entre ellas, pero puede proporcionarse cuando las tangentes sean mayores a 500m.



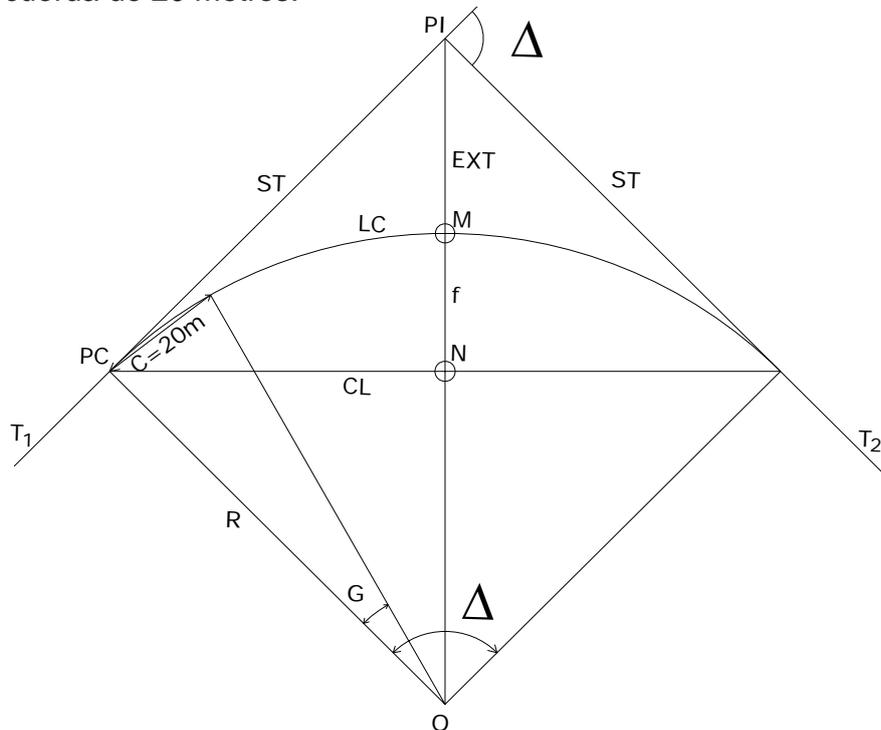
11. Es conveniente limitar el empleo de tangentes muy largas, pues la atención del conductor se concentra durante largo tiempo en puntos fijos, lo que motiva la somnolencia, especialmente durante la noche, por lo que es preferible proyectar un alineamiento ondulado con curvas muy amplias.

## 2.2 Curvas circulares simples.

Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, se denomina curva simple. En el sentido del cadenamamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

La curva simple tiene como elementos característicos los que se muestran a continuación.

Grado de curvatura. Es el ángulo según el cual se observa desde el centro de la curva, una cuerda de 20 metros.



Curva Circular Simple.

T<sub>1</sub>, tangente de entrada.  
 T<sub>2</sub>, tangente de salida.  
 PI, punto de inflexión.  
 Δ, deflexión.  
 PC, principio de la curva.  
 PT, principio de tangente.  
 LC, longitud de la curva.

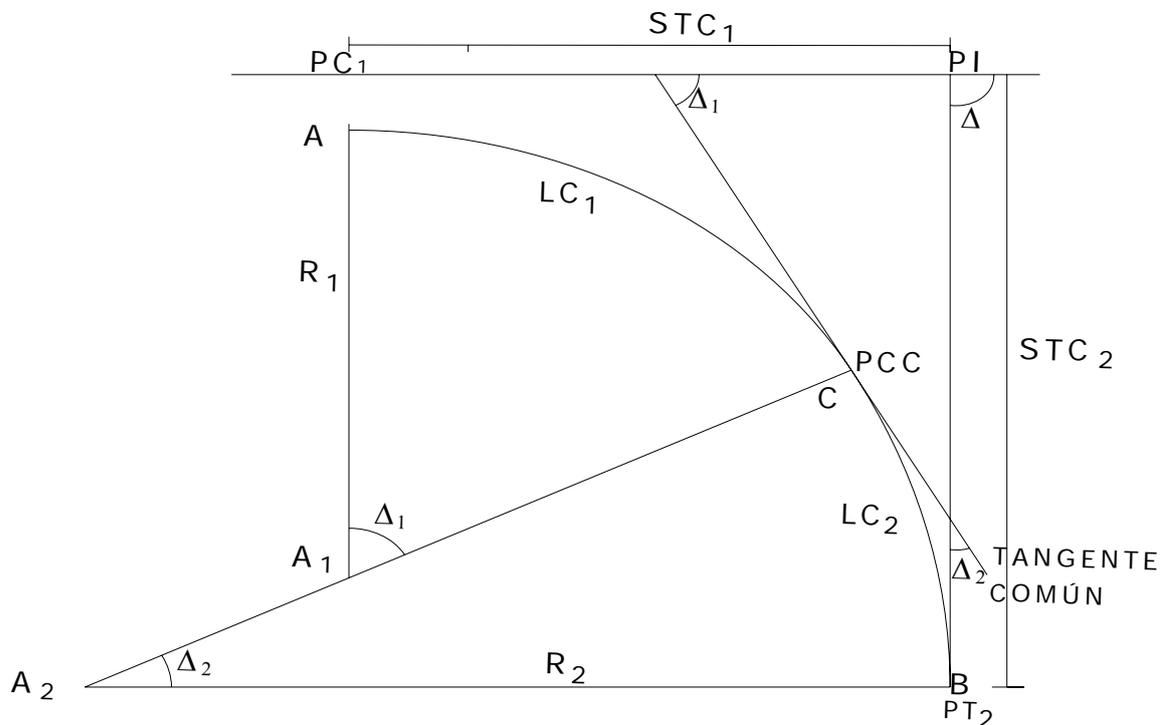
G, grado de la curva.  
 CL, cuerda larga.  
 ST, sub-tangente.  
 O, centro de la curva.  
 CL, cuerda larga.  
 Ext. Externa.  
 F, flecha u ordenada media.



### 2.3 Curvas compuestas.

Una curva compuesta es una curva continua, formada por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y diferente radio. Los arcos circulares que forman las tangentes entre sí en su punto de unión se denomina punto de curva compuesta (PCC), estando dichos arcos del mismo lado de la tangente común.

Las curvas AC y CB se trazan en el campo como dos curvas por separado, solo que el PT de la primera coincide con el PC de la segunda. Las curvas compuestas son útiles en muchos casos porque facilitan la adaptación de la curva a la topografía del terreno, pero el cambio brusco de radio de una a otra ocasiona incomodidad al conductor y muchas veces son peligrosas por lo que debe evitarse el uso de estas curvas cuando sea posible.



Curva Compuesta.

PI, punto de inflexión.

$\Delta$ , deflexión entre las tangentes.

$STC_1$  Y  $STC_2$ , sub-tangentes de la curva circular compuesta.

$O_1$  y  $O_2$ , centros de curvas circulares que forman la curva compuesta.

$\Delta_1$  y  $\Delta_2$ , ángulos centrales de las curvas circulares simples.

$R_1$  y  $R_2$ , radios de cada una de las curvas simples.

$PC_1$ , principio de la curva compuesta.

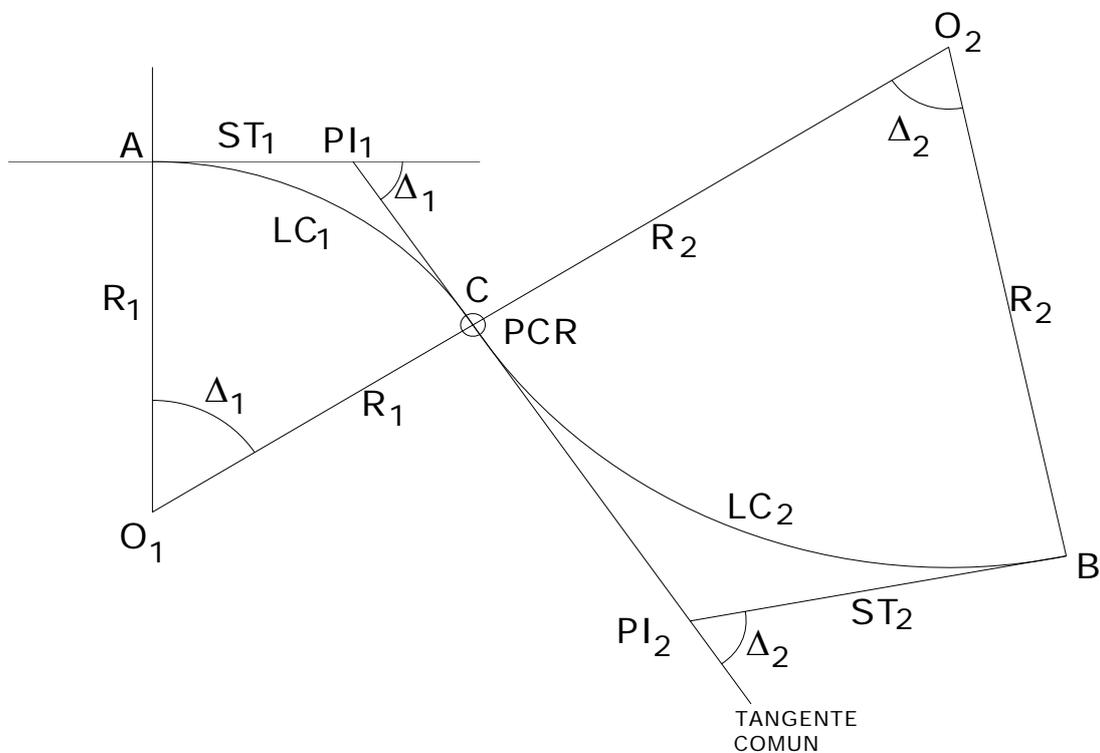
PCC, punto de curva compuesta, o sea, donde termina una curva simple y empieza otra.

$PT_2$ , punto donde termina la curva compuesta.



## 2.4 Curvas inversas.

Una curva inversa es aquella que está formada por dos curvas circulares simples continuas y de sentido contrario. Las curvas simples AC y CB que la forman, están en los lados opuestos de la tangente común a ambas curvas. El punto C común a las dos curvas se llama punto de curva reversa (PCR). Las curvas inversas son indeseables y deben evitarse en la mayoría de los casos, las curvas inversas se usan poco en el trazo de caminos pues no es conveniente que a continuación de una curva AC venga de inmediato otra CB de sentido contrario, sin ninguna tangente inmediata. En la práctica no pueden estar continuas ya que la distancia mínima del PT de la primera al PC de la segunda será igual a la suma de las transiciones de las dos curvas, aunque es preferible que haya además un tramo de tangente inmediata, con sección a nivel.



Curva inversa.

- O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>, centros de las curvas circulares simples.
- Δ<sub>1</sub> y Δ<sub>2</sub>, deflexiones de las curvas simples.
- R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub>, radios de cada una de las curvas simples.
- ST<sub>1</sub> y ST<sub>2</sub>, sub-tangentes de las curvas simples.
- LC<sub>1</sub> y LC<sub>2</sub>, longitudes de las curvas simples.
- PCR, punto de curva reversa o punto de inversión.



## 2.5 Resumen de elementos horizontales.

Para nuestro caso en particular se realizó y analizó el trazo con las brigadas de la Junta de Caminos y se obtuvieron 21 curvas horizontales simples.

RESUMEN DE ELEMENTOS DE LAS CURVAS HORIZONTALES						
CURVA No.	CADENAMIENTO PI	$\Delta$	GRADO DE CURVATURA	SUBTANGENTE (m)	LONGITUD CURVA (m)	RADIO CURVA (m)
1	0+093.00	51°45' lzq	25°00'	22.23	41.40	45.83
2	0+174.82	43°40' lzq	20°00'	22.95	43.66	57.29
3	0+260.00	19°56' lzq	10°00'	20.12	39.83	114.59
4	0+354.00	13°10' Der	7°00'	18.89	37.61	163.70
5	0+530.00	34°30' Der	16°00'	22.24	43.12	71.62
6	0+724.86	73°10' Der	20°00'	45.42	73.16	57.29
7	0+872.18	44°45' Der	20°00'	23.58	44.75	57.29
8	1+040.00	32°30' Der	18°00'	18.55	36.11	63.66
9	1+113.12	37°10' lzq	19°00'	20.27	39.12	60.31
10	1+223.00	32°30' lzq	15°00'	22.26	43.33	76.39
11	1+344.93	27°10' Der	14°00'	19.77	38.80	81.85
12	1+451.80	43°35' Der	20°00'	22.90	43.58	57.29
13	1+598.87	51°45' Der	20°00'	27.79	51.75	57.29
14	1+829.56	28°40' Der	15°00'	19.52	38.22	76.39
15	1+958.00	28°40' Der	15°00'	19.52	38.22	76.39
16	2+226.84	58°51' Der	25°00'	25.85	47.08	45.83
17	2+366.60	5°31' Der	3°00'	18.40	36.77	381.73
18	2+632.77	38°45' lzq	20°00'	20.15	38.78	57.29
19	2+778.82	14°00' Der	9°00'	15.63	31.11	127.32
20	2+849.52	35°30' Der	20°00'	18.34	35.50	57.29
21	3+020.18	89°05' lzq	28°00'	40.27	63.63	40.92

## 2.6 Planta del alineamiento horizontal.

A continuación se presenta la planta completa del alineamiento horizontal.





## CAPÍTULO 3. ALINEAMIENTO VERTICAL.

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje del camino. En el perfil longitudinal de un camino la sub-rasante es la línea de referencia que define el alineamiento vertical y su posición depende primordialmente de la topografía de la zona.

### 3.1 Proyecto de sub-rasante.

La sub-rasante es el perfil de las terracerías terminadas del camino y la rasante es el perfil de la superficie de rodamiento, y en general es paralela a la sub-rasante y queda sobre ella. Está formada por una serie de líneas rectas con respectivas pendientes y unidas de una pendiente a otra por curvas verticales tangentes a ellas. Las pendientes, siguiendo el sentido de kilometraje serán ascendentes (positivas) o descendentes (negativas).

El proyecto de la sub-rasante se hace sobre el perfil del trazo definitivo, procurando compensar las excavaciones y los rellenos, pero sin sobrepasar las pendientes especificadas para el camino que se proyecta. Es indispensable tomar en consideración los puntos de paso obligado como cruces con caminos, vías férreas, oleoductos, líneas de alta tensión y barrancas, por mencionar algunos ejemplos.

Los elementos que forman el alineamiento vertical son las tangentes verticales y las curvas parabólicas que ligan dichas tangentes.

Para fines demostrativos se presenta el registro de nivel de 0+000 a 0+500 que se obtuvo en campo:

REGISTRO DE NIVEL					
TRAMO QUIROGA - ICUACATO			Km. DE 0+000 A +500		
SUBTRAMO QUIROGA - ICUACATO			ORIGEN QUIROGA		
NIVELACION PREELIMINAR					FECHA:
					NIVELLO:
Est	( + )	Nivel	( - )	Cotas	NOTAS
BN 0-1	0.964	100.964		100.00	BN 0-1 sobre varilla, marcado con pintura roja, 10m a la derecha de la estacion 0+020 Elev. Prom. 100.00
0+000			1.29	99.67	
0+004			1.35	99.61	
0+008			2.18	98.78	
0+016.5			2.25	98.71	
PL	0.935	98.177	3.722	97.24	
0+020			1.24	96.94	
0+024			5.08	93.10	
0+024.5			3.78	94.40	
0+040			3.56	94.62	
0+052.8			2.36	95.82	



REGISTRO DE NIVEL					Km. DE 0+000 A +500
TRAMO QUIROGA - ICUACATO			SUBTRAMO QUIROGA - ICUACATO		
NIVELACION PREELIMINAR					FECHA:
					NIVEL:
Est	( + )	Nivel	( - )	Cotas	NOTAS
0+054.2			1	97.18	
0+060			0.75	97.43	
PC 0+070.77			0.53	97.65	
PL	3.819	101.84	1.56	96.62	
0+080			3.63	94.55	
0+090			2.54	95.64	
0+100			2.04	96.14	
0+110			1.6	96.58	
PT O+112.17			1.58	96.60	
0+120			1.26	96.92	
0+140			0.14	98.04	
PL	3.709	105.411	0.138	98.04	
PC 0+151.87			2.19	103.22	
0+160			1.28	104.13	
PL	3.594	108.977	0.028	105.38	
0+170			3.56	105.42	
0+180			1.62	107.36	
0+190			1.61	107.37	
PT 0+195.53			1.39	107.59	
0+200			1.15	107.83	
0+220			1.51	107.47	
PC 0+239.88			1.44	107.54	
0+240			1.45	107.53	
PL	0.113	107.339	1.751	107.23	
O+260			0.4	106.94	
PT 0+279.71			0.93	106.41	
0+280			0.93	106.41	
0+300			1.74	105.60	
0+320			3.41	103.93	
PL	0.28	103.999	3.62	103.72	
PC 0+335.11			0.78	103.22	
0+340			1.32	102.68	
0+360			2.53	101.47	
PT 0+372.72			3.52	100.48	
PL	0.04	100.039	4	100.00	
0+380			0.46	99.58	
0+400			1.64	98.40	
0+420			3.17	96.87	
0+440			3.43	96.61	
PL	0.253	96.594	3.698	96.34	
0+460			2.56	94.03	
0+480			1.62	94.97	
0+500			0.67	95.92	



### 3.2 Tangentes verticales.

Se caracterizan por su longitud y pendiente y están estimadas por dos curvas sucesivas. Su longitud es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, y su pendiente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Los valores máximos para la pendiente gobernadora y para la pendiente máxima se indican en la tabla 1 para los diferentes tipos de carretera y terreno. La pendiente mínima en zonas con sección en corte y/o balcón no deberá ser menor del 0.5%, y en zonas con sección en terraplén la pendiente podrá ser nula.

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)			PENDIENTE MAXIMA (%)		
	TIPO DE TERRENO			TIPO DE TERRENO		
	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
E		7	9	7	10	13
<b>D</b>		6	<b>8</b>	6	9	<b>12</b>
C		5	6	5	7	8
B		4	5	4	6	7
A		3	4	4	5	6

Tabla 1. Valores de pendientes gobernadora y máxima.

### 3.3 Curvas verticales.

La liga de dos tangentes verticales se hace mediante arcos de parábola tanto por la suavidad que se tiene en la transición como por la facilidad de cálculo. Las curvas verticales contribuyen a la seguridad, apariencia y comodidad del camino y son de tanta importancia en el alineamiento vertical como las curvas circulares en el alineamiento horizontal.

La longitud mínima de las curvas verticales se calculará con la expresión:

$$L=KA$$

Donde:

L, longitud mínima de la curva vertical, en metros.

K, parámetro de la curva cuyo valor mínimo se especifica en la tabla 2.

A, diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en %.



La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la tabla 2.

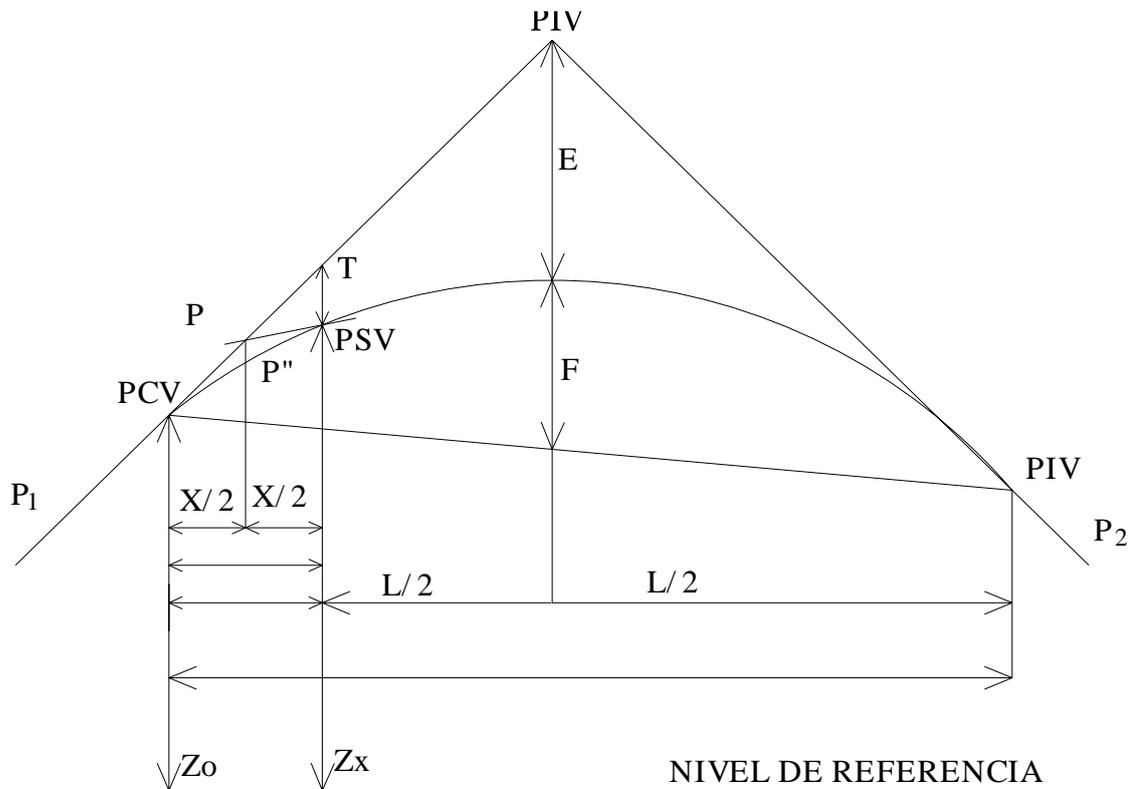
VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	VALORES DEL PARAMETRO K (m%)			LONGITUD MINIMA ACEPTABLE (m)
	CURVAS EN CRESTA		CURVAS EN COLUMPIO	
	CARRETERA TIPO		CARRETERA TIPO	
	E	D,C,B,A	E,D,C,B,A	
30	4	3	4	20
<b>40</b>	7	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>30</b>
50	12	8	10	30
60	23	14	15	40
70	36	20	20	40
80		31	25	50
90		43	31	50
100		57	37	60
110		72	43	60

Tabla 2. Valores del parámetro K.

No existirá límite de longitud máxima para las curvas verticales. En caso de curvas verticales en cresta con pendiente de entrada y salida de signos contrarios, se deberá revisar el drenaje cuando a la longitud de la curva proyectada corresponda a un valor del parámetro K superior a 43.



### 3.4 Elementos de una curva vertical en cresta.



Curva vertical.

- PIV, punto de intersección de las tangentes verticales.
- PCV, punto en donde comienza la curva vertical.
- PTV, punto en donde termina la curva.
- PSV, punto cualquiera sobre la curva vertical.
- $P_1$ , pendiente de la tangente de entrada, en m/m
- $P_2$ , pendiente de la tangente de salida, en m/m
- L, longitud de la curva vertical, en metros.
- X, distancia del PCV a una PSV, en metros.
- P, pendiente de un PSV, en m/m.
- $P''$ , pendiente de una cuerda, en m/m.
- E, externa, en metros.
- F, flecha, en metros.
- T, desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros.
- $Z_0$ , elevación del PCV, en metros.
- $Z_x$ , elevación de un PSV, en metros.



### **3.5 Normas generales para el alineamiento vertical.**

En el perfil longitudinal de cualquier carretera, la sub-rasante es la línea de referencia que define al alineamiento vertical. La posición de la sub-rasante depende principalmente de las condiciones topográficas sobre las cuales se va a construir el camino pero existen otros factores que se deben de tomar en cuenta:

1. La condición topográfica del terreno influye en diversas formas al definir la sub-rasante; así en terrenos planos la altura de la sub-rasante sobre el terreno es regulada, casi en su totalidad por sus obras de drenaje. En terrenos de lomerío se adoptan sub-rasantes onduladas, las cuales convienen tanto en razón de operación de los vehículos como por el costo total del camino. En terrenos montañosos la sub-rasante es controlada estrechamente por las restricciones y condiciones de la topografía.
2. Una sub-rasante suave con cambios es consistente en el tipo de camino y el carácter del terreno; a esta clase de proyecto debe dársele preferencia, en lugar de uno con numerosos quiebres y pendientes longitudinales cortas. Los valores de diseño son las pendientes máximas y la longitud crítica, pero la manera en que estos se aplican y adaptan al terreno formando una línea continua, determina la adaptabilidad y la apariencia del camino.
3. Deben evitarse vados formados por curvas verticales muy cortas, debe cuidarse que el gasto que circula sobre la corona no perjudique al camino ni a los vehículos además de que esto reduce notablemente la velocidad de los vehículos en algunos casos hasta cero.
4. Dos curvas verticales sucesivas y en la misma dirección separadas por una tangente vertical corta, deben ser evitadas, particularmente en columpios donde la vista completa de ambas verticales no es muy agradable, este efecto es muy notable en caminos divididos con aberturas espaciadas en la faja separadora central.
5. Un perfil escalonado es preferible a una sola pendiente sostenida, porque se aprovecha el aumento de velocidad previo al ascenso y el correspondiente impulso, pero evidentemente solo puede adaptarse el sistema para vencer desniveles pequeños o cuando no hay limitaciones en el desarrollo horizontal.
6. Cuando la magnitud del desnivel a vencer o la limitación del desarrollo motiva largas pendientes uniformes, de acuerdo a las características previsibles de tránsito, puede convenir adoptar un carril adicional en la sección transversal, lo cual no sucedió en nuestro camino.



7. Cuando se trata de salvar desniveles apreciables con pendientes escalonadas o largas pendientes uniformes, deberá procurarse disponer las pendientes más fuertes al comenzar el ascenso que es cuando el vehículo lleva mayor velocidad.
8. Donde las intersecciones a nivel ocurren en tramos de camino con pendientes de moderadas a fuertes, es deseable reducir la pendiente a través de la intersección; este cambio en el perfil es benéfico para que los vehículos den vuelta.

Se tomarán algunas curvas verticales para ejemplificar su cálculo y posteriormente se presentará un resumen con los elementos de dichas curvas.

Curva vertical 5  
Columpio

$$\begin{aligned} \text{PIV} &= 0+980 & \text{Elev} &= 121.98 \text{ m} \\ \text{S1} &= 8.20\% & \text{S2} &= 9.21\% \\ \text{K} &= 7.00 \text{ m/\%} & t &= 2.5 \text{ seg.} \\ \text{A} &= \text{S2} - \text{S1} = -1.01\% \\ \text{L} &= \text{K A} = 7.01 \text{ m.} \\ \text{dp} &= 0.287 (vt) + v^2 / 113.79 = 41.86 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{L} = (\text{A})(\text{dp})^2 / 120 + 3.5(\text{dp}) = 6.64 \text{ m}$$

Por especificaciones se tiene que la longitud mínima de una curva vertical con estas condiciones del camino es de 2 estaciones (40m).

$$\text{L} = 40.00 \text{ m.}$$

Cadenamientos.

$$\text{PCV} = \text{PIV} - \text{L}/2 = 0+980 - (40/2) = 0+960$$

$$\text{PTV} = \text{PIV} + \text{L}/2 = 0+980 + (40/2) = 1+000$$

Elevaciones.

$$\text{PCV} = \text{elev PI} - [\text{L} (\text{S1}/100)] = 120.34 \text{ m.}$$

$$\text{PCT} = \text{elev PI} + [\text{L} (\text{S2}/100)] = 123.82 \text{ m.}$$



Curva vertical 6  
Cresta

$$\begin{aligned} \text{PIV} &= 1+220 & \text{Elev} &= 144.08 \text{ m} \\ \text{S1} &= 9.21\% & \text{S2} &= 4.80\% \\ \text{K} &= 7.00 \text{ m/\%} & \text{t} &= 2.5 \text{ seg.} \\ \text{A} &= \text{S2} - \text{S1} = 4.41\% \\ \text{L} &= \text{K A} = 30.87 \text{ m.} \\ \text{dp} &= 0.287 (\text{vt}) + \text{v}^2 / 113.79 = 41.86 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{L} = (\text{A})(\text{dp})^2 / 120 + 3.5(\text{dp}) = 29.00 \text{ m}$$

Por especificaciones se tiene que la longitud mínima de una curva vertical con estas condiciones del camino es de 2 estaciones (40m).

$$\text{L} = 40.00 \text{ m.}$$

Cadenamientos.

$$\text{PCV} = \text{PIV} - \text{L}/2 = 1+220 - (40/2) = 1+200$$

$$\text{PTV} = \text{PIV} + \text{L}/2 = 1+220 + (40/2) = 1+240$$

Elevaciones.

$$\text{PCV} = \text{elev PI} - [\text{L} (\text{S1}/100)] = 142.24 \text{ m.}$$

$$\text{PCT} = \text{elev PI} + [\text{L} (\text{S2}/100)] = 145.04 \text{ m.}$$



3.6 Resumen de elementos verticales.

RESUMEN DE ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES												
Curva No.	S1 (%)	S2 (%)	Vel. Proy. (Km/hr)	K (m/%)	Long. Curva (m)	Tipo de curva	PCV	Elev (m)	PIV	Elev (m)	PTV	Elev (m)
1	2.28	1.2	40	7	40	Cresta	0+160	103.3	0+180	103.77	0+200	104.01
2	1.2	-6.19	40	7	60	Cresta	0+270	104.8	0+300	105.20	0+330	103.34
3	-6.19	0.94	40	7	60	Columpio	0+430	97.16	0+460	95.30	0+490	95.58
4	0.94	8.2	40	7	60	Columpio	0+650	97.09	0+680	97.37	0+710	99.83
5	8.2	9.21	40	7	40	Columpio	0+960	120.3	0+980	121.98	1+000	123.82
6	9.21	4.8	40	7	40	Cresta	1+200	142.2	1+220	144.08	1+240	145.04
7	4.8	3.67	40	7	40	Cresta	1+320	148.9	1+340	149.84	1+360	150.57
8	3.67	1.4	40	7	40	Cresta	1+440	153.5	1+460	154.24	1+480	154.52
9	1.4	4.57	40	7	40	Columpio	1+700	157.6	1+160	157.89	1+740	158.80
10	4.57	9.04	40	7	40	Columpio	2+160	178	2+180	178.90	2+200	180.71
11	9.04	1.91	40	7	60	Cresta	2+630	219.6	2+660	222.29	2+690	222.86



### **3.7 Correspondencia del alineamiento vertical, horizontal y normas.**

Se debe de tener presente que el proyecto consta de conceptos independientes, pero algunos de estos conceptos en ocasiones se relacionan el uno con el otro para dar mayor comodidad y seguridad al camino, tal es el caso de alineamiento vertical con el alineamiento horizontal que en el momento de calcular las curvas respectivas se interactúan para formar una combinación de eficiencia y seguridad para el proyecto carretero.

Por lo anterior, se procurará lo siguiente:

- En alineamientos verticales que originen terraplenes altos y largos son deseables alineamientos horizontales rectos o de muy suave curvatura.
- Los alineamientos horizontales y verticales deben estar balanceados. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes y curvas verticales cortas, o bien una curvatura excesiva con pendientes suaves corresponden a diseños pobres. Un diseño apropiado es aquel que combina ambos alineamientos ofreciendo el máximo de seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad en la operación, además de una apariencia agradable dentro de las restricciones impuestas por la topografía.
- Cuando el alineamiento horizontal esta constituido por curvas con grados menores al máximo, se recomienda proyectar curvas verticales con longitudes mayores a las mínimas especificadas; siempre que no se incremente considerablemente el costo de la carretera.
- Conviene evitar la coincidencia de la cima de una curva vertical en cresta con el inicio o terminación de una curva horizontal.
- Debe evitarse proyectar la cima de una curva vertical en columpio o cresta en una curva horizontal.
- En general, cuando se combinen curvas verticales y horizontales, o una esté muy cerca de la otra, debe procurarse que la curva vertical esté fuera de la curva horizontal o totalmente incluida en ella, con las salvedades mencionadas.
- Los alineamientos deben combinarse para lograr el mayor número de tramos con distancias de visibilidad de rebase.
- En donde esté previsto el proyecto de un entronque, los alineamientos deben ser lo más suaves posibles.

### **3.8 Reporte gráfico del alineamiento vertical.**

A continuación se presenta completo el alineamiento vertical.





## **CAPÍTULO 4. SECCIÓN TRANSVERSAL.**

La sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contra cunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía.

### **4.1 Elementos de la sección transversal.**

La corona está definida por la calzada y los acotamientos con su pendiente transversal, y en su caso, la faja separadora central. En tangentes del alineamiento horizontal el ancho de corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el especificado en la tabla 3.

En curvas y transiciones del alineamiento horizontal el ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos en su caso, de la faja separadora central.

La calzada deberá tener un ancho de:

- En tangente del alineamiento horizontal, el especificado en la tabla 3.
- En curvas circulares del alineamiento horizontal, el ancho en tangente más una ampliación en el lado interior de la curva circular, cuyo valor se especifica en la tabla 4.
- En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas, el ancho de la tangente más una ampliación variable en el lado interior de la curva espiral o en el de la transición mixta, cuyo valor está dado por la expresión:

$$A= [L / Le] Ac$$

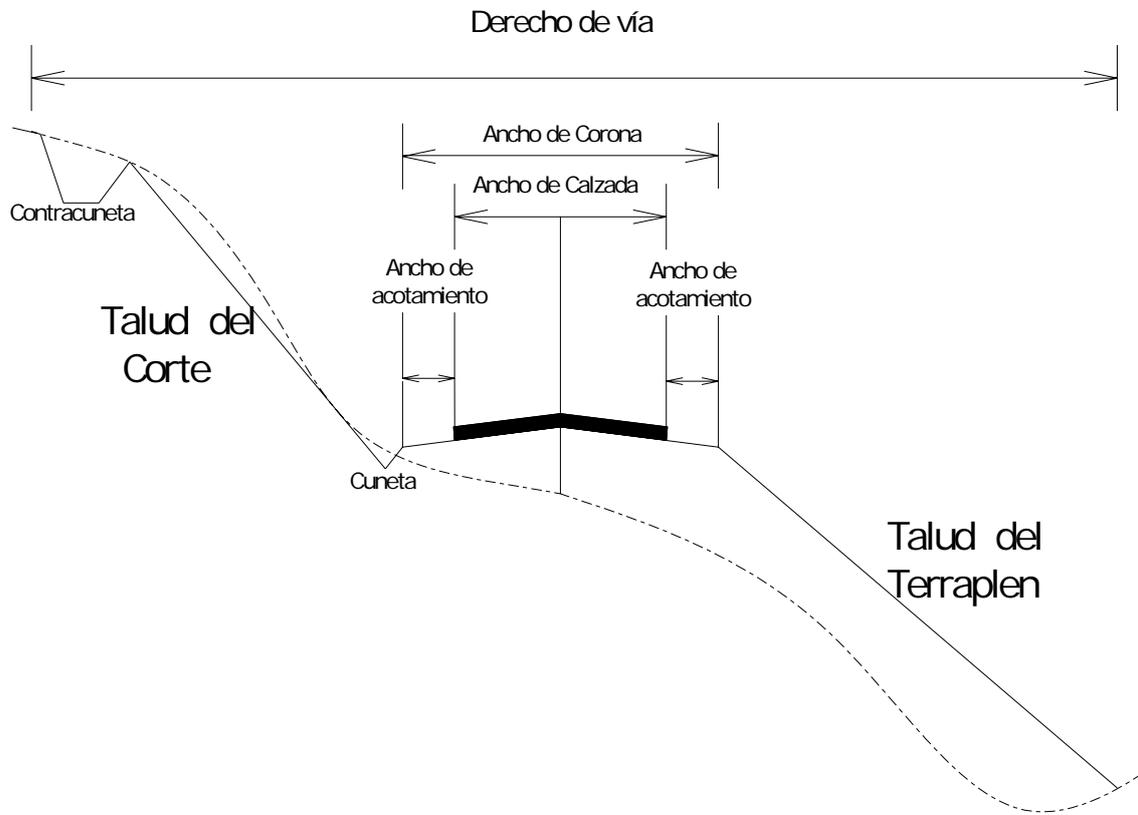
En donde:

A, ampliación del ancho de calzada en un punto de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

L, distancia del origen de la transición al punto cuya ampliación se desea determinar, en metros.

Le, longitud de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

Ac, ampliación total del ancho de la calzada correspondiente a la curva circular, en metros. En tangentes y curvas horizontales para carreteras y tipo E, no requerirá ampliación por cobertura horizontal. Por requisitos operacionales será necesario ampliar el ancho de calzada, formando libraderos, para permitir el paso simultáneo de dos vehículos; el ancho de calzada será el correspondiente al de la carretera tipo D.



Sección tipo.

El ancho de los acotamientos deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno, según se indica en la tabla 3.

TIPO DE CARRETERA	ANCHOS DE				
	CORONA (m)	CALZADA (m)	ACOTAMINENTOS (m)		FAJA SEPARADORA CENTRAL
E	4.00	4.00	***		***
<b>D</b>	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>	***		***
C	7.00	6.00	0.50		***
B	9.00	7.00	1.00		***
A	A2	12.00	2.50		***
	A4	22.00 mínimo	2 x 7.00	EXT. 3.00 INT. 0.50	1.00 mínimo
	A4S	2 x 11.00	2 x 7.00	3.00 1.00	

Tabla 3. Dimensiones para secciones de construcción.



La pendiente transversal en tangentes de alineamiento horizontal deberá ser:

- De -2% en carreteras tipo A, B, C y D pavimentadas.
- De -3% en carreteras tipo D y E revestidas.

En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas, la sobre-elevación de la corona en punto cualquiera de las curvas estará dada por la expresión:

$$S = [L / Le] Sc$$

En donde:

S, sobre-elevación de la corona en un punto cualquiera de la curva espiral de transición o de la transición mixta, en %.

L, distancia del origen de la transición al punto considerado en el que se desea determinar la sobre-elevación de la corona, en m.

Le, longitud de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

Sc, sobre-elevación de la corona correspondiente al grado de curvatura, en %.

Para el desarrollo de las sobre-elevaciones de la corona se utilizará la longitud de la espiral de transición o de la transición mixta, según se indica en la tabla 4.

En los extremos de las curvas espirales de transición o de las transiciones mixtas se harán los ajustes para ligar la sobre-elevación con el bombeo.

La longitud mínima de las transiciones mixtas y de las espirales de transición será la indicada en las tablas.

En todos los casos de transición mixta deberá proyectarse considerando un medio de su longitud sobre la tangente del alineamiento horizontal y el medio restante dentro de la curva circular.

La faja separadora central deberá proyectarse únicamente en carreteras tipo A de 4 carriles.

- Cuando la sección transversal esté formada por un solo cuerpo el ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de 1m.
- Cuando la sección transversal esté formada por dos cuerpos separados, el ancho mínimo de la faja separadora central deberá ser de 8m.
- En sección transversal en terraplén el talud deberá ser de uno y medio a uno (1.5:1), pudiendo tener un inclinación diferente si así lo especifica la SCT.



- En sección transversal en corte el talud deberá ser el que especifique la SCT.

Las cunetas serán de forma triangular y estarán definidas por su ancho y sus taludes.

- El ancho de la cuneta, medido horizontalmente entre el hombro de la corona y el fondo de la cuneta, deberá ser de un metro, pudiendo ser mayor si por capacidad hidráulica así lo requiere.
- El talud interno de la cuneta deberá ser de tres a uno (3:1). El talud externo de la cuneta será el correspondiente al corte.

Las contra cunetas serán, generalmente, de forma trapezoidal y están definidas por su ancho de plantilla, su profundidad y sus taludes. Su utilización, ubicación y dimensiones estarán sujetas a los estudios de drenaje y geotécnicos o a lo que especifique la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Las obras complementarias de la sección transversal, tales como guarniciones, bordillos, lavaderos, banquetas, defensas y dispositivos para el control del tránsito, deberán considerarse en el proyecto cuando así lo especifique la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



AMPLIACIONES, SOBRE ELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO "E" Y "D"																
VELOCIDAD		30			40			50			60			70		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0° 30'	2291.84	20	3.0	10	20	3.0	13	20	3.0	16	30	3.0	19	30	3.0	22
1° 00'	1145.92	20	3.0	10	20	3.0	13	30	3.0	16	30	3.0	19	30	3.0	22
1° 30'	763.94	20	3.0	10	30	3.0	13	30	3.0	16	30	3.0	19	40	3.0	22
2° 00'	572.96	20	3.0	10	30	3.0	13	30	3.0	16	40	3.0	19	40	3.0	22
2° 30'	458.37	30	3.0	10	30	3.0	13	40	3.0	16	40	3.0	19	50	3.0	22
3° 00'	381.97	30	3.0	10	40	3.0	13	40	3.0	16	50	3.0	19	50	4.0	22
3° 30'	327.40	30	3.0	10	40	3.0	13	40	3.0	16	50	3.2	19	60	4.7	26
4° 00'	286.48	30	3.0	10	40	3.0	13	50	3.0	16	50	3.6	19	60	5.3	30
4° 30'	254.65	40	3.0	10	40	3.0	13	50	3.0	16	60	4.1	20	60	6.0	34
5° 00'	229.18	40	3.0	10	50	3.0	13	50	3.0	16	60	4.5	22	70	6.7	37
5° 30'	208.35	40	3.0	10	50	3.0	13	50	3.2	16	60	5.0	24	70	7.3	41
6° 00'	190.99	40	3.0	10	50	3.0	13	60	3.5	16	60	5.5	26	70	8.0	45
6° 30'	176.29	50	3.0	10	50	3.0	13	60	3.8	16	70	5.9	28	80	8.7	49
7° 00'	163.70	50	3.0	10	50	3.0	13	60	4.1	16	70	6.4	31	80	9.3	52
7° 30'	152.79	50	3.0	10	60	3.0	13	70	4.4	18	70	6.8	33	80	10.0	56
8° 00'	143.24	50	3.0	10	60	3.0	13	70	4.7	19	80	7.3	35			
8° 30'	134.81	50	3.0	10	60	3.0	13	70	5.0	20	80	7.7	37			
9° 00'	127.32	50	3.0	10	60	3.0	13	70	5.3	21	80	8.2	39			
9° 30'	120.62	60	3.0	10	70	3.2	13	70	5.5	22	80	8.6	41			
10° 00'	114.59	60	3.0	10	70	3.3	13	80	5.9	24	90	9.1	44			
11° 00'	104.17	60	3.0	10	70	3.7	13	80	6.5	26	90	10.0	48			
12° 00'	95.49	60	3.0	10	80	4.0	13	90	7.1	28						
13° 00'	88.15	70	3.0	10	80	4.3	14	90	7.6	31						
14° 00'	81.85	70	3.0	10	80	4.7	15	90	8.2	33						
15° 00'	76.39	70	3.0	10	90	5.0	16	100	8.8	35						
16° 00'	71.62	80	3.0	10	90	5.3	17	100	9.4	38						
17° 00'	67.41	80	3.0	10	90	5.7	18	110	10.0	40						
18° 00'	63.66	80	3.0	10	100	6.0	19									
19° 00'	60.31	90	3.2	10	100	6.3	20									
20° 00'	57.30	90	3.3	10	100	6.7	21									
22° 00'	52.09	100	3.7	10	110	7.3	23									
24° 00'	47.75	100	4.0	10	120	8.0	26									
26° 00'	44.07	110	4.3	10	130	8.7	28									
28° 00'	40.93	110	4.7	11	130	9.3	30									
30° 00'	38.20	120	5.0	12	140	10.0	32									
32° 00'	35.81	130	5.3	13												
34° 00'	33.70	130	5.7	14												
36° 00'	31.83	140	6.0	14												
38° 00'	30.16	150	6.3	15												
40° 00'	28.65	150	6.7	16												
42° 00'	27.28	160	7.0	17												
44° 00'	26.04	160	7.3	18												
46° 00'	24.91	170	7.7	18												
48° 00'	23.87	180	8.0	19												
50° 00'	22.92	180	8.3	20												
52° 00'	22.04	190	8.7	21												
54° 00'	21.22	190	9.0	22												
56° 00'	20.46	200	9.3	22												
58° 00'	19.76	200	9.7	23												
60° 00'	19.10	210	10.0	24												

Ac Ampliación de la calzada en cm.

En carreteras tipo E no se dará la ampliación por curvatura a menos que se proyecten libraderos de curva horizontal.

Sc Sobre-Elevación, en porcentaje

Le longitud de la transición mixta, en metros

Tabla 4

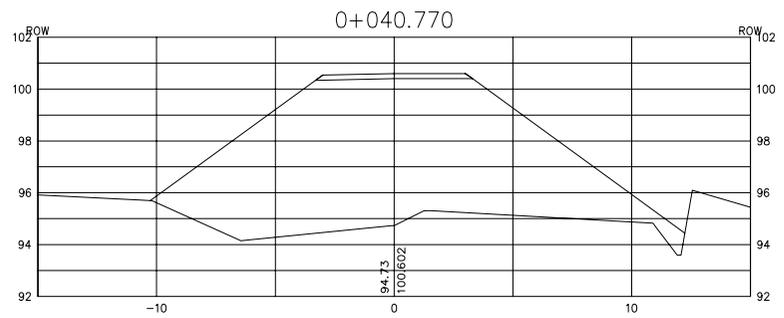
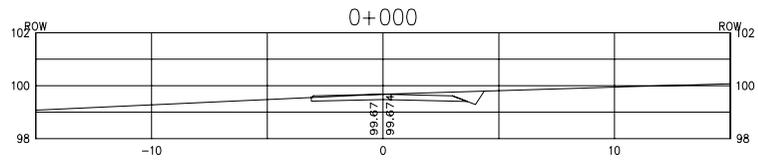
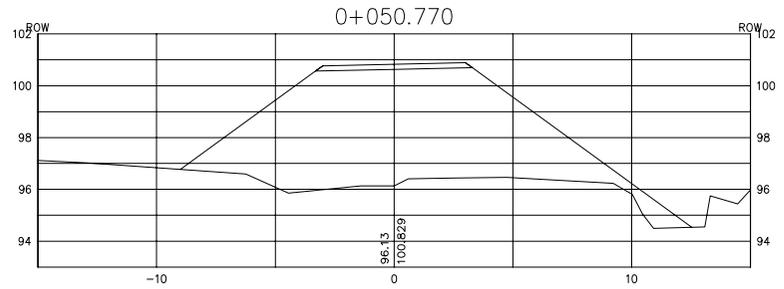
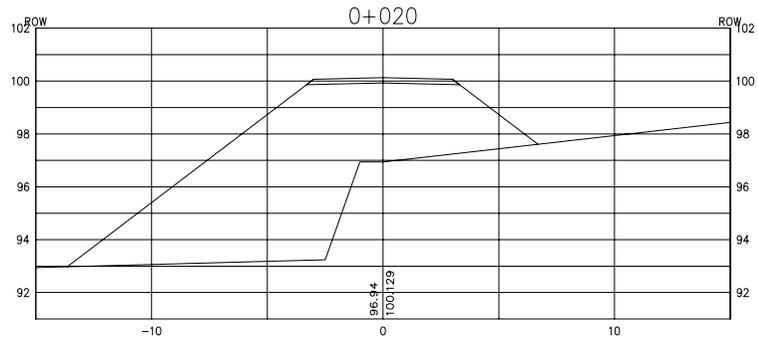
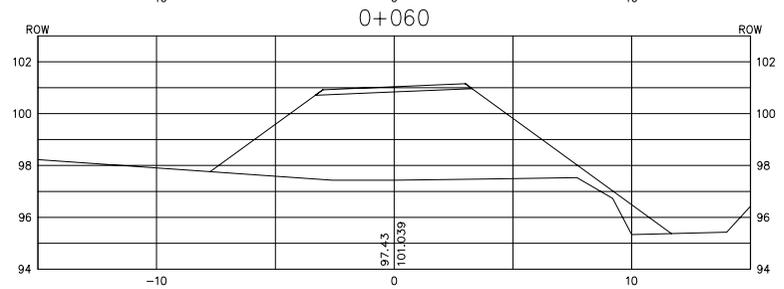
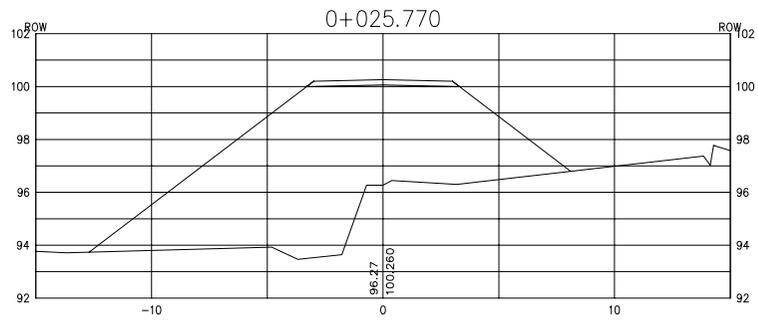
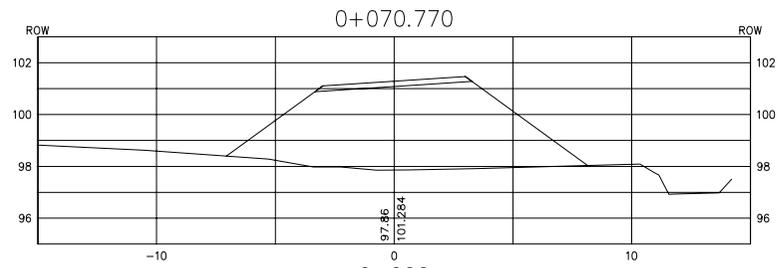
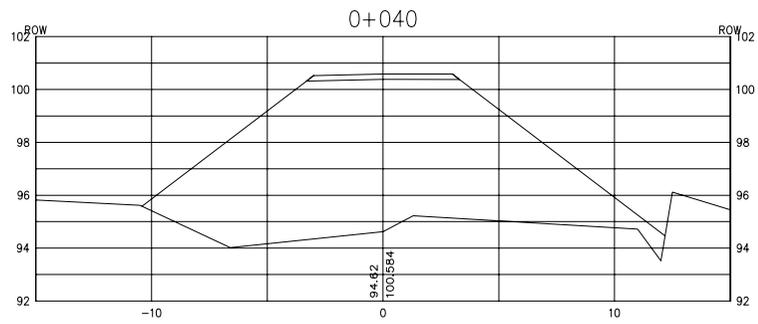


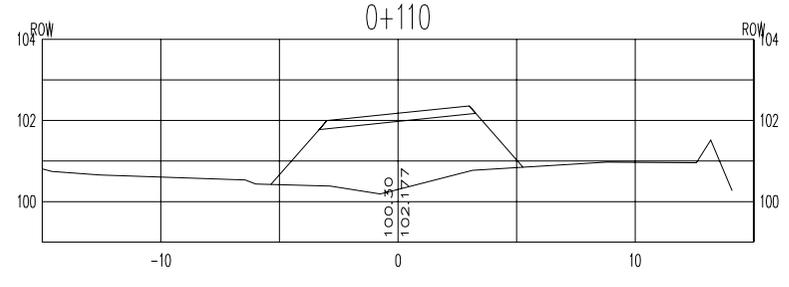
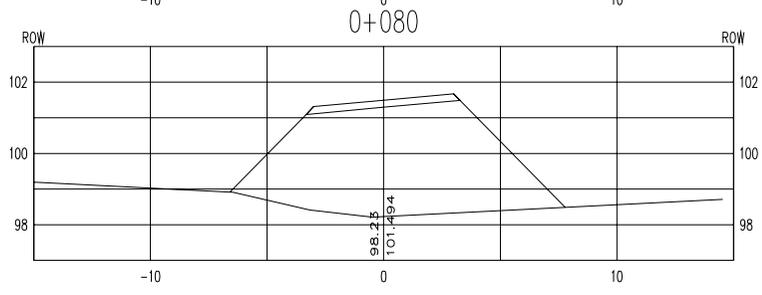
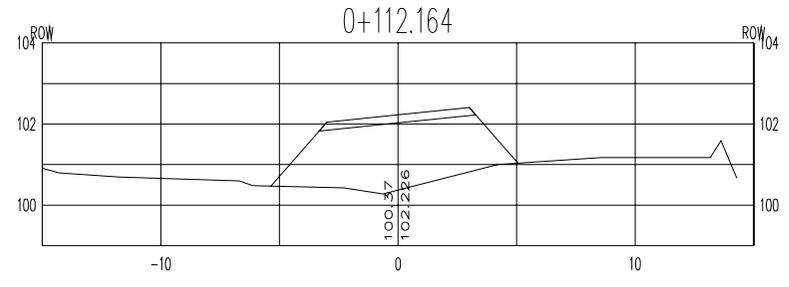
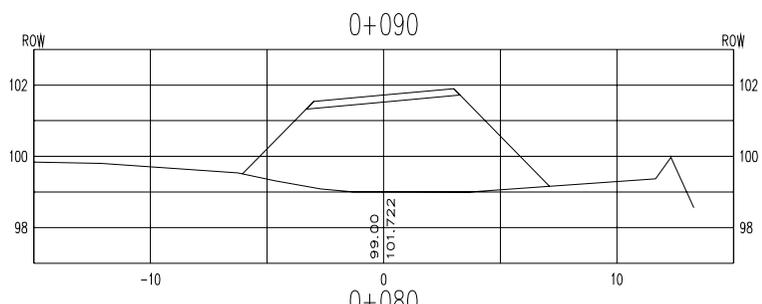
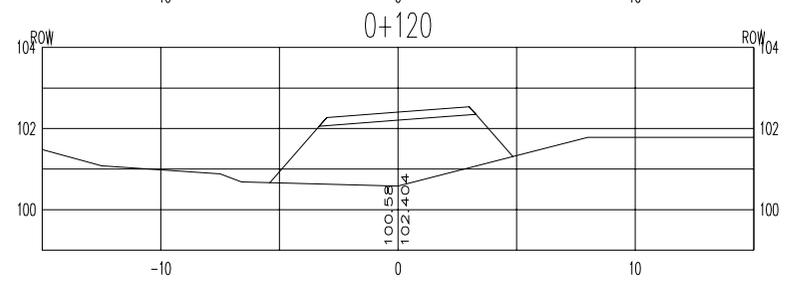
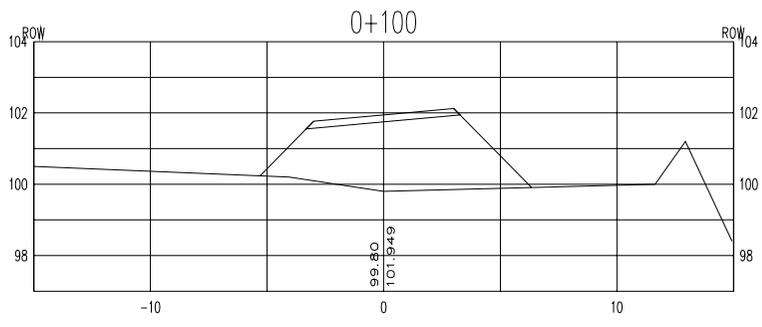
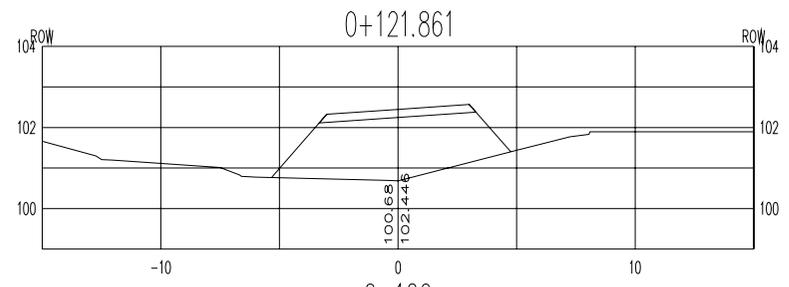
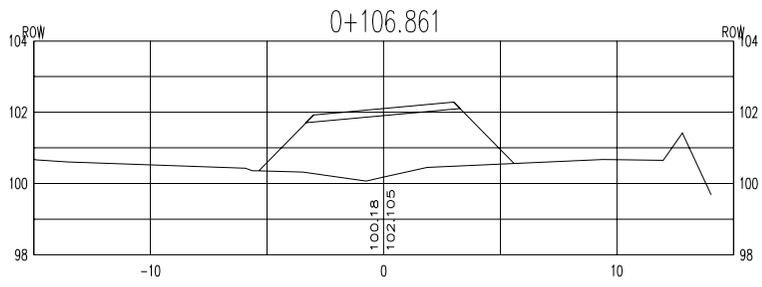
#### **4.2 Características geométricas con relación a la sección transversal.**

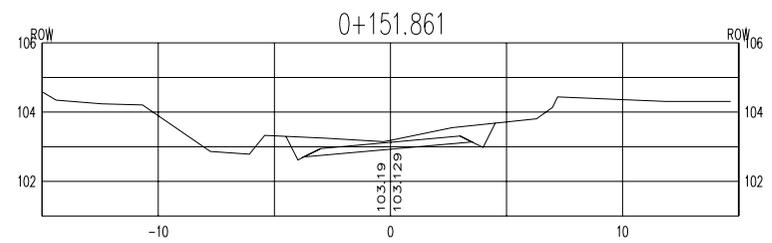
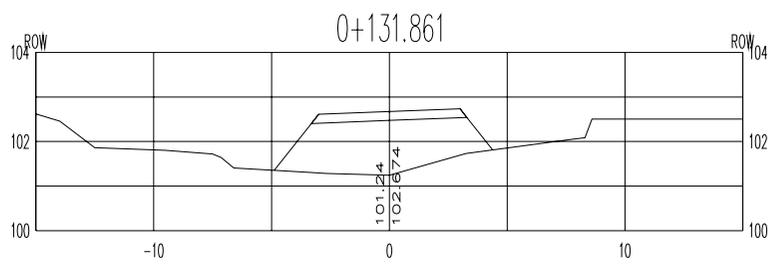
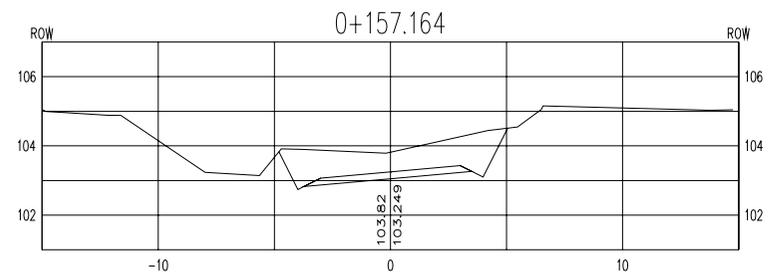
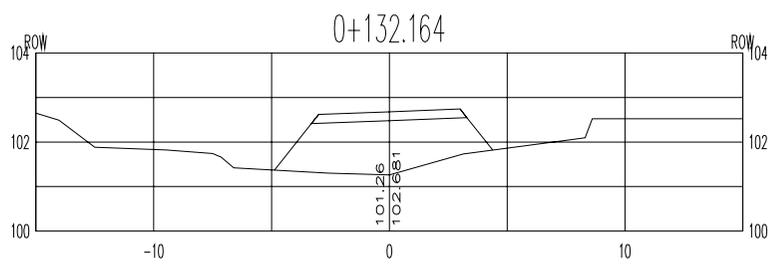
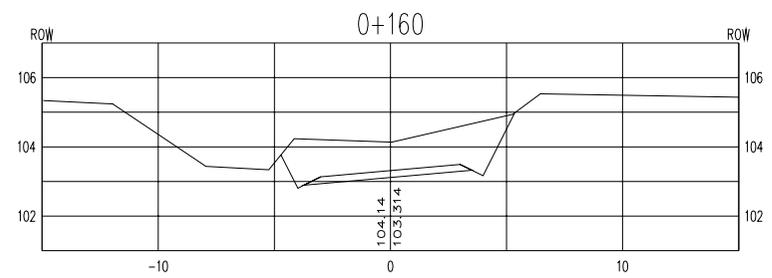
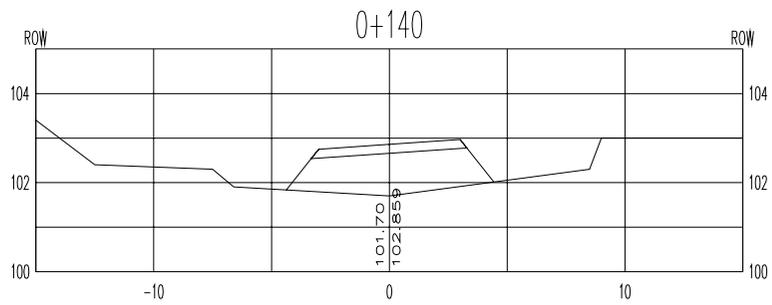
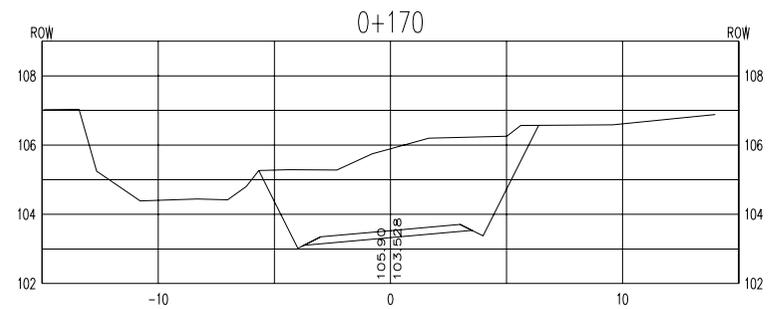
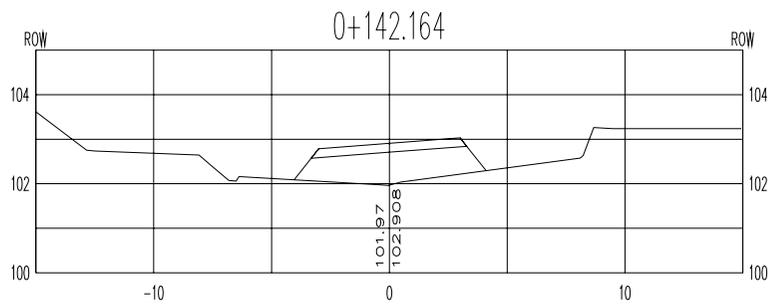
- Cuando se prevean defensas, bordillos, señales, etc., a los lados del camino, deberá ampliarse la corona de manera que los anchos de los acotamientos correspondan a los especificados.
- Los bordillos solo deberán proyectarse en terraplenes con taludes erosionables.
- El ancho del derecho de vía deberá determinarse por tramos o en zonas de acuerdo al tipo de carretera, para lo cual se establecerá en cada caso su función, su evolución, requerimientos de construcción, conservación, futuras ampliaciones, así como servicios requeridos por los usuarios. Esta determinación debe hacerse basada en un análisis económico y en la disponibilidad de recursos.

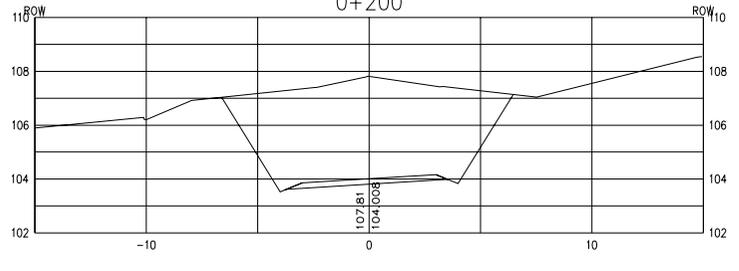
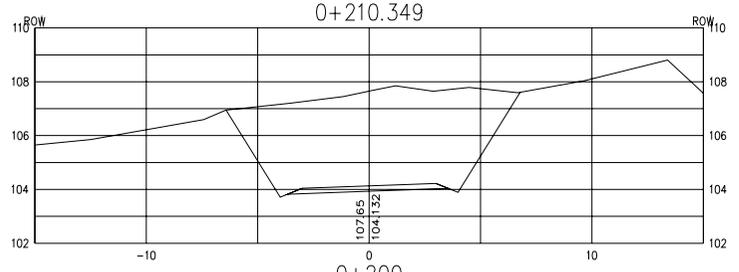
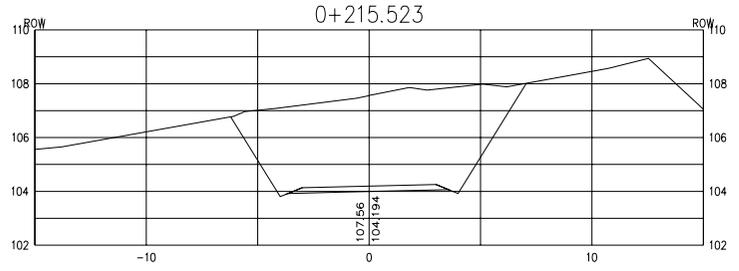
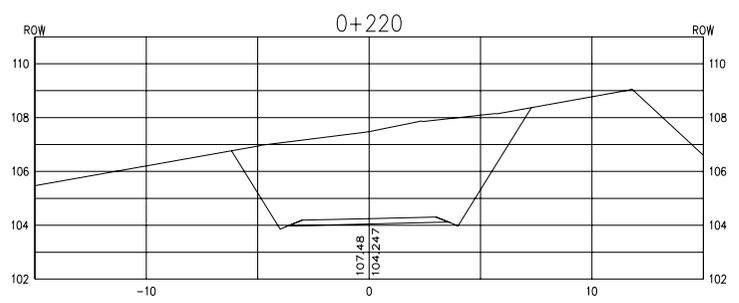
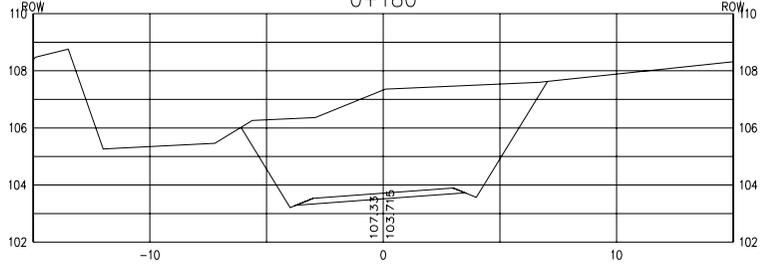
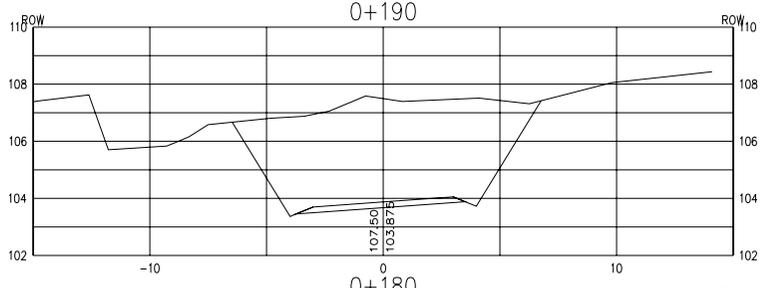
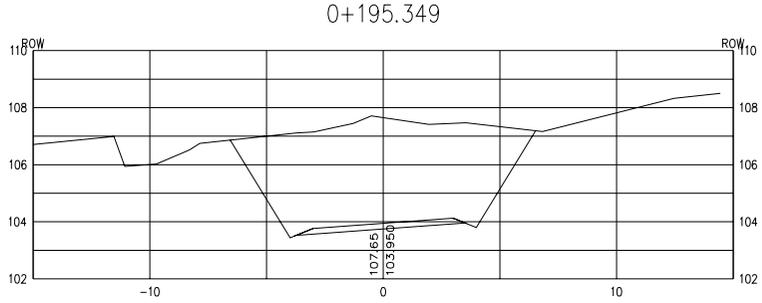
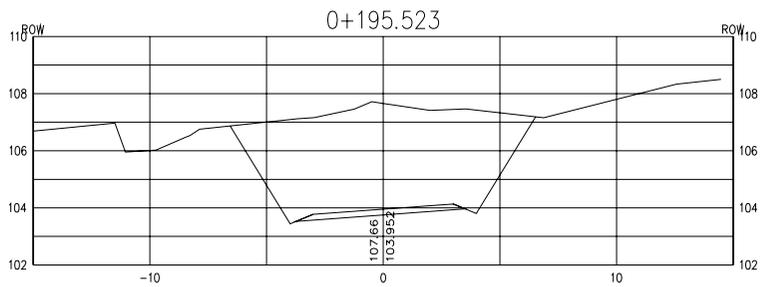
#### **4.3 Secciones de Construcción.**

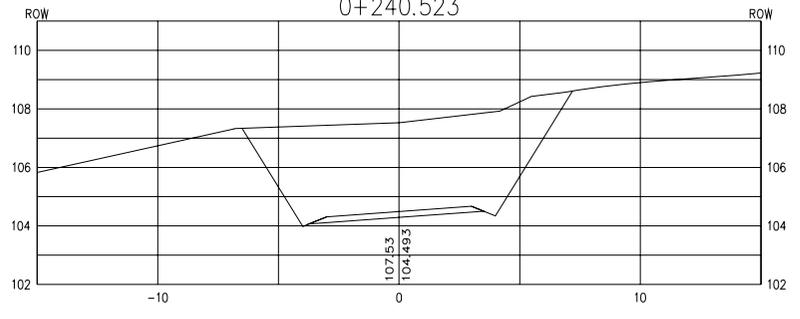
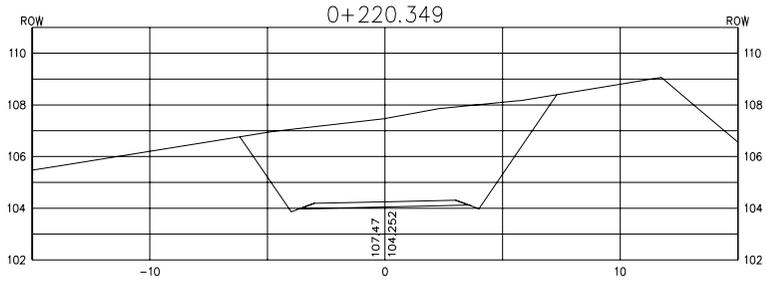
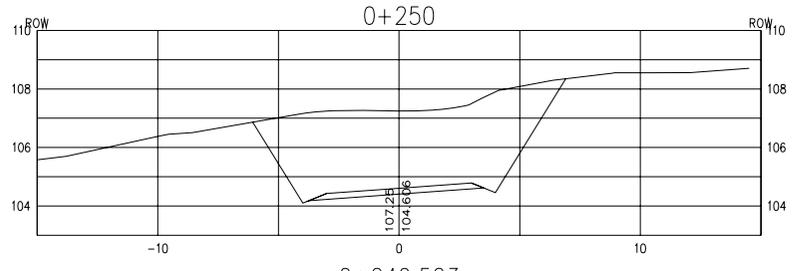
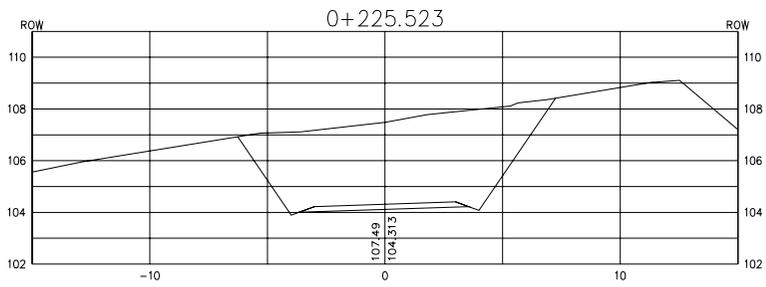
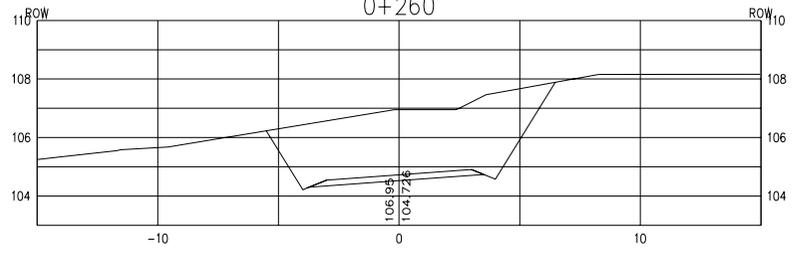
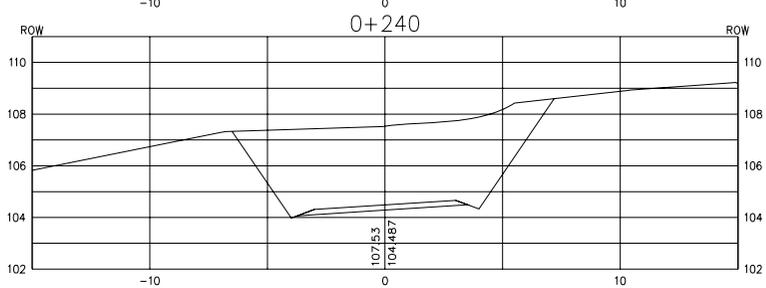
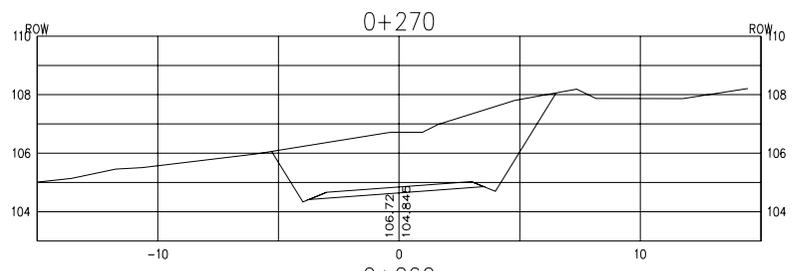
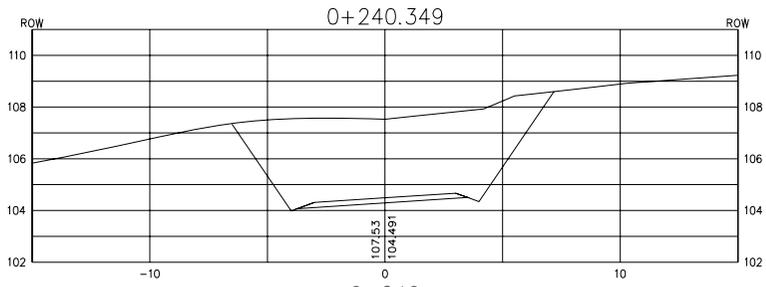
A continuación se presentan las secciones de construcción obtenidas.

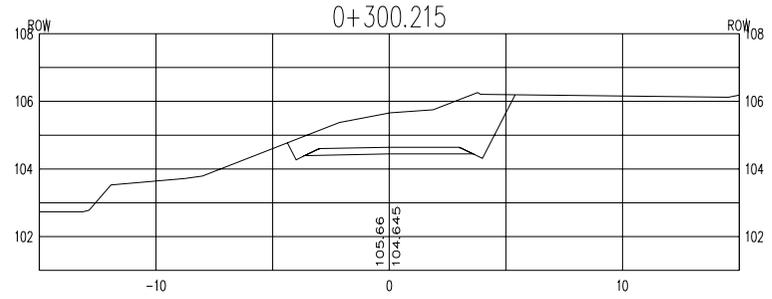
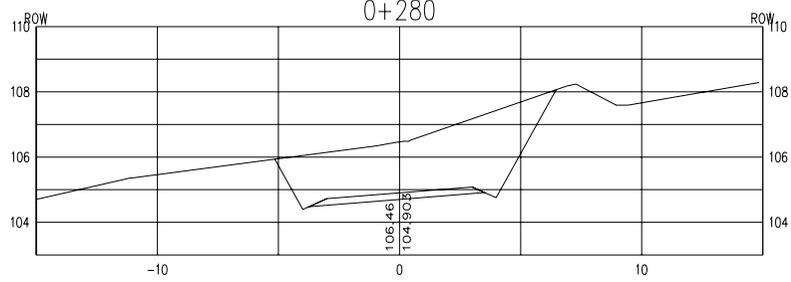
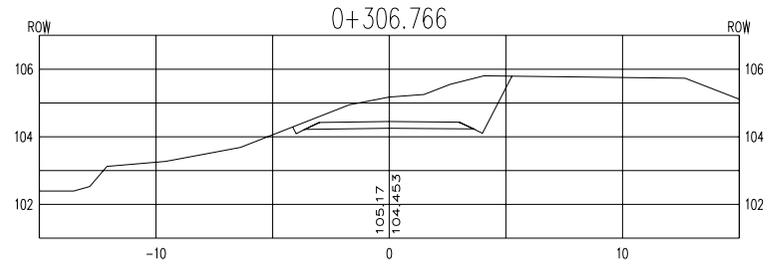
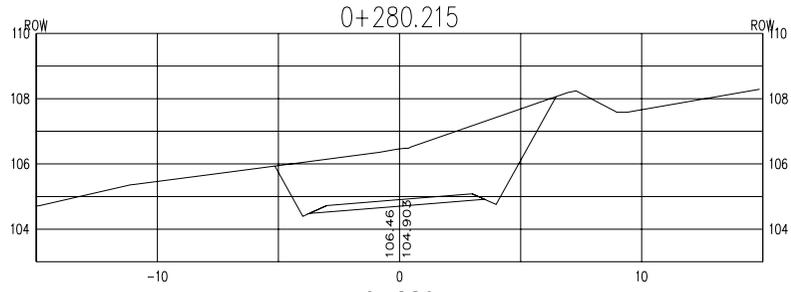
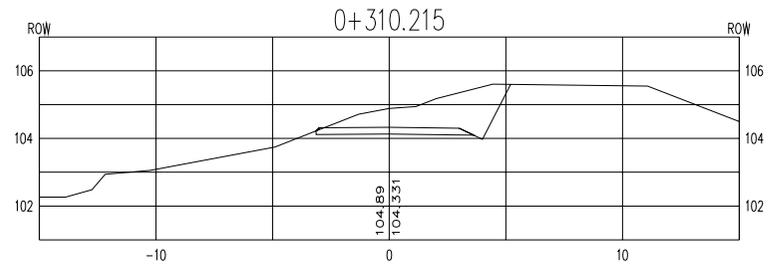
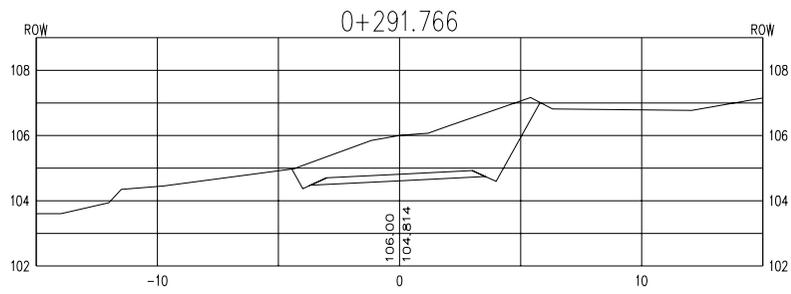
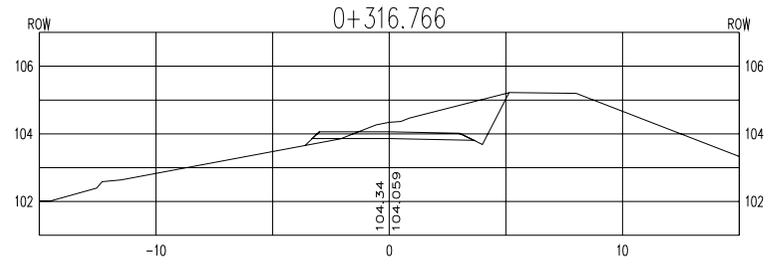
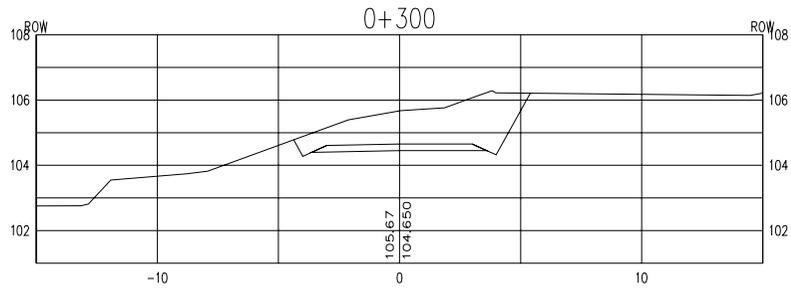


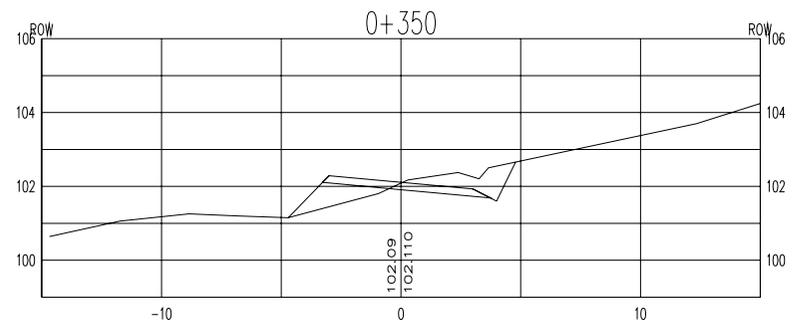
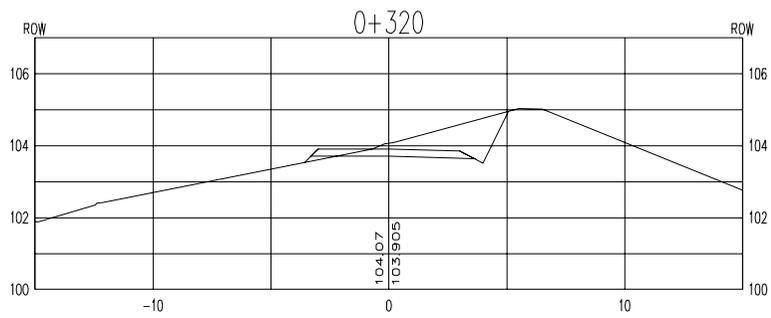
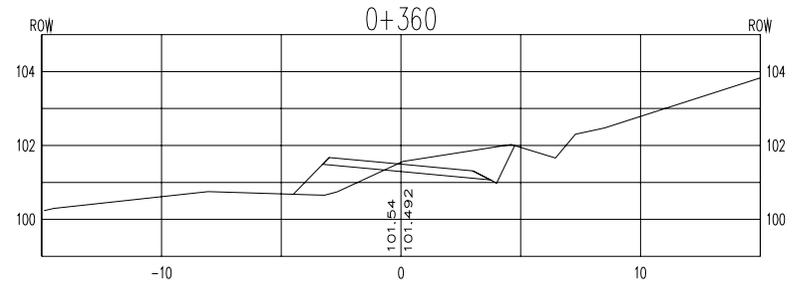
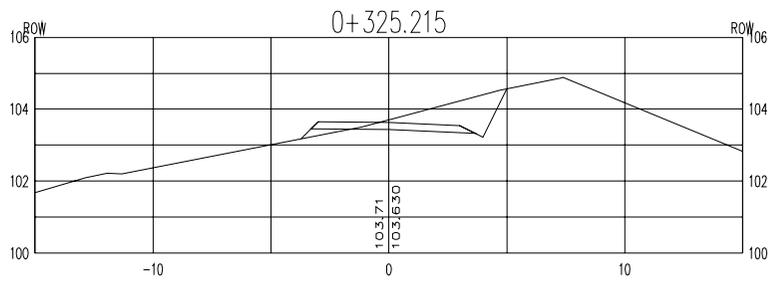
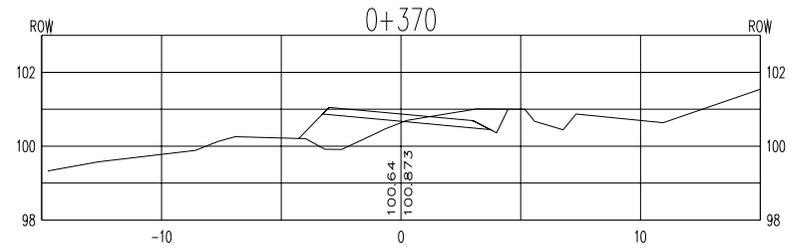
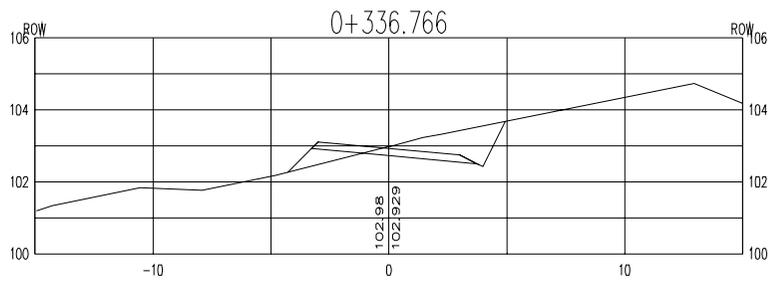
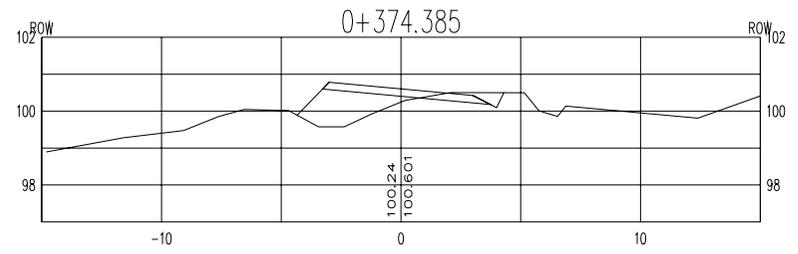
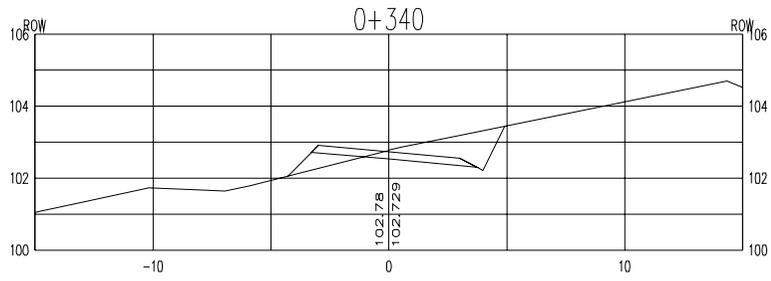


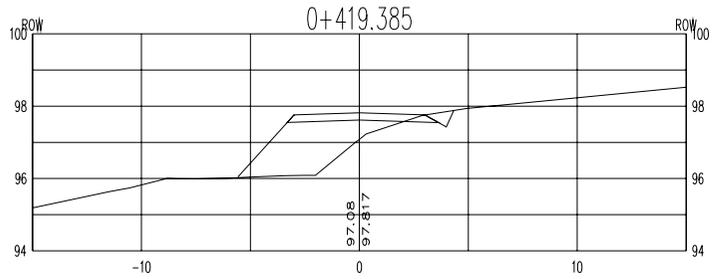
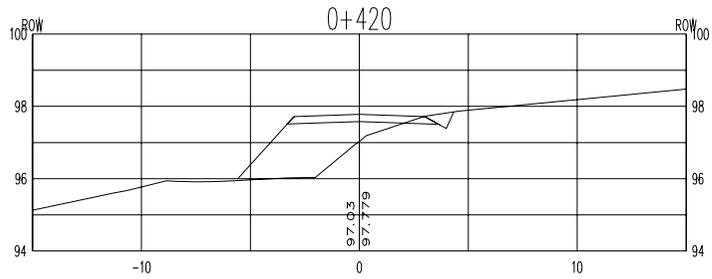
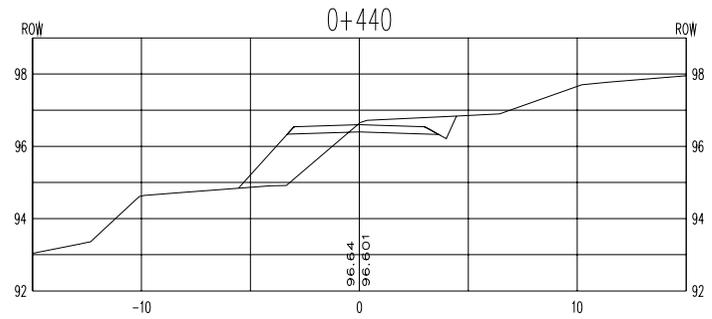
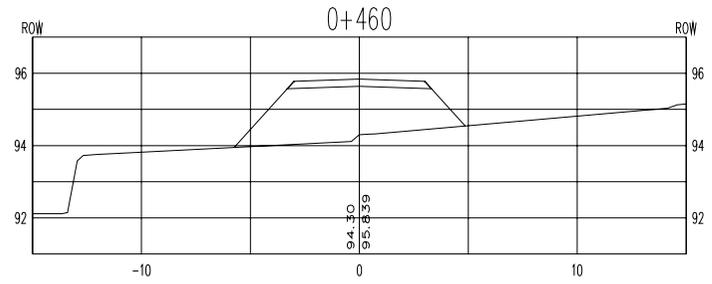
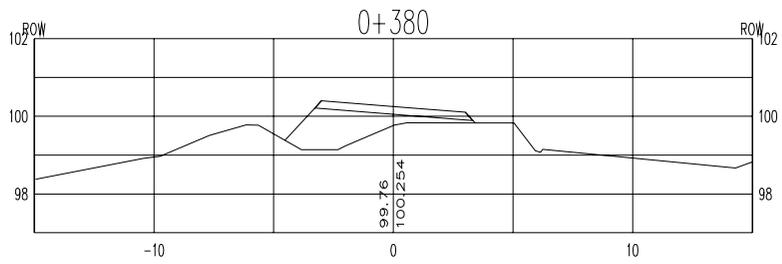
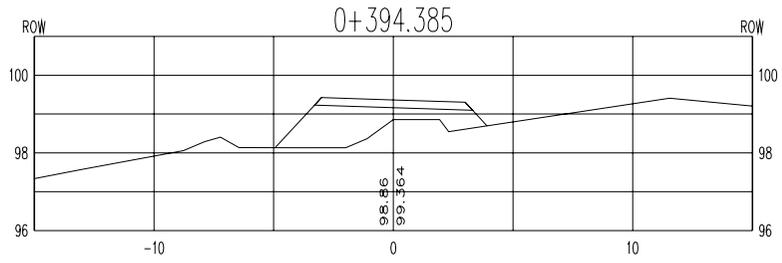
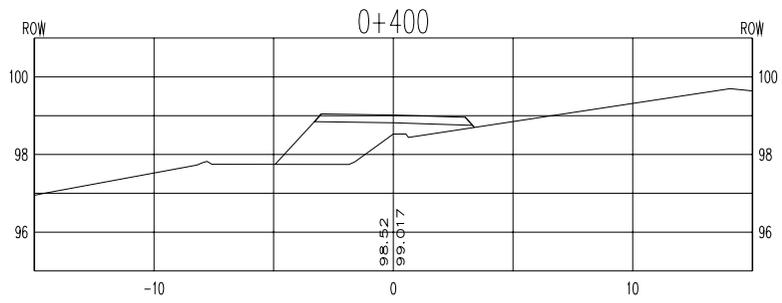
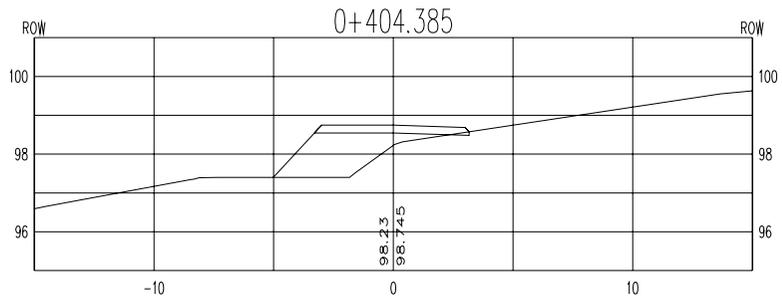


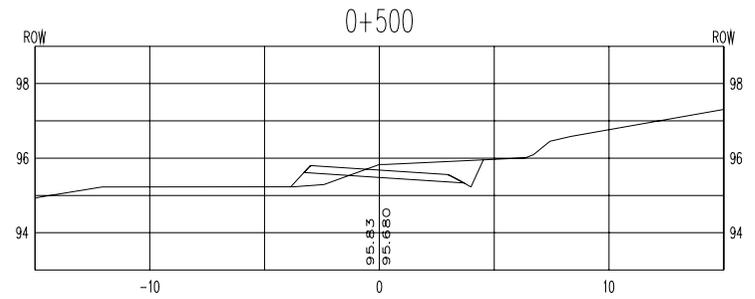
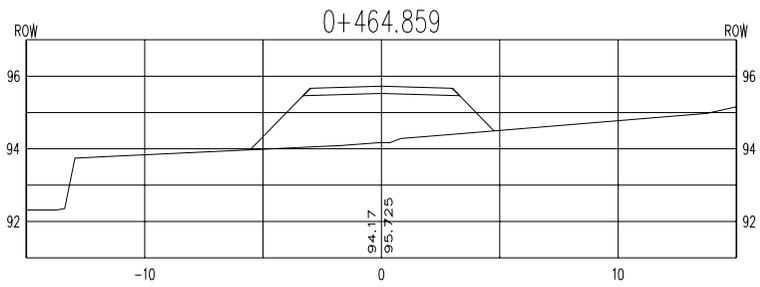
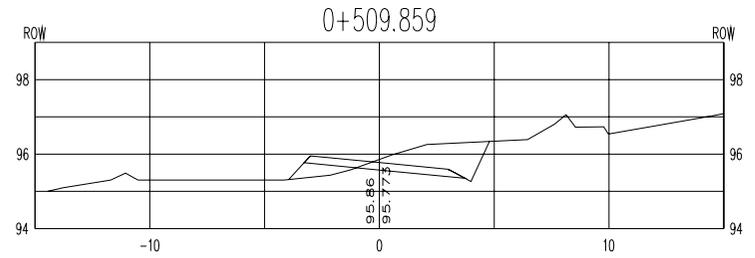
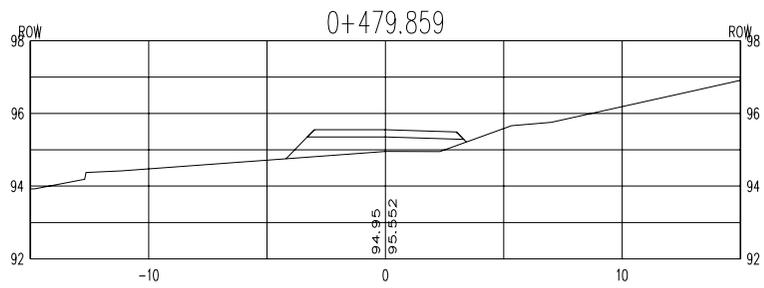
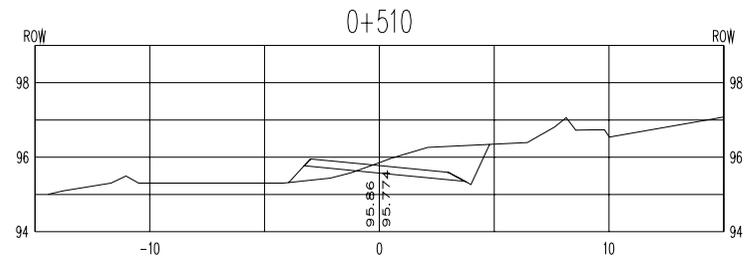
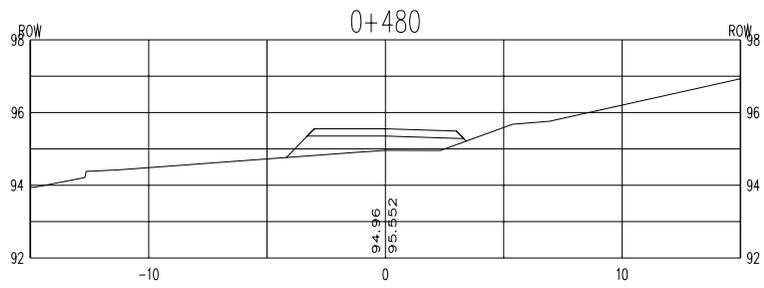
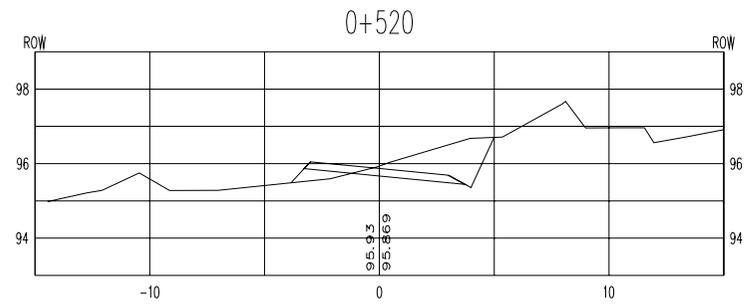
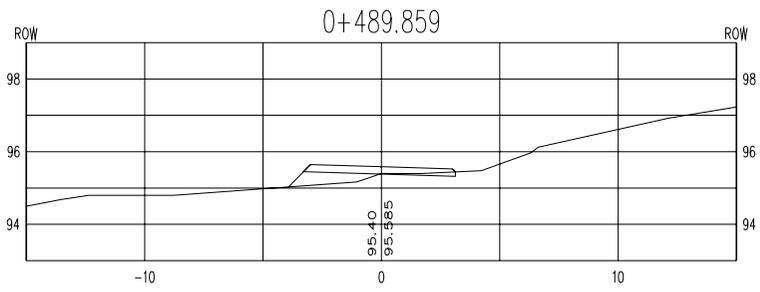


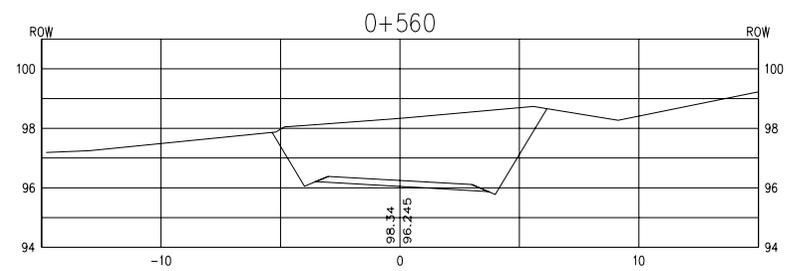
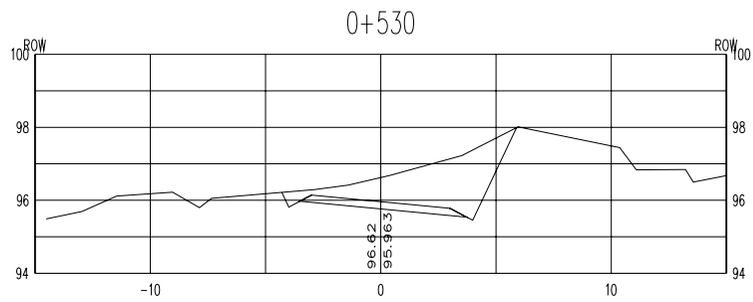
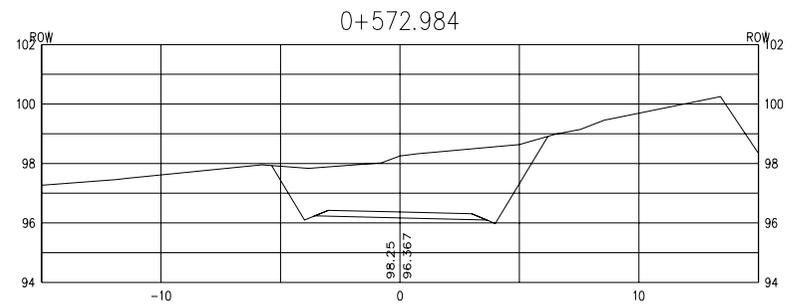
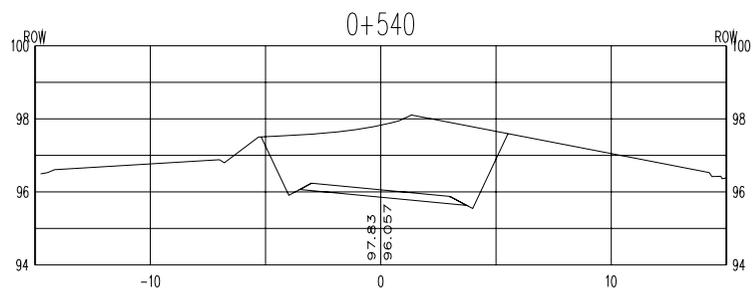
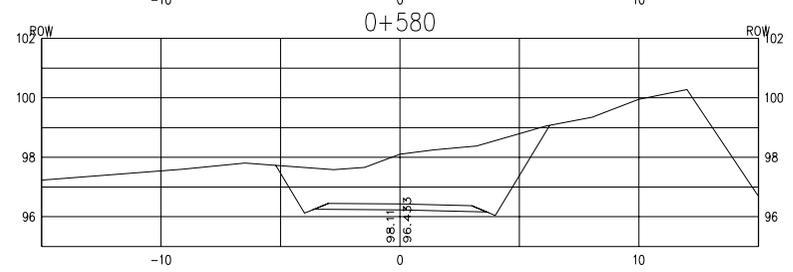
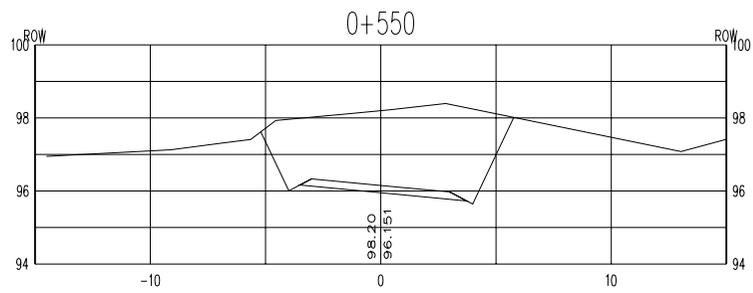
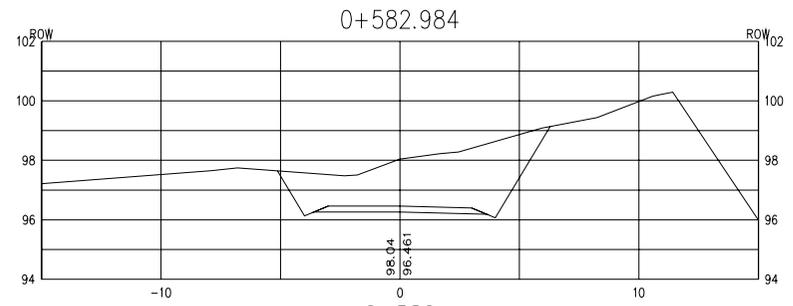
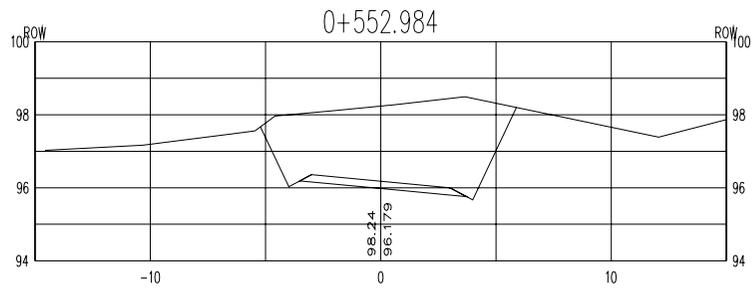


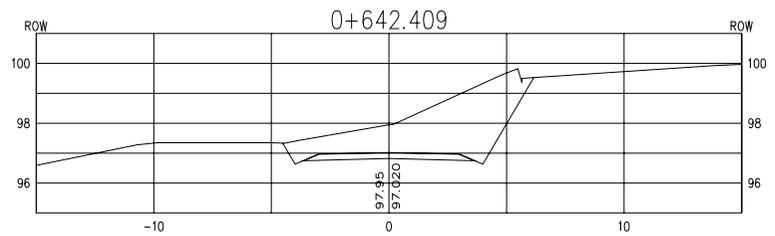
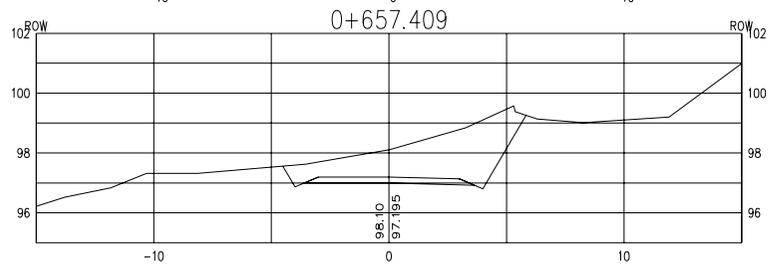
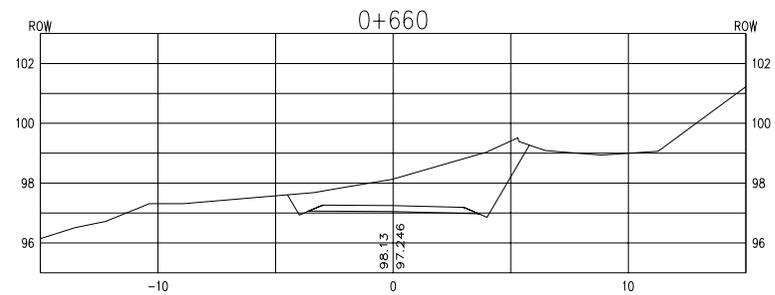
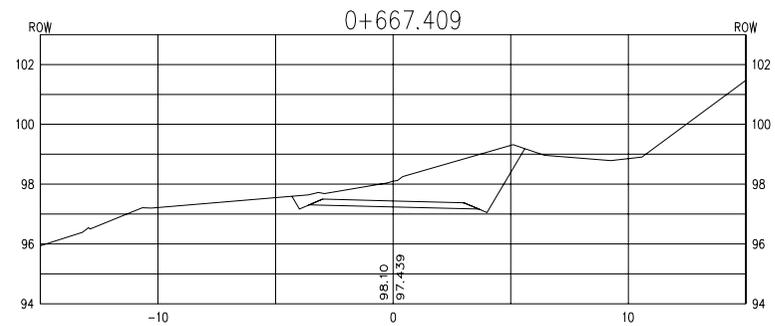
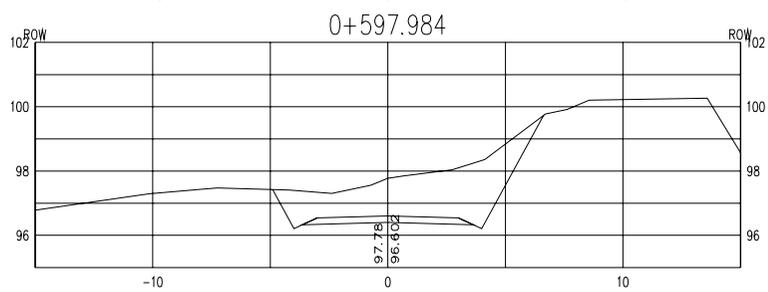
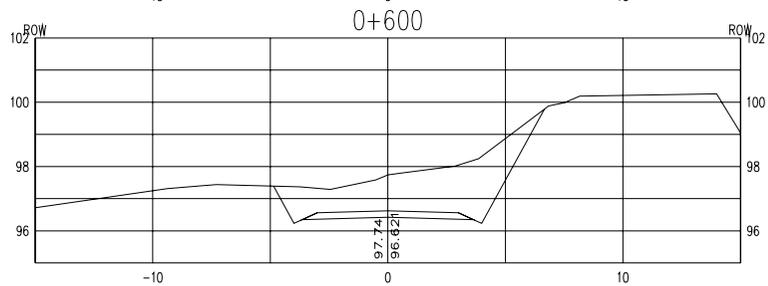
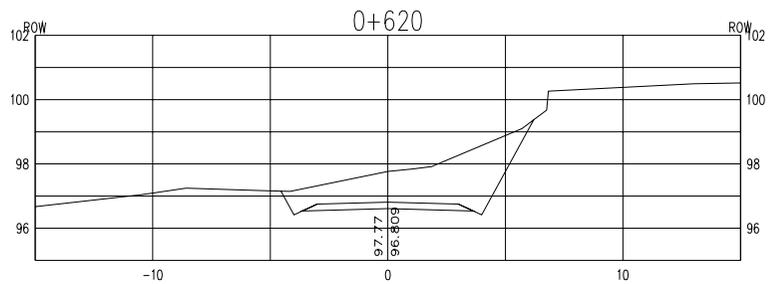
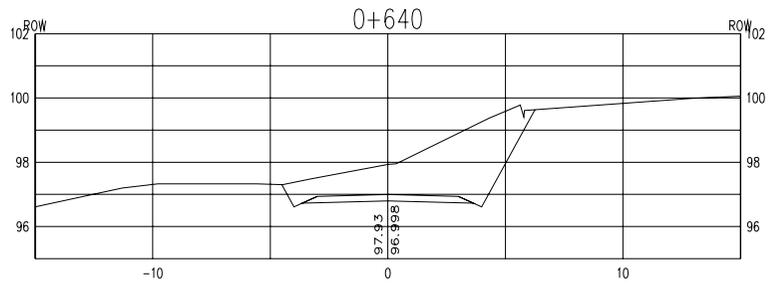


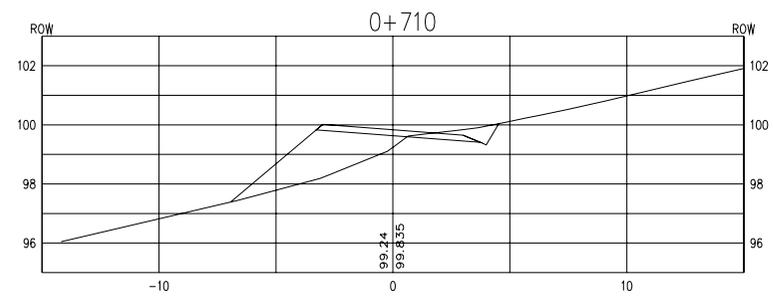
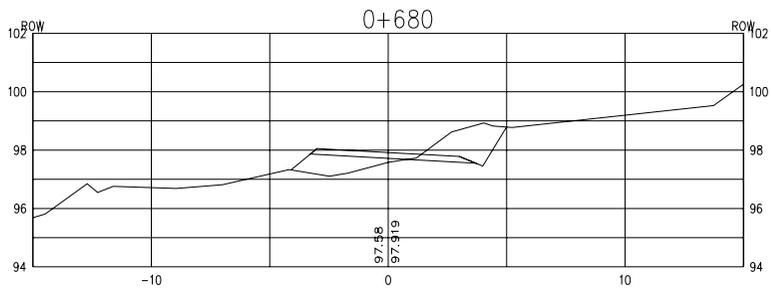
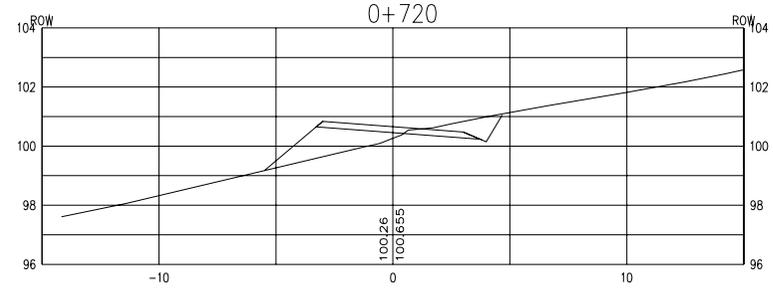
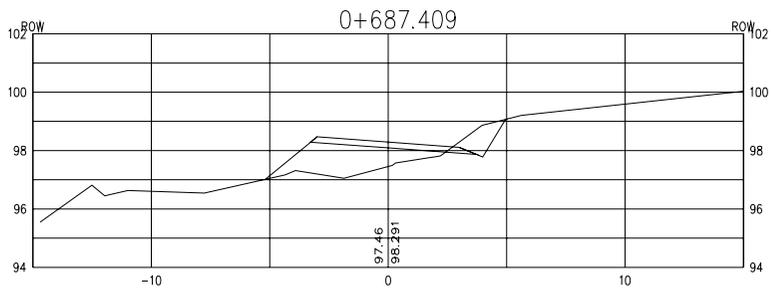
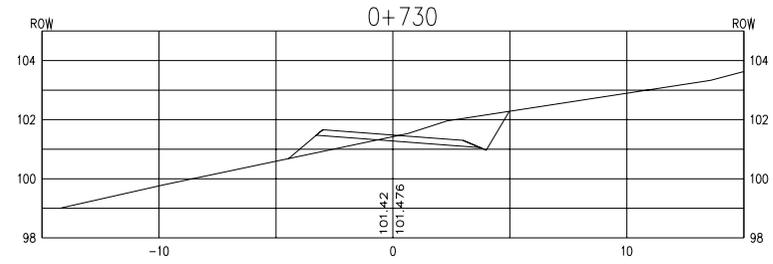
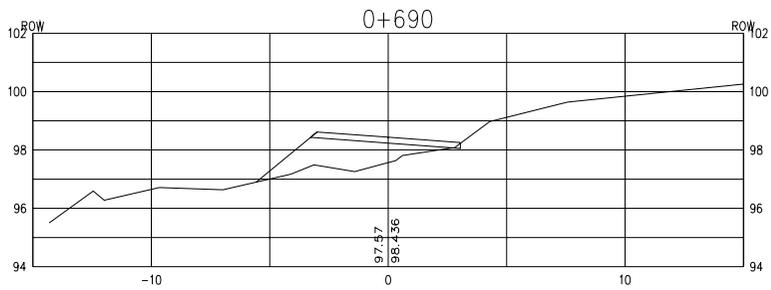
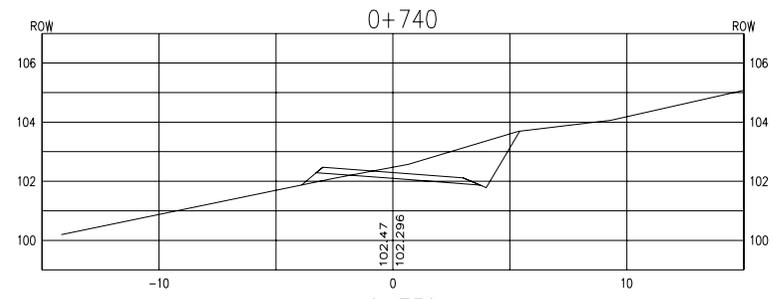
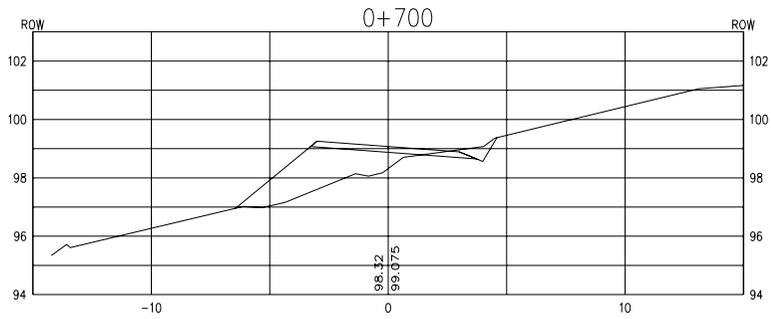


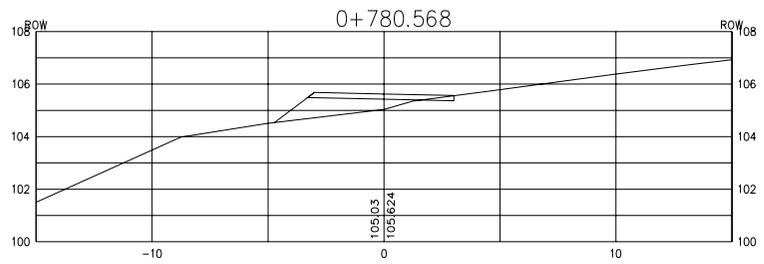
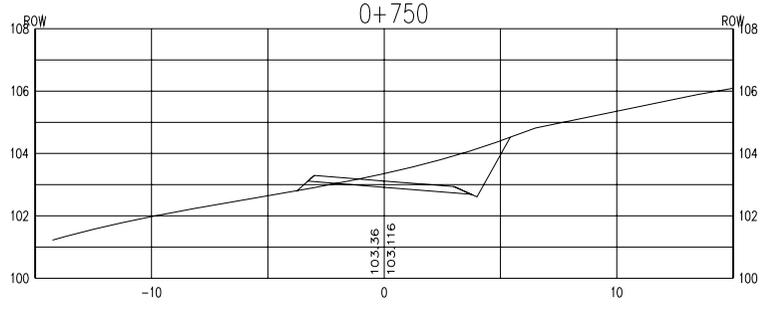
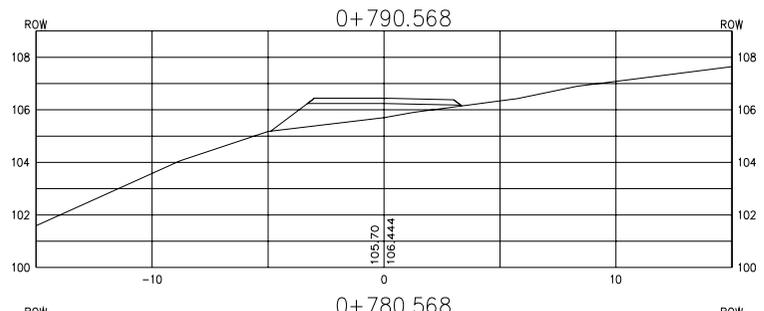
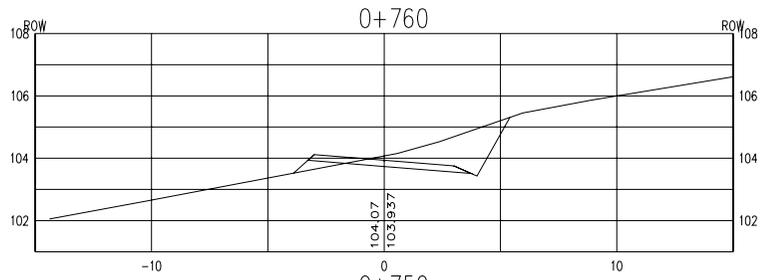
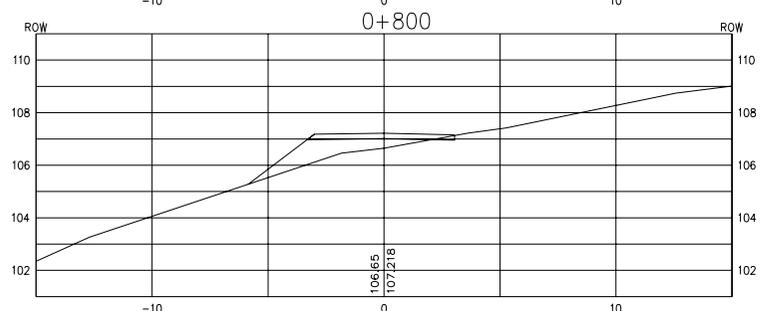
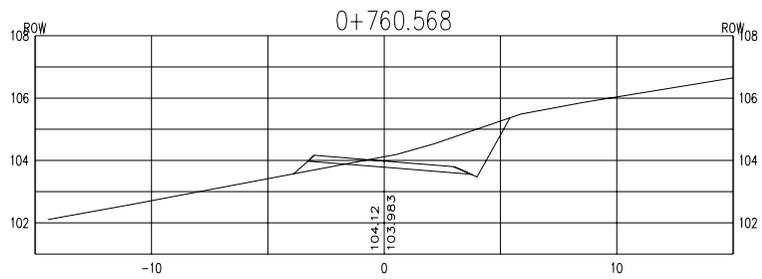
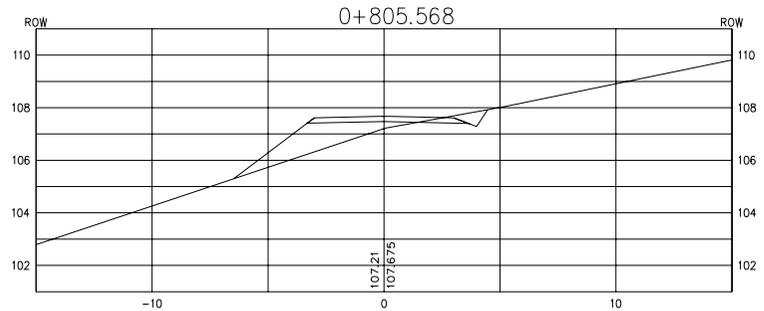
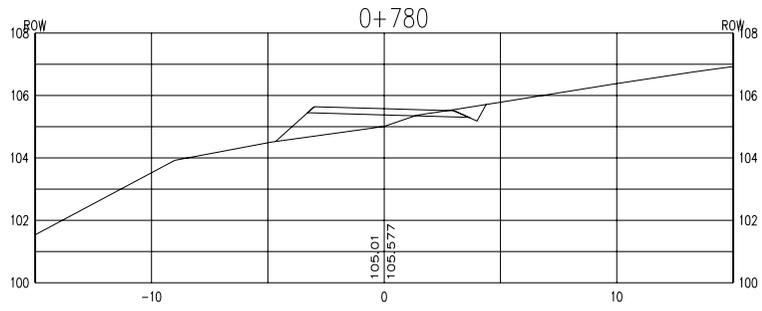


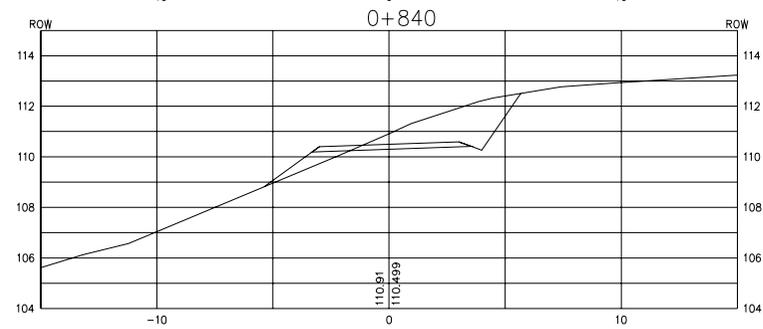
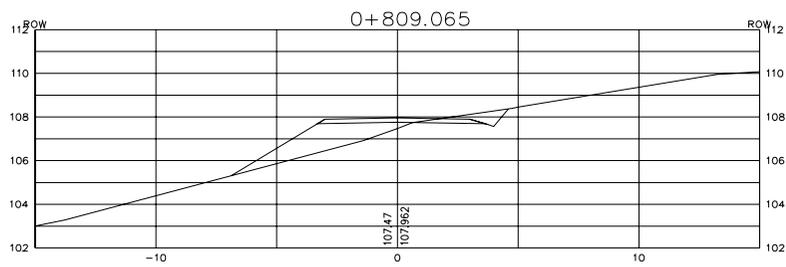
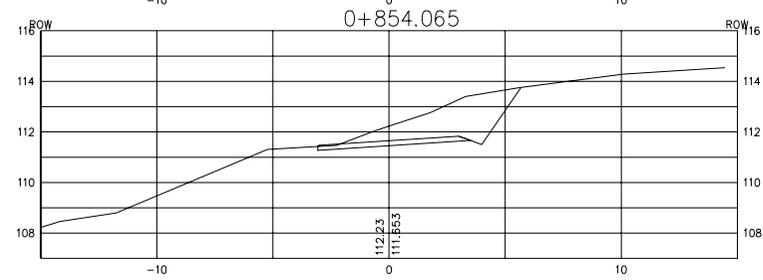
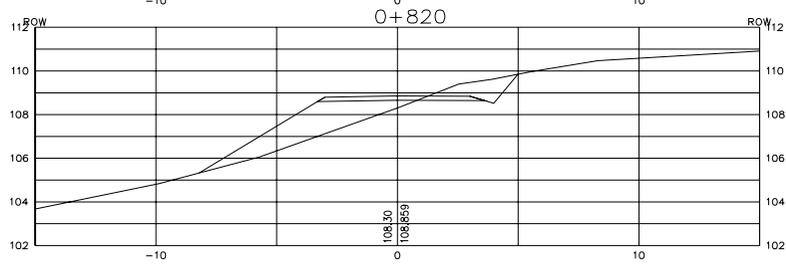
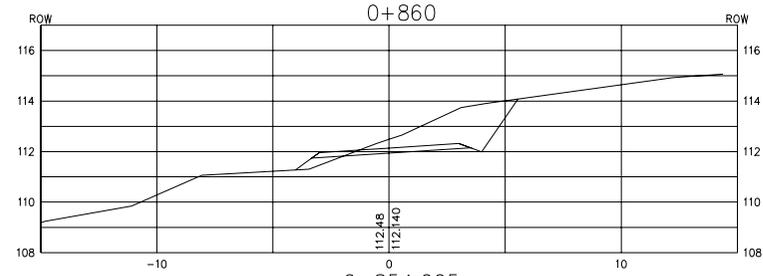
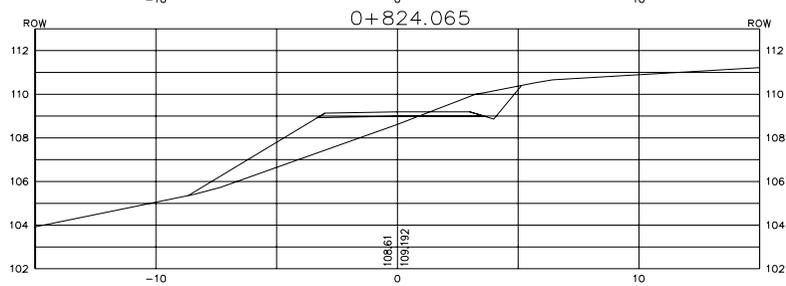
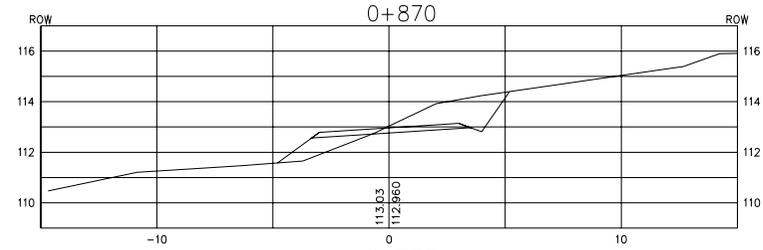
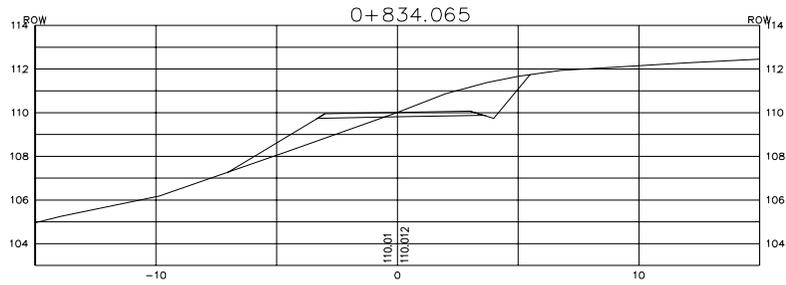


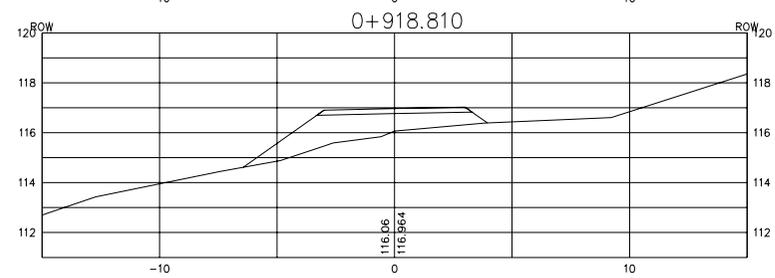
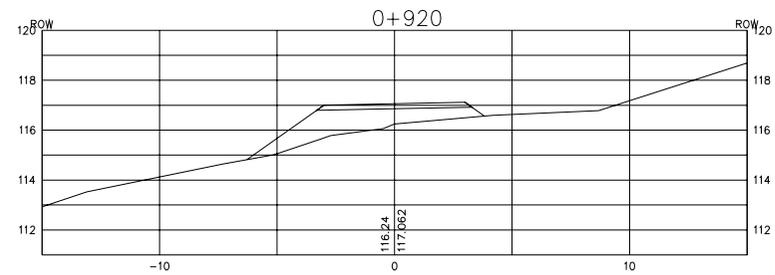
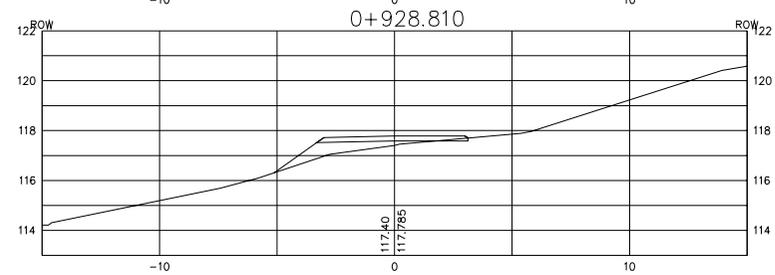
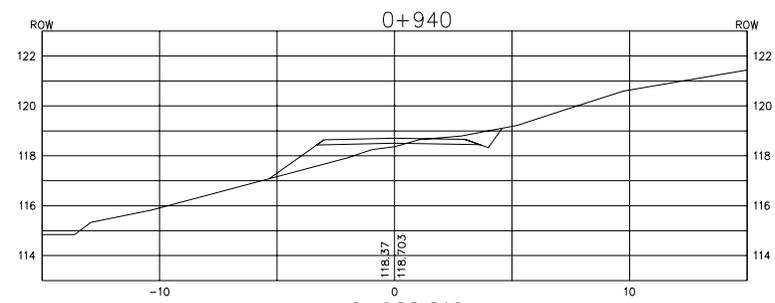
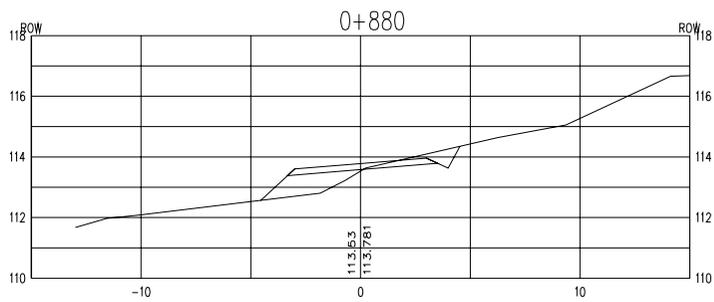
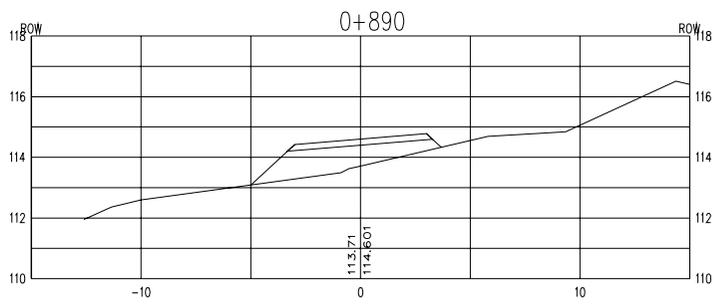
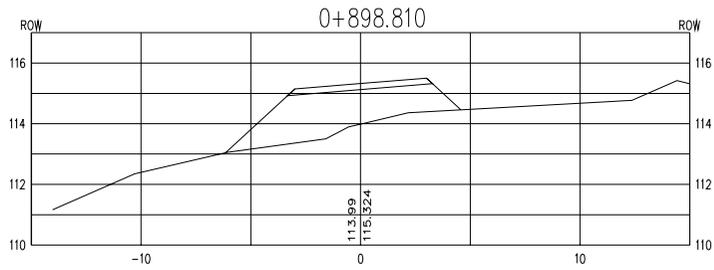
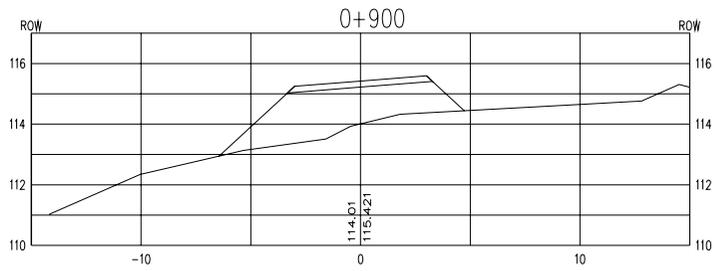


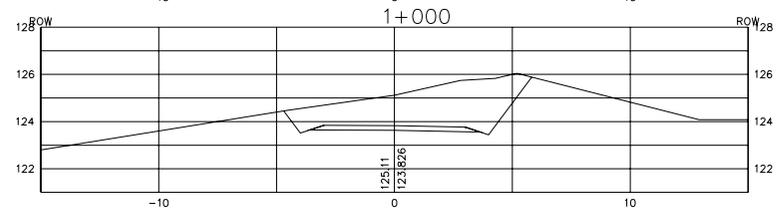
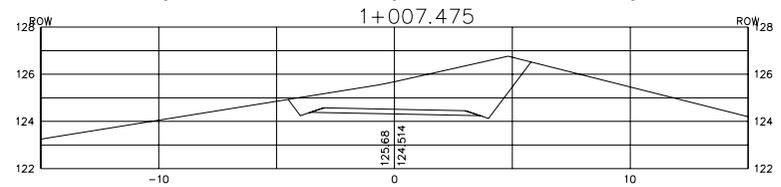
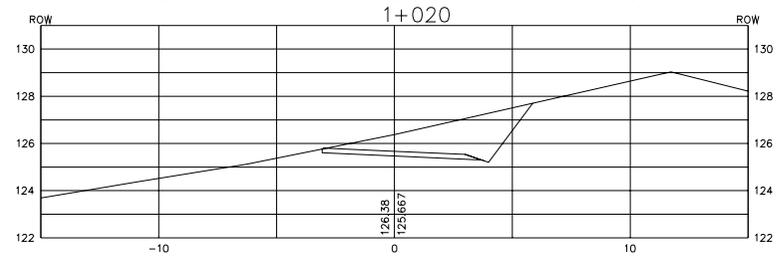
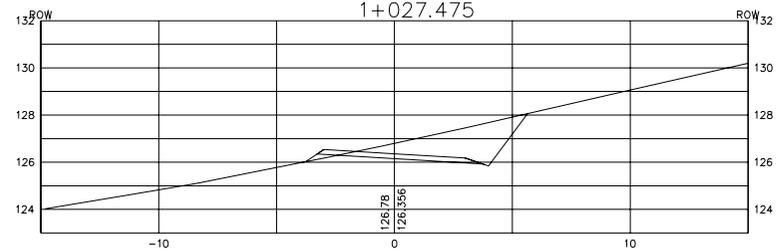
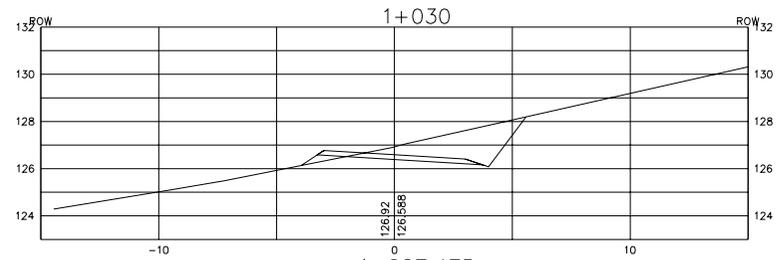
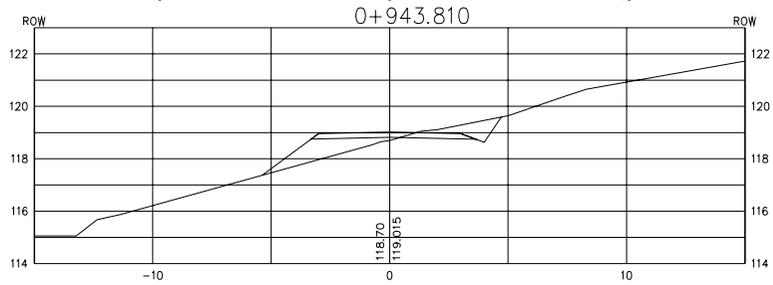
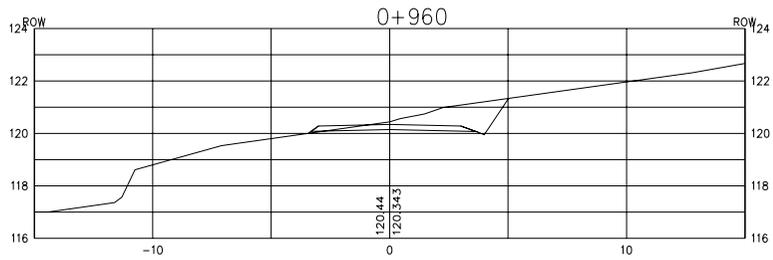
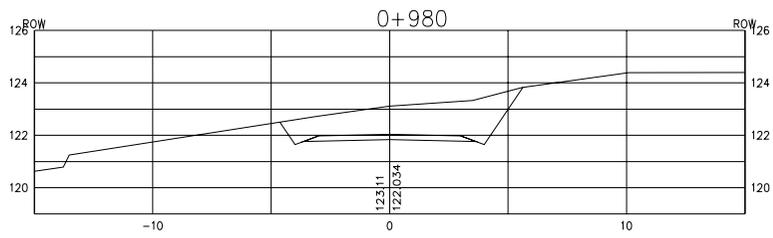
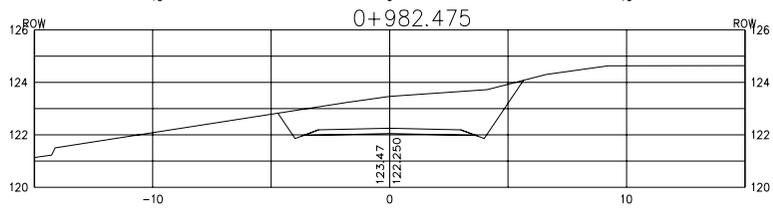
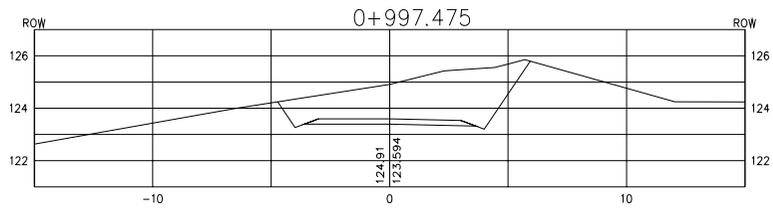


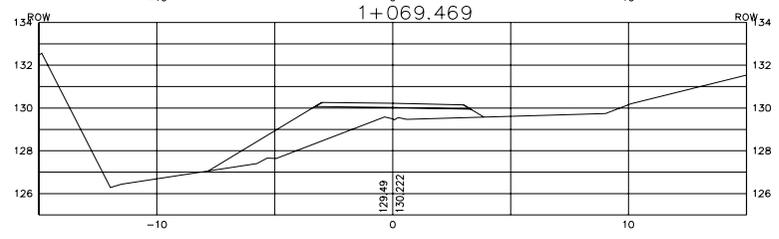
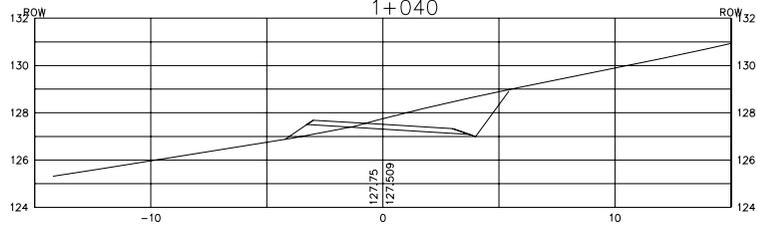
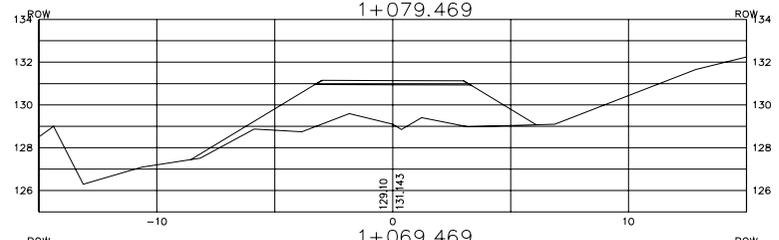
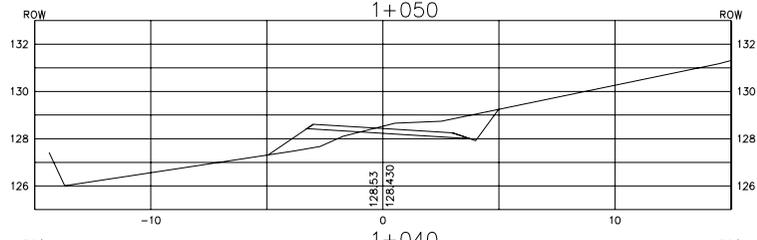
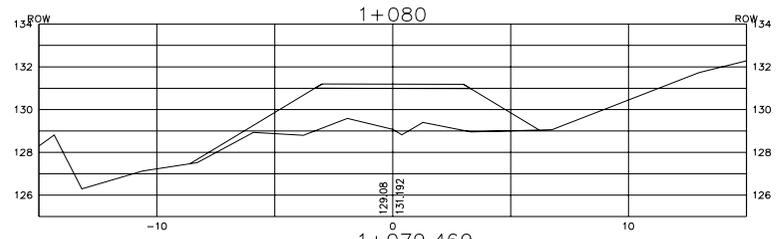
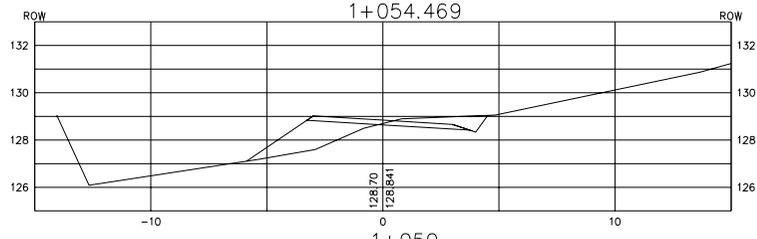
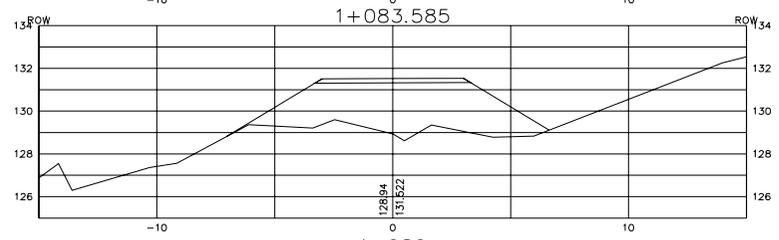
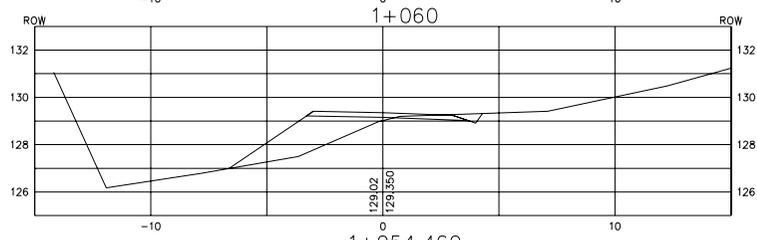
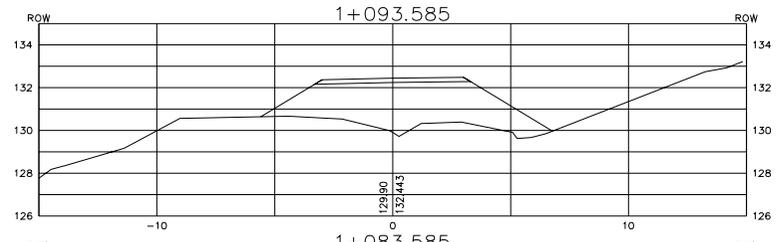
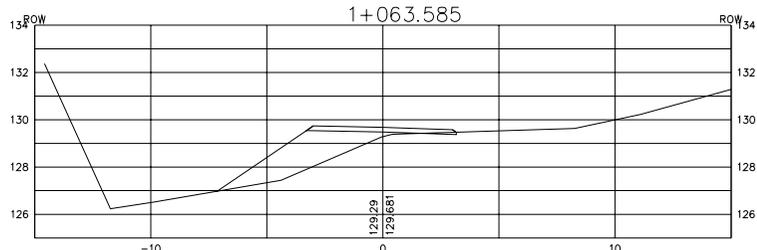


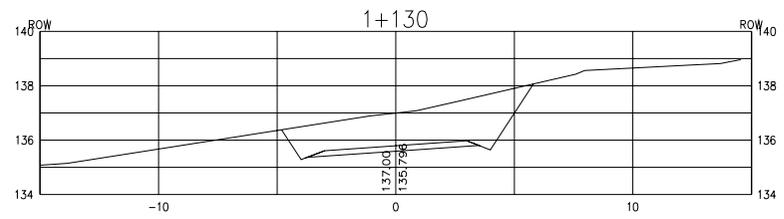
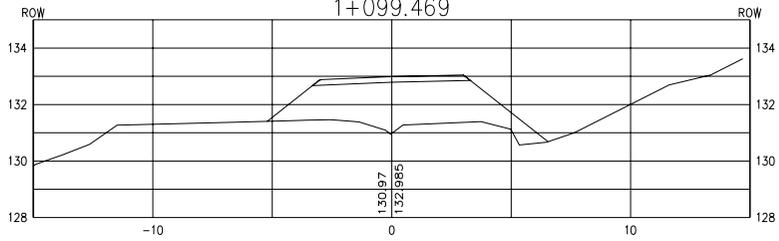
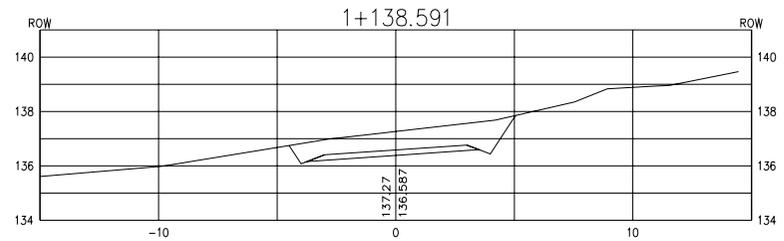
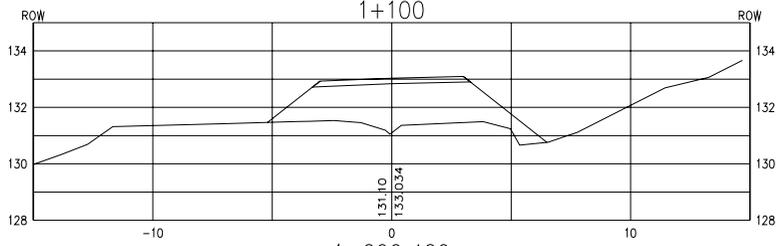
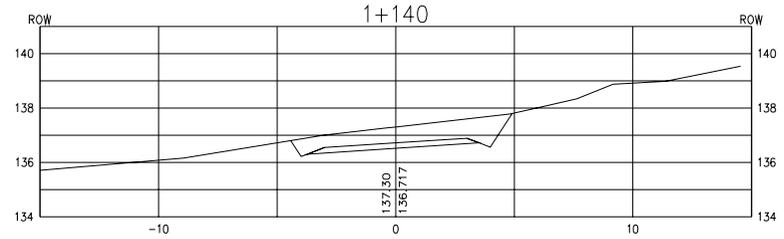
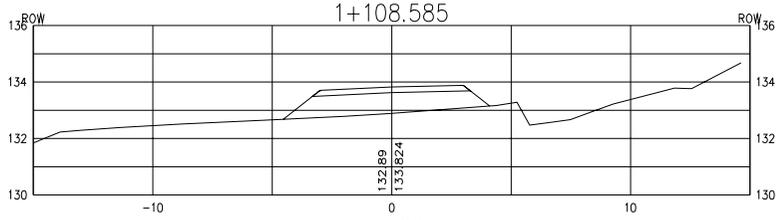
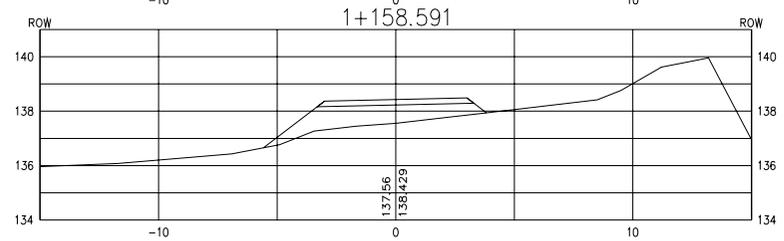
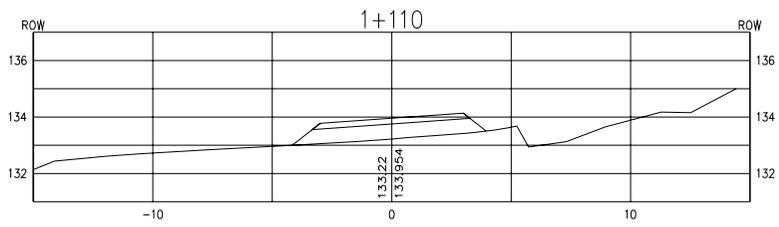
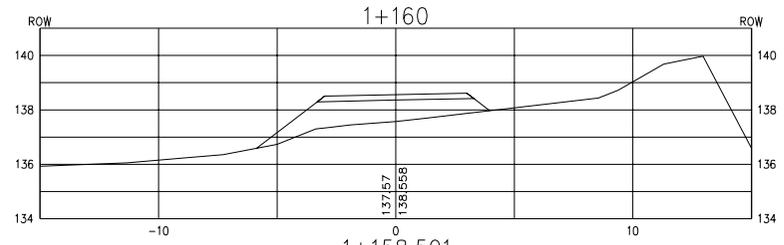
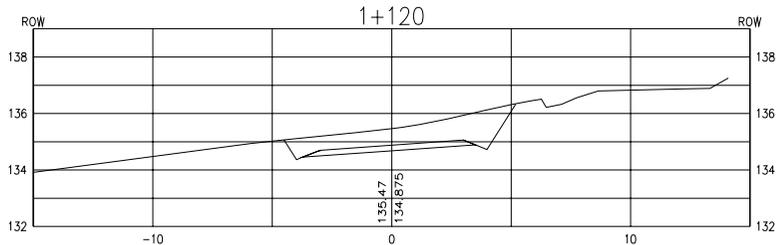


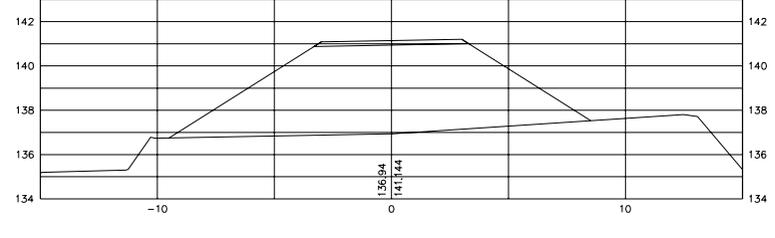
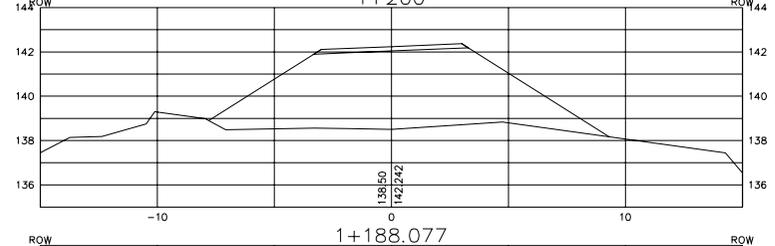
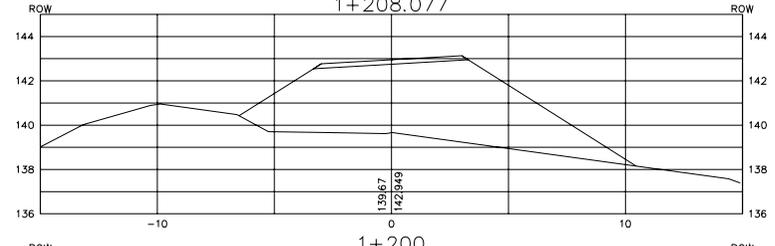
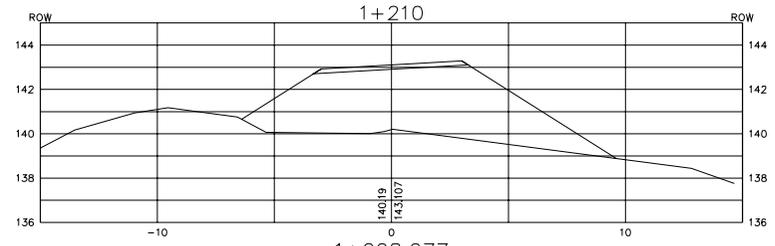
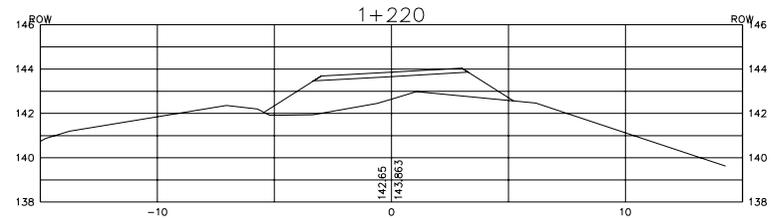
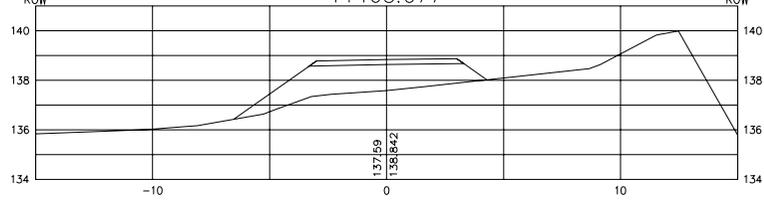
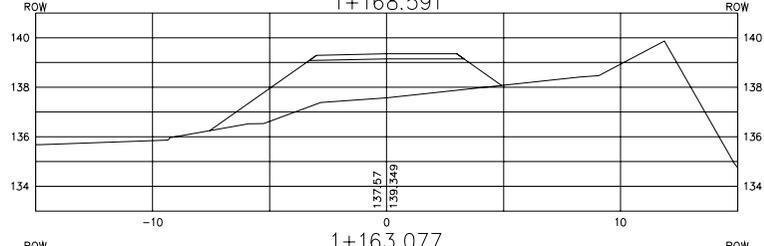
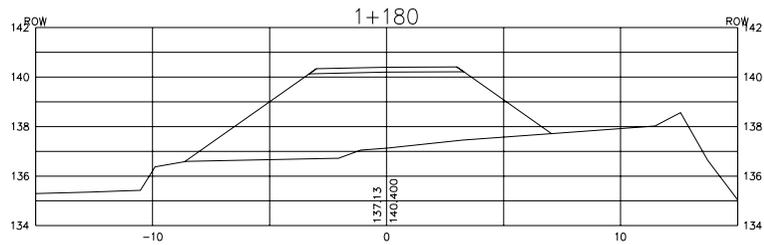
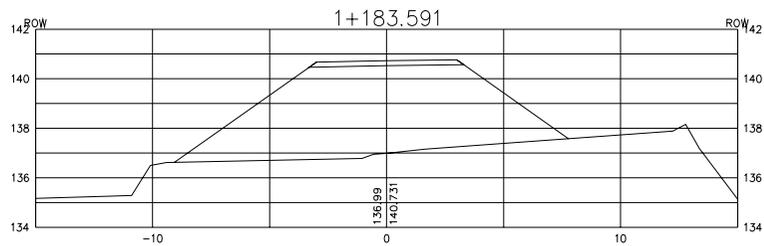


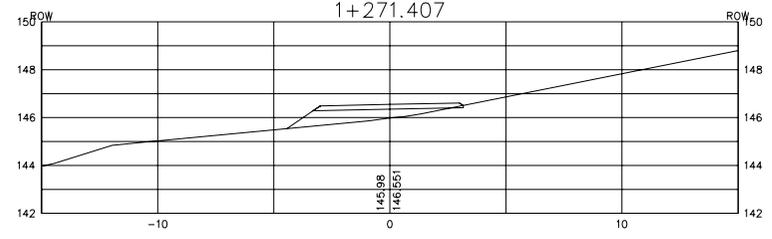
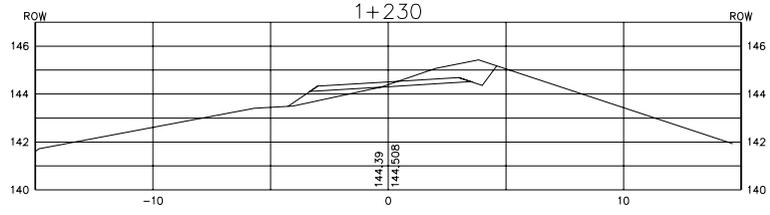
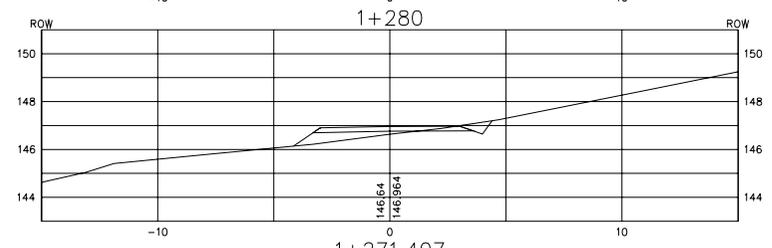
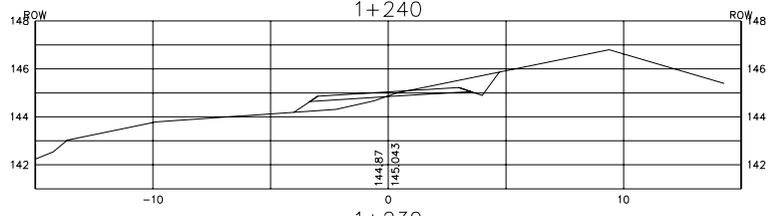
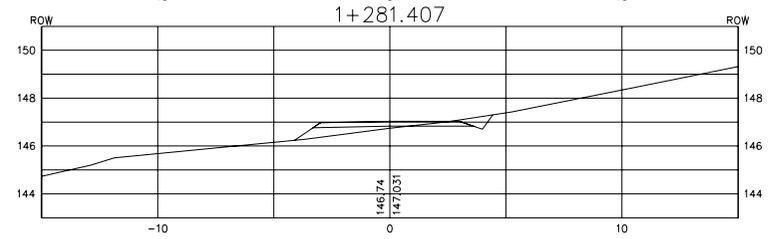
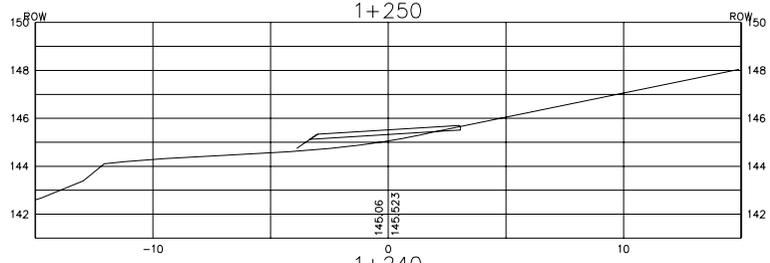
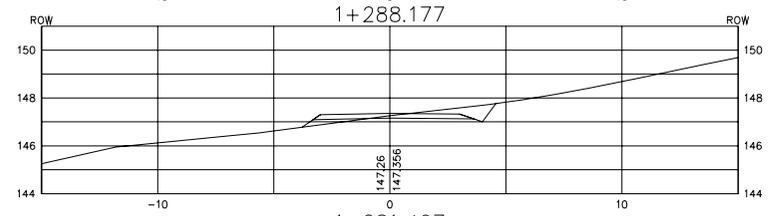
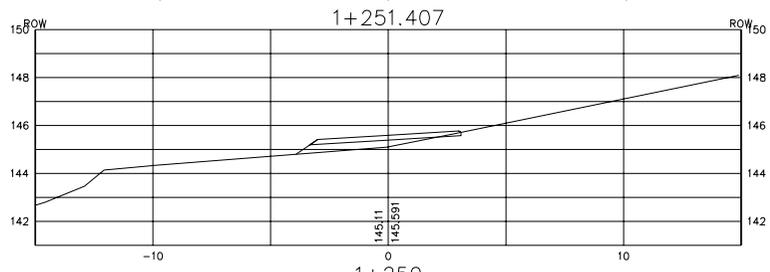
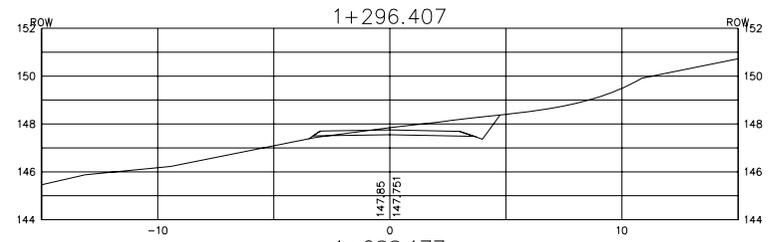
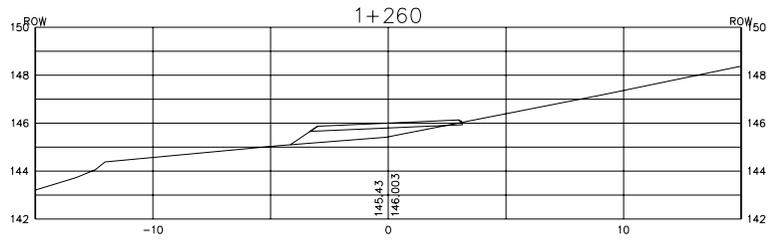


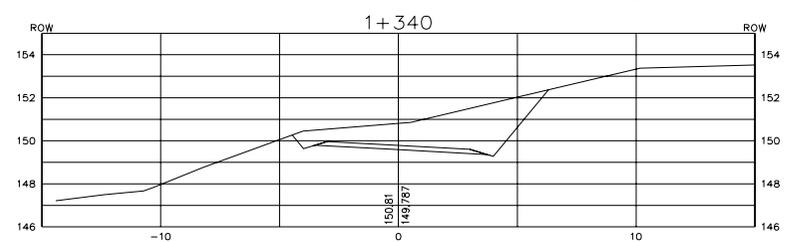
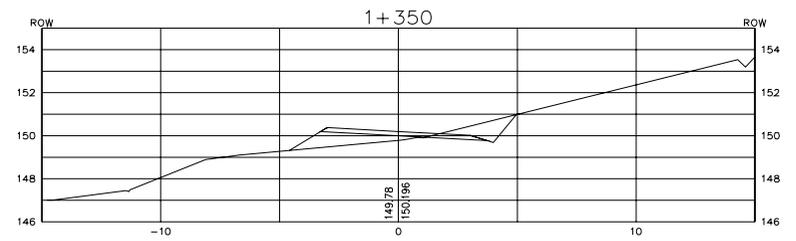
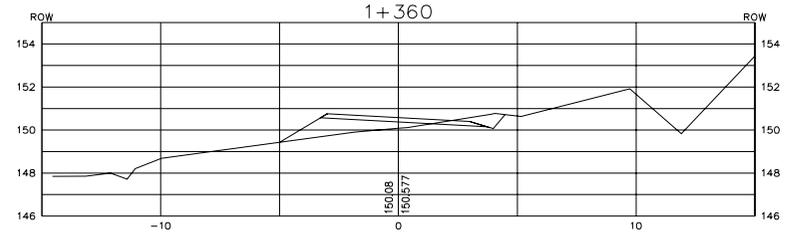
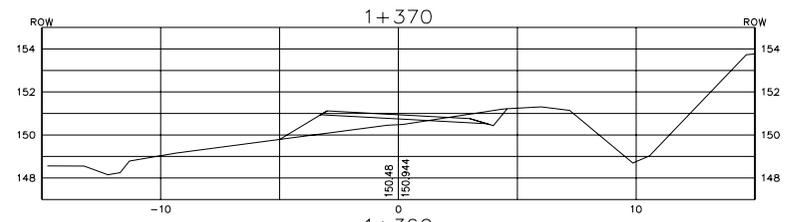
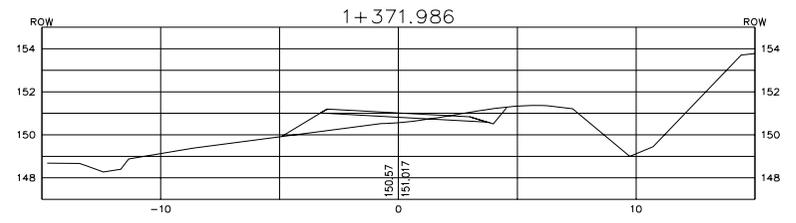
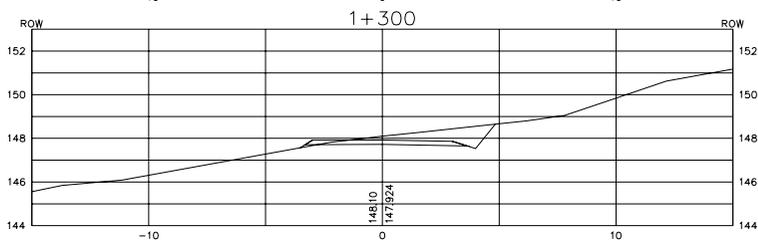
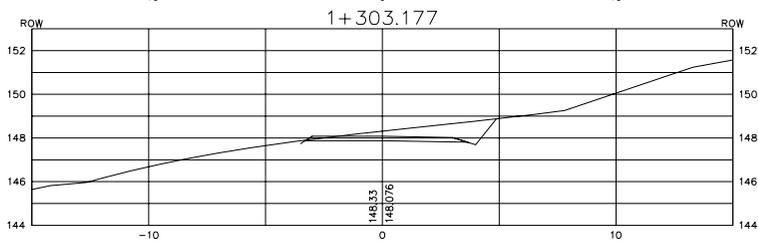
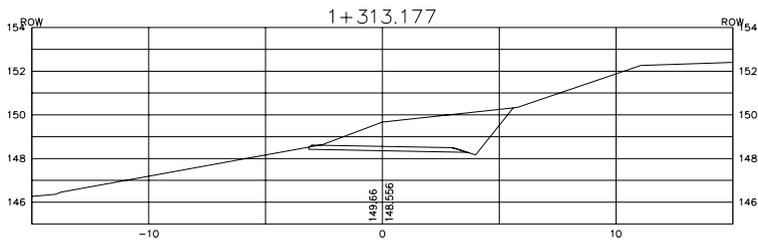
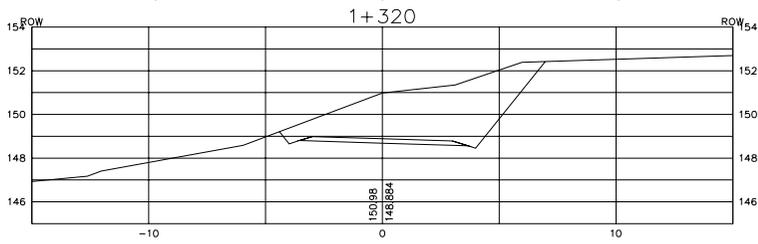
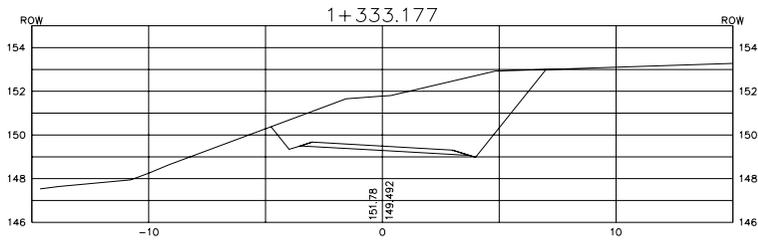


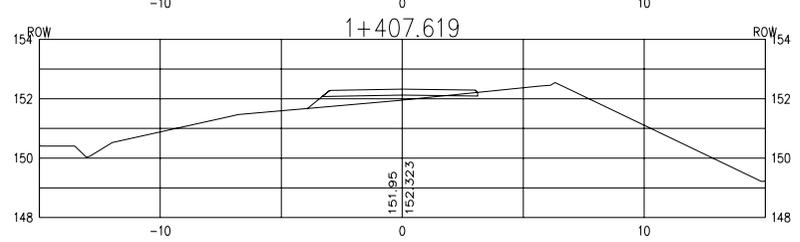
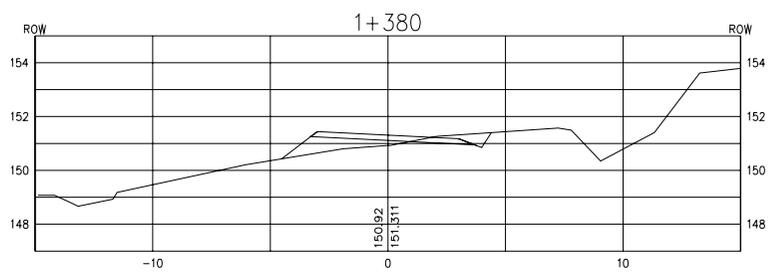
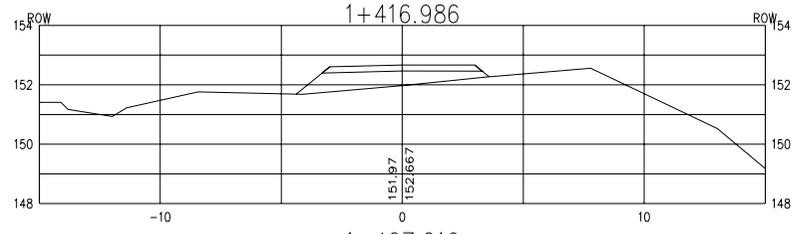
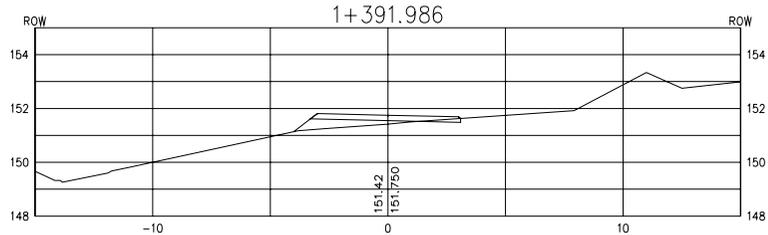
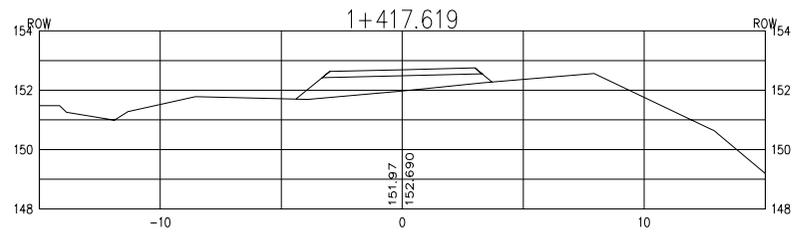
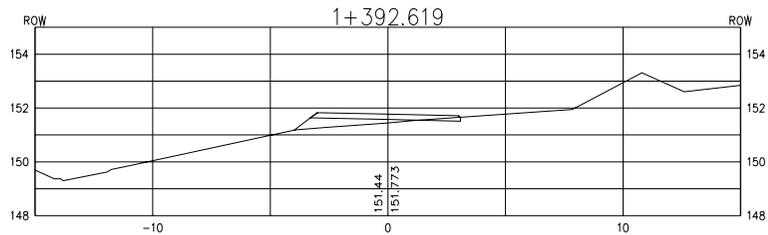
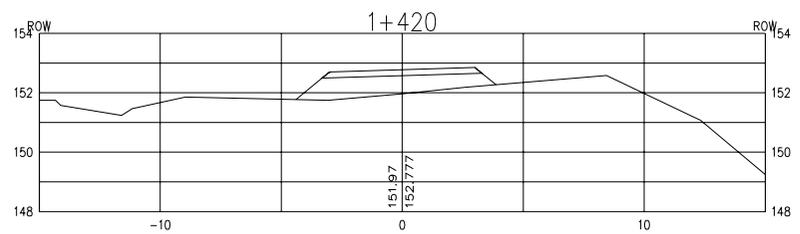
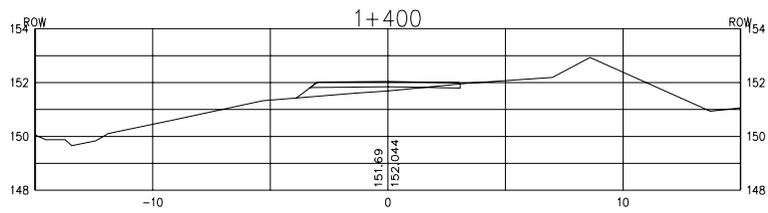
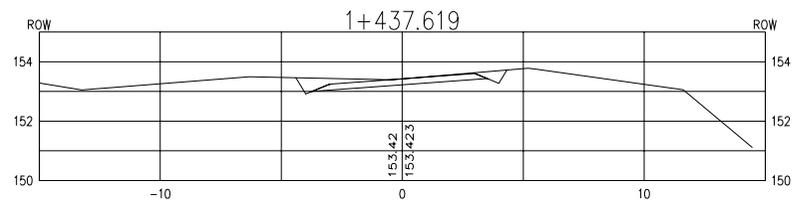
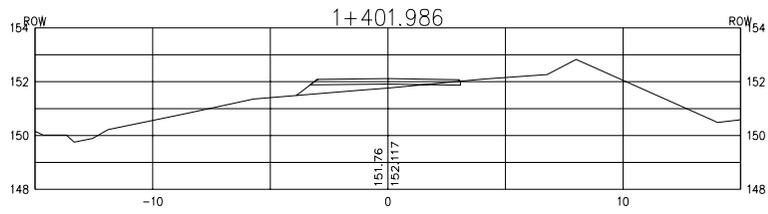


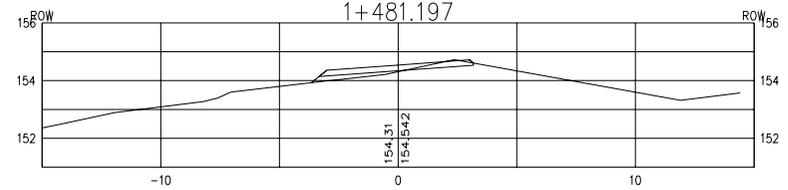
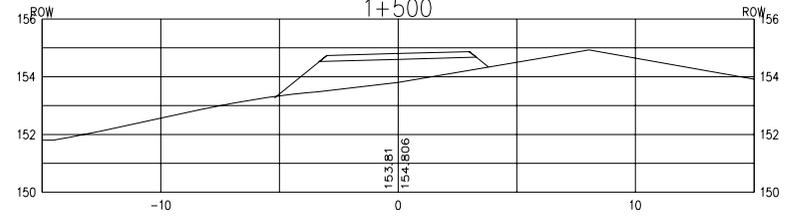
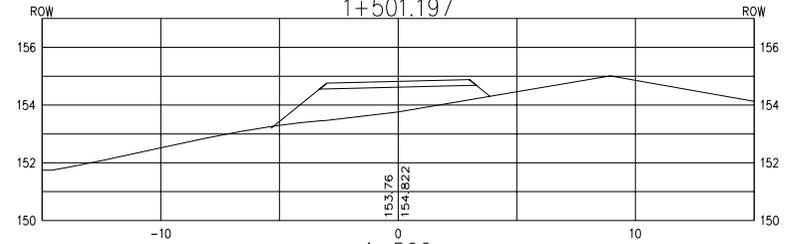
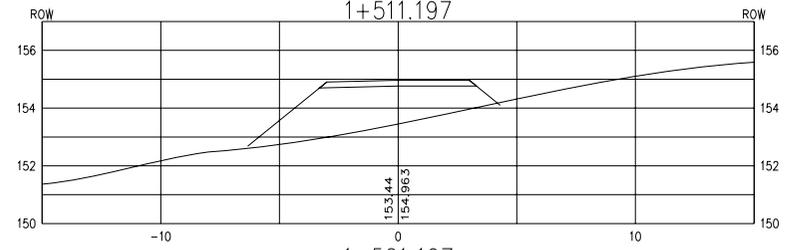
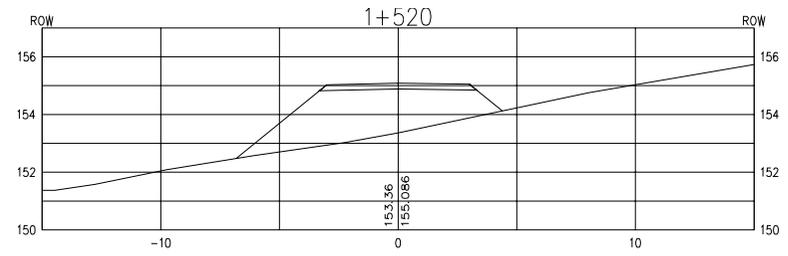
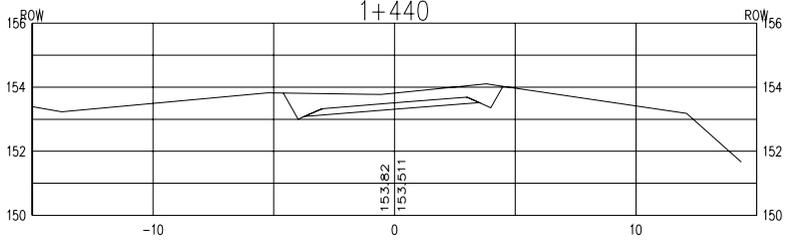
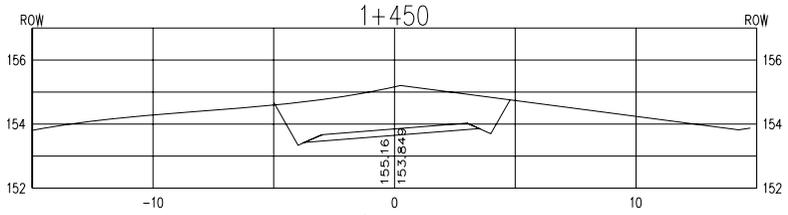
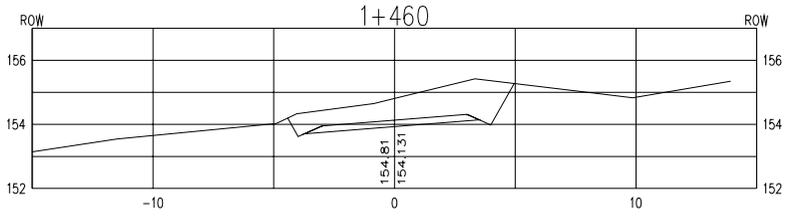
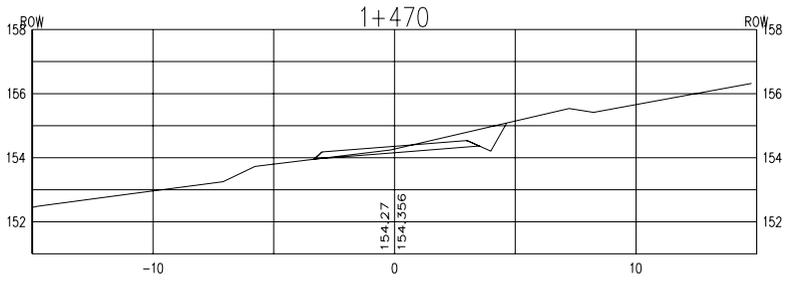
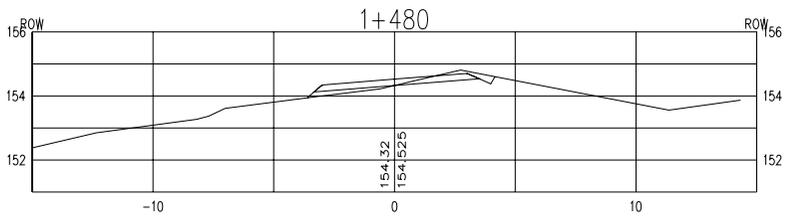


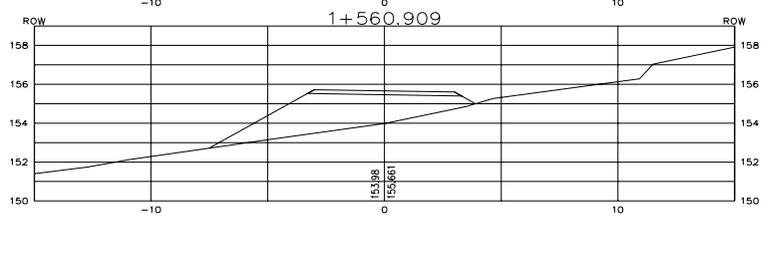
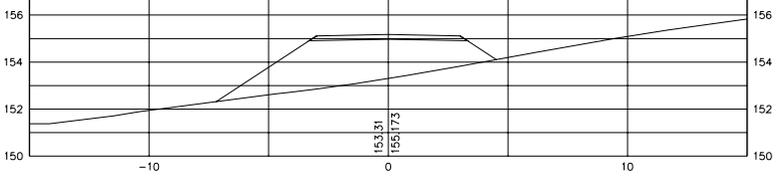
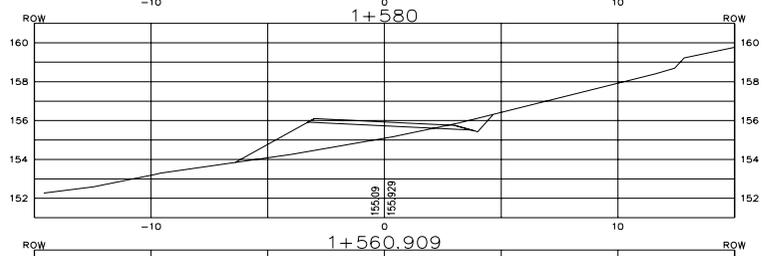
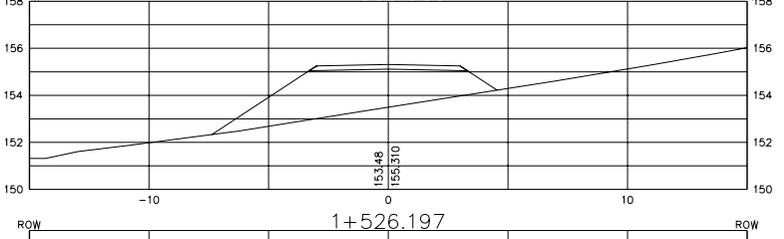
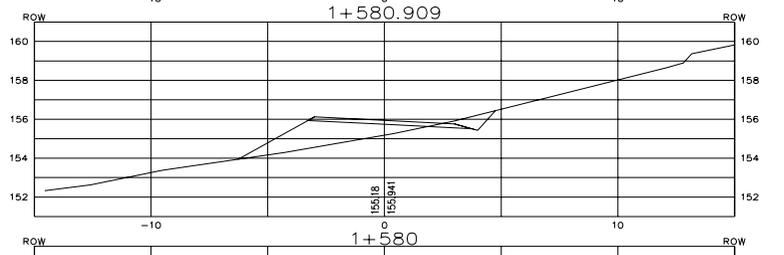
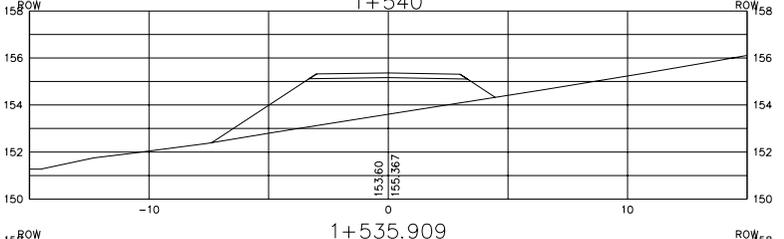
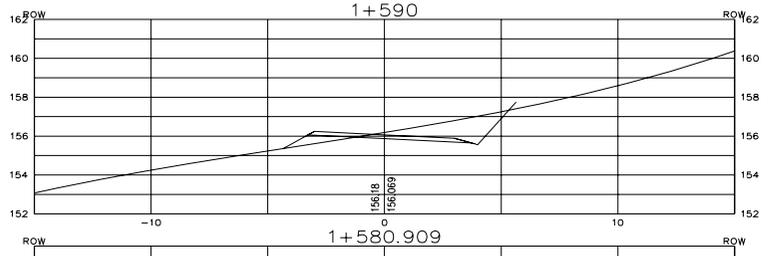
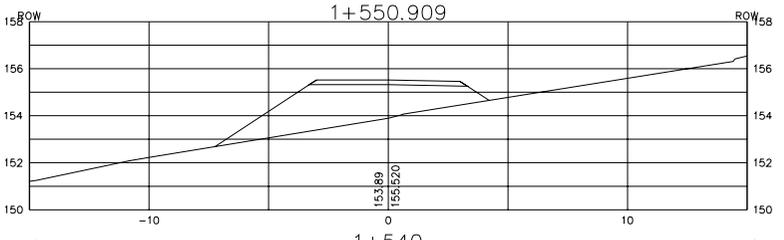
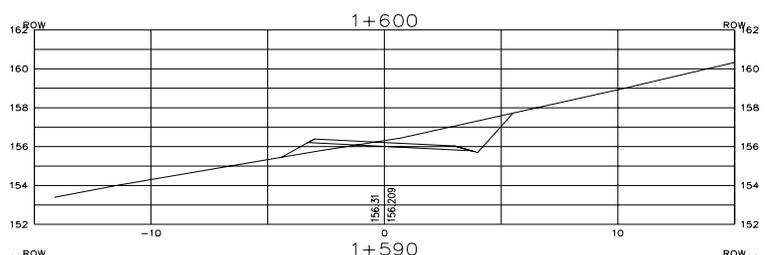
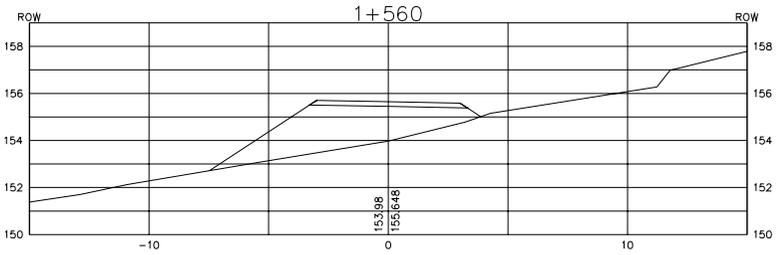


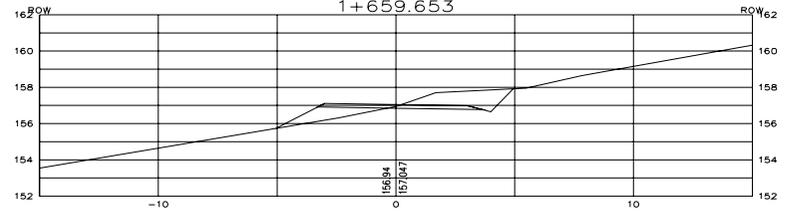
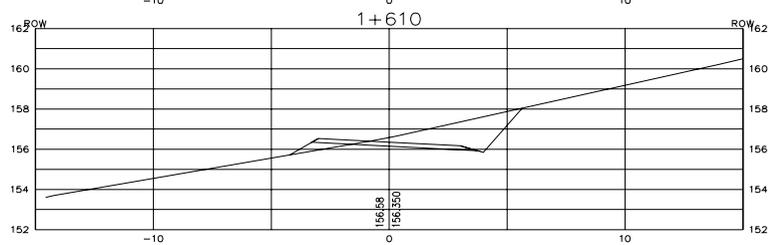
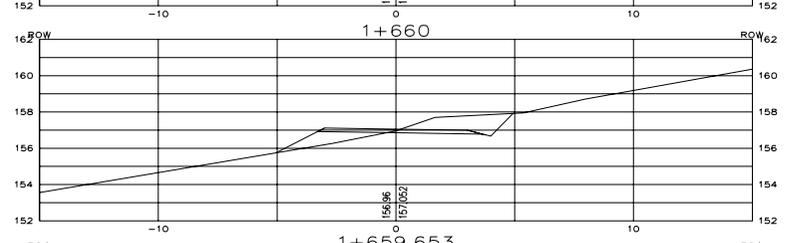
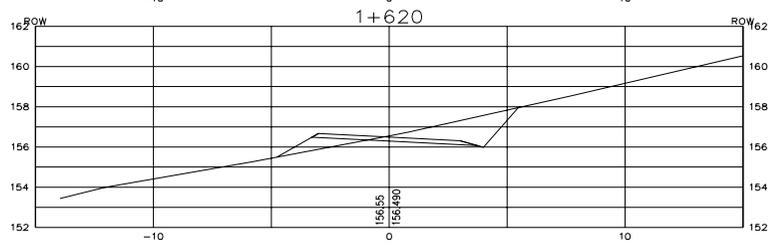
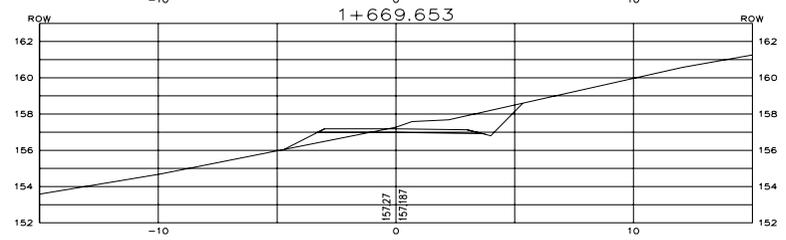
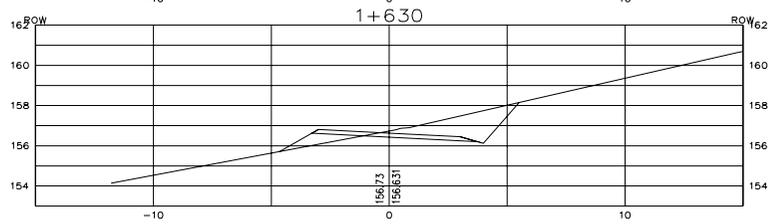
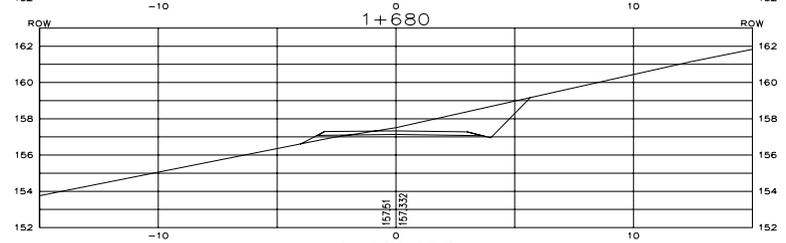
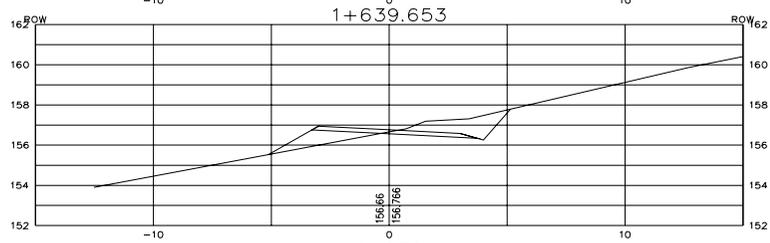
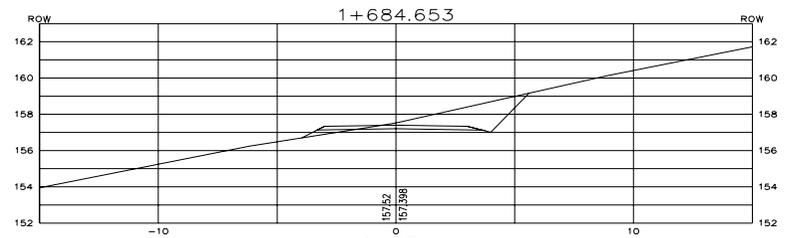
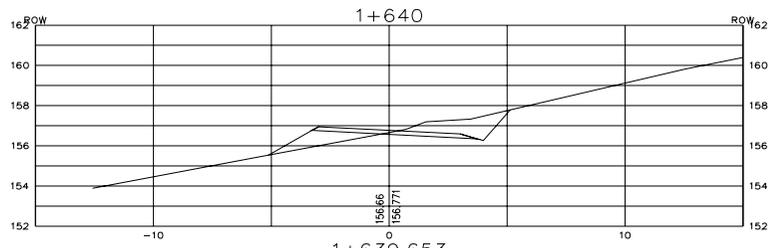


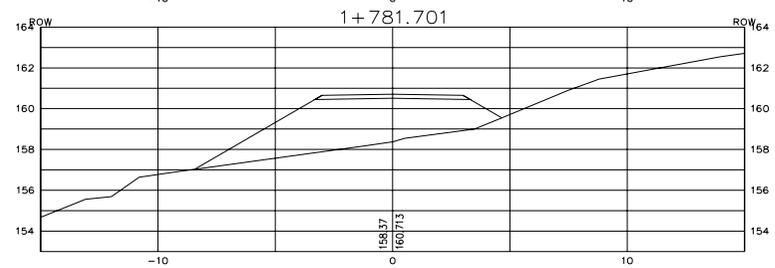
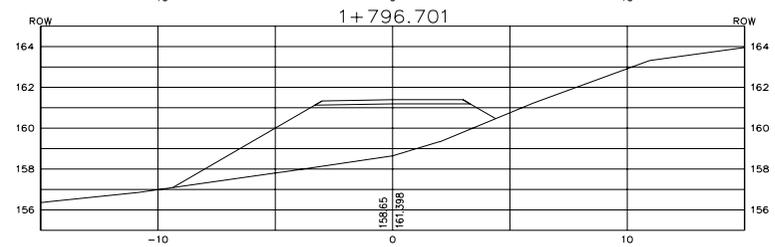
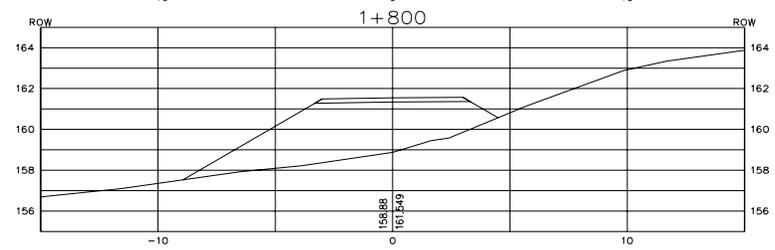
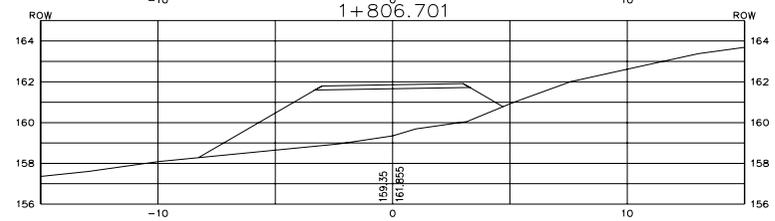
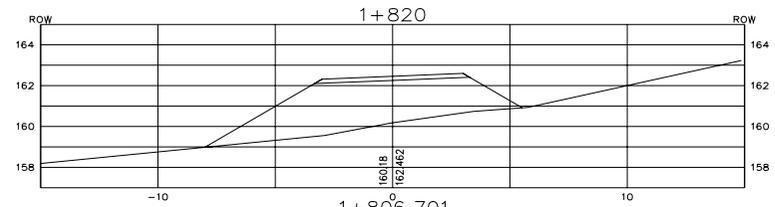
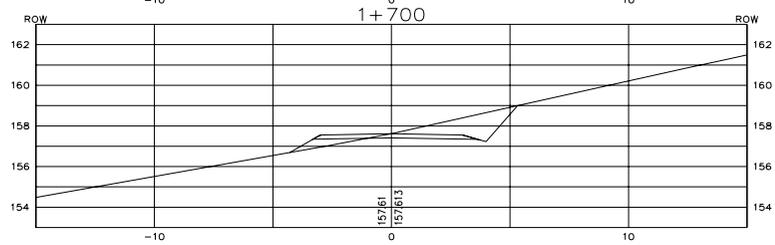
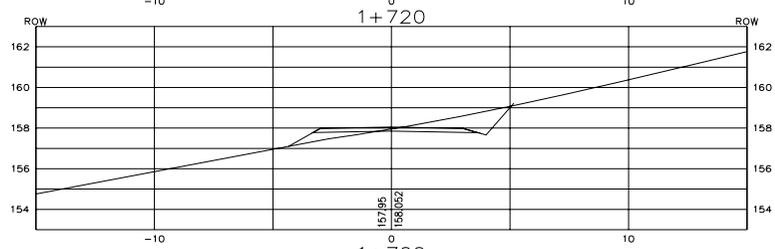
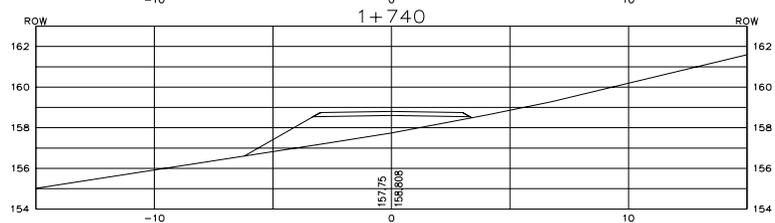
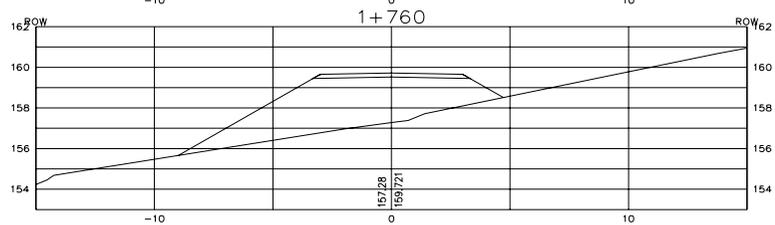
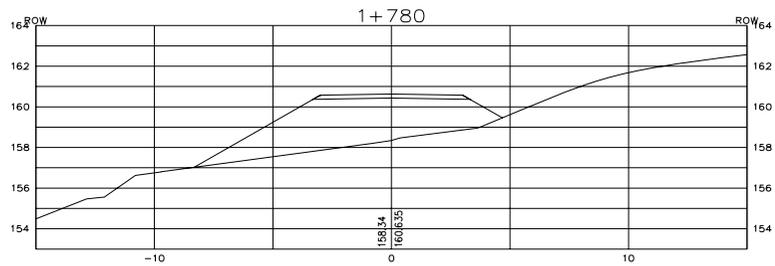


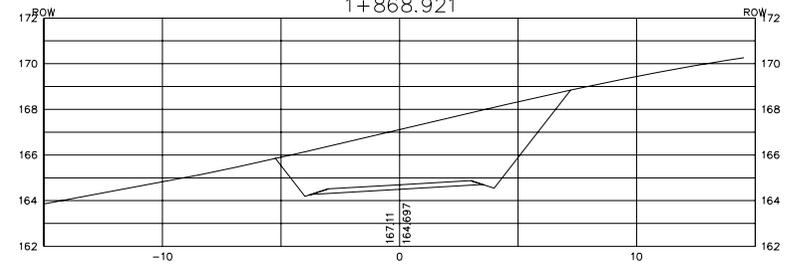
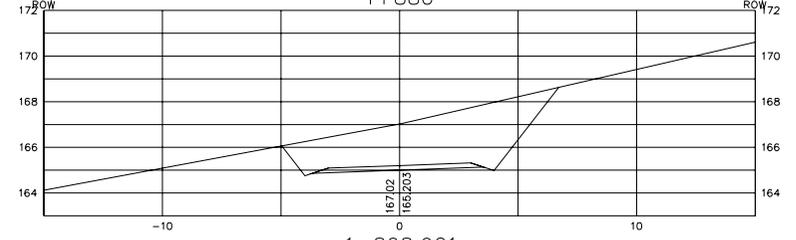
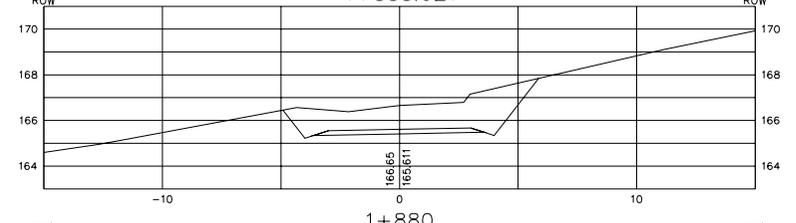
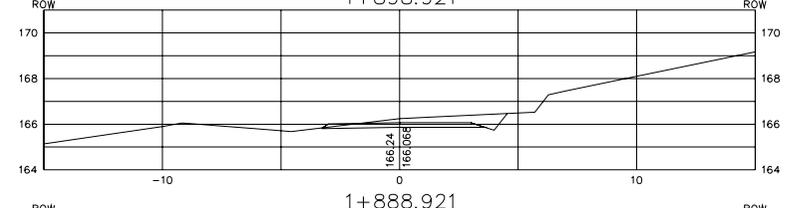
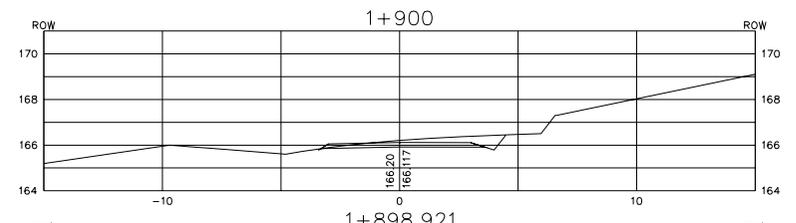
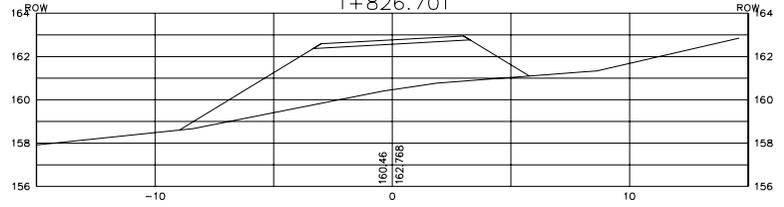
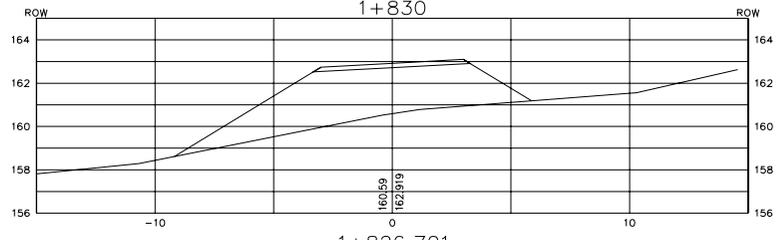
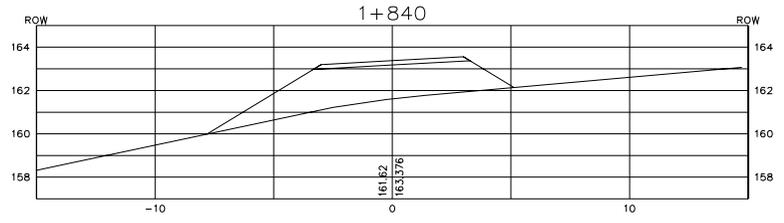
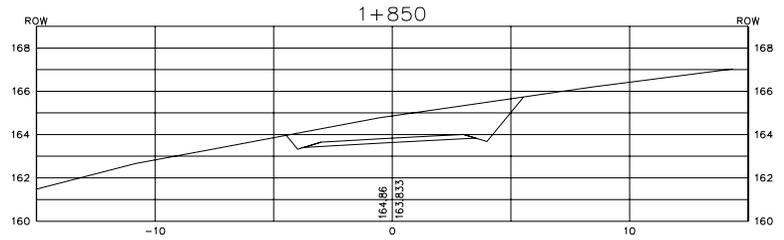
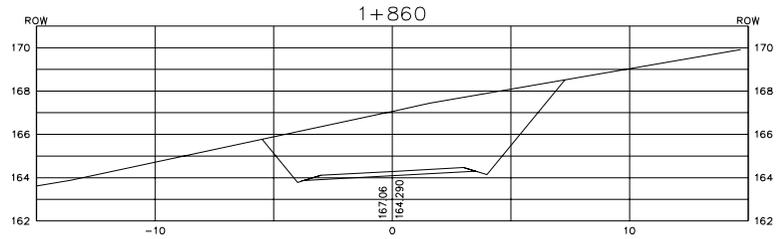


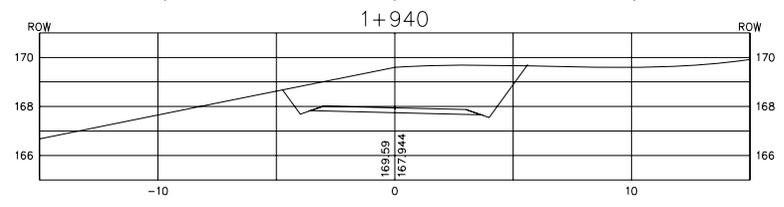
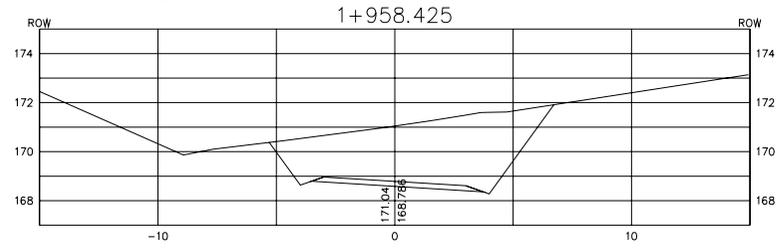
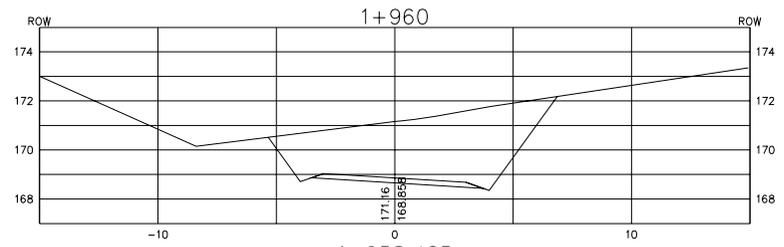
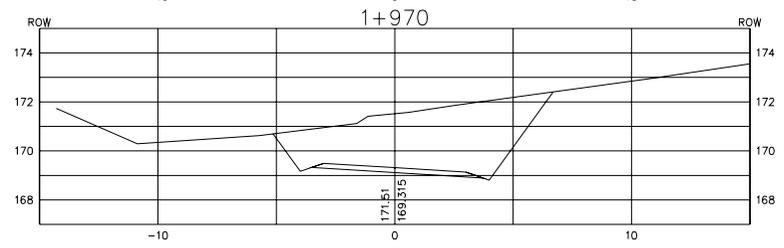
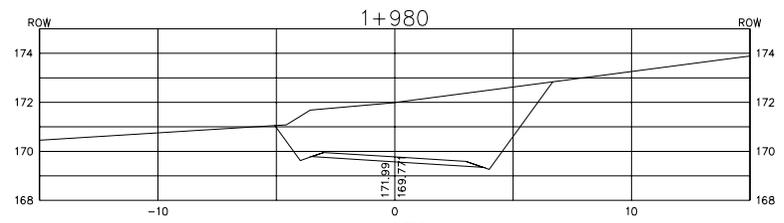
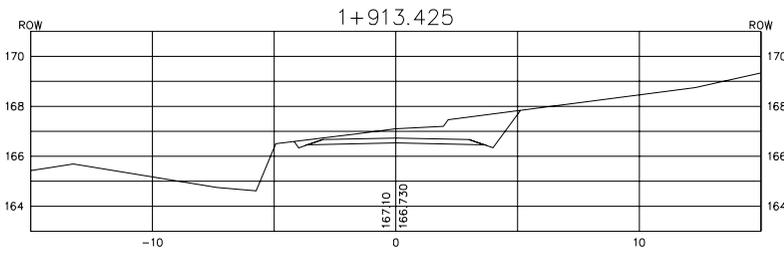
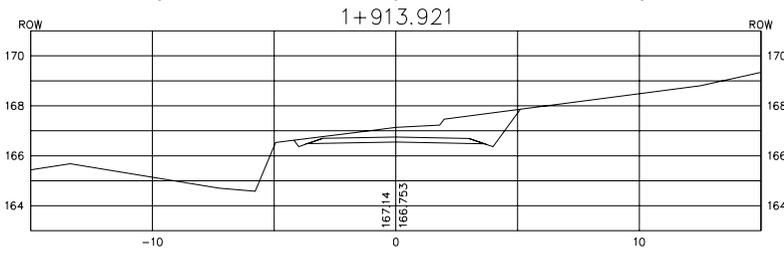
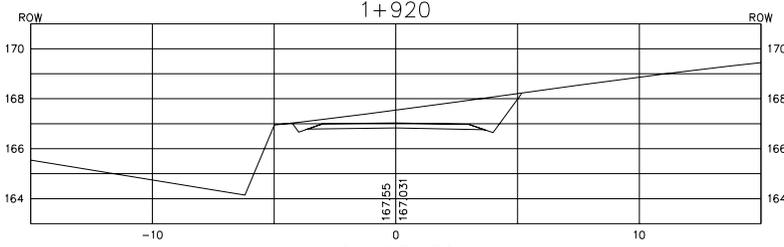
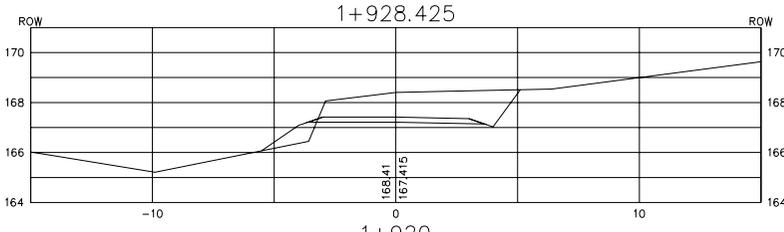
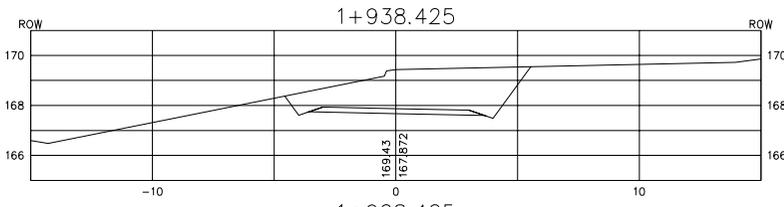


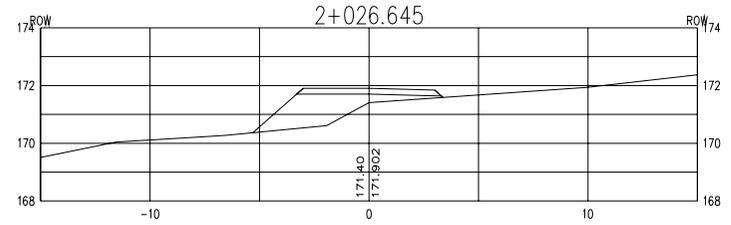
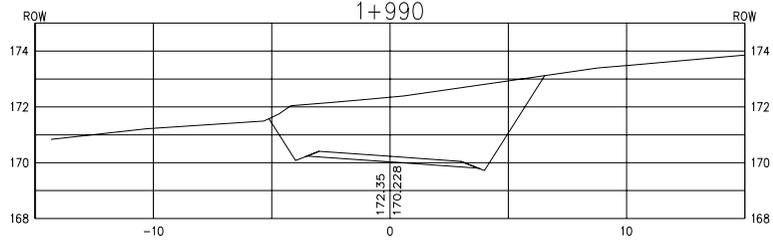
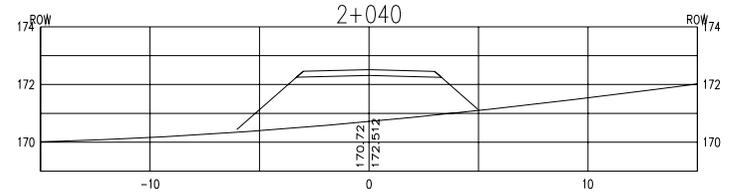
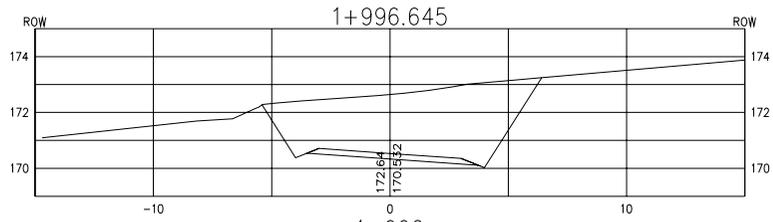
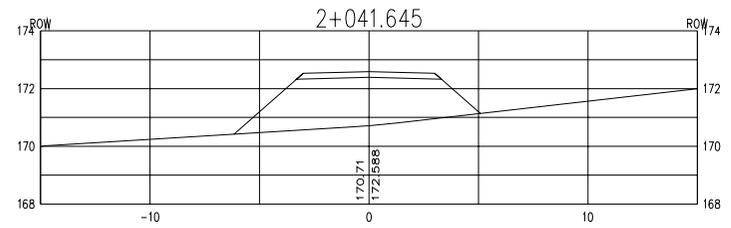
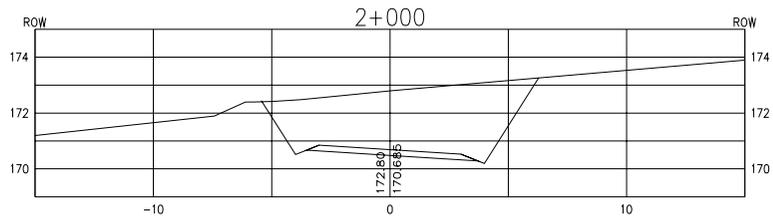
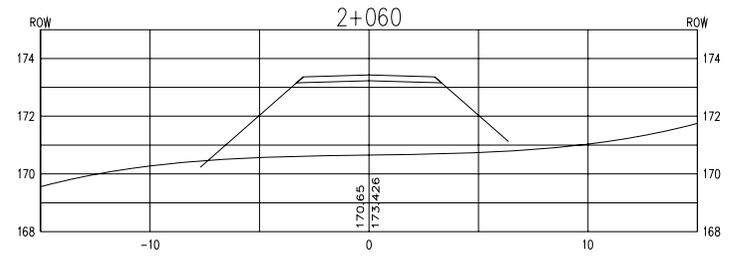
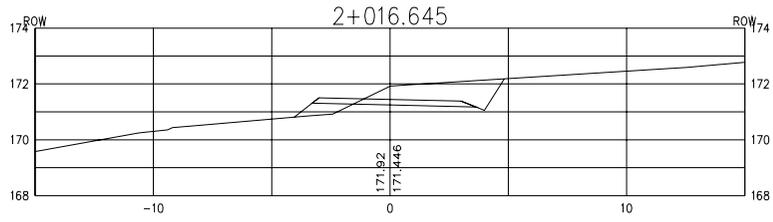
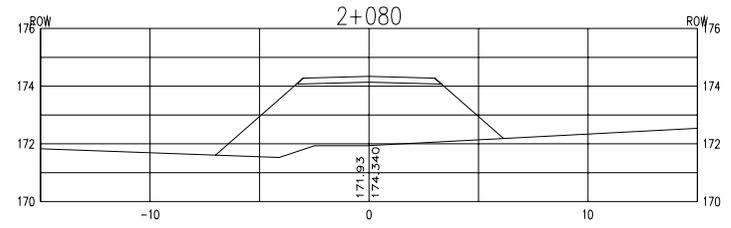
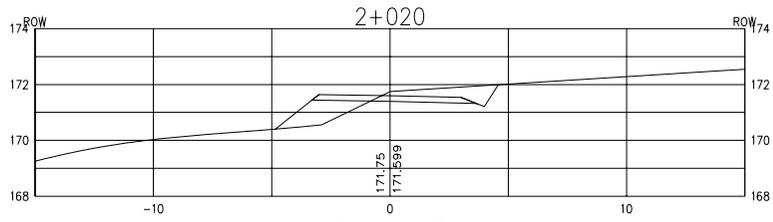


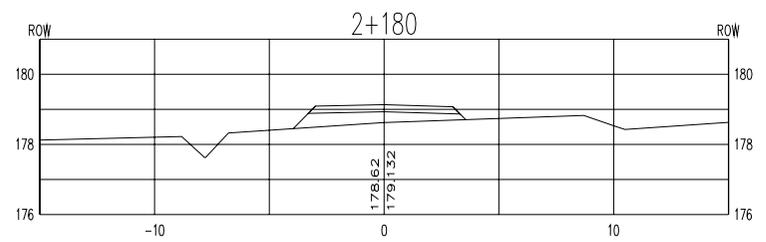
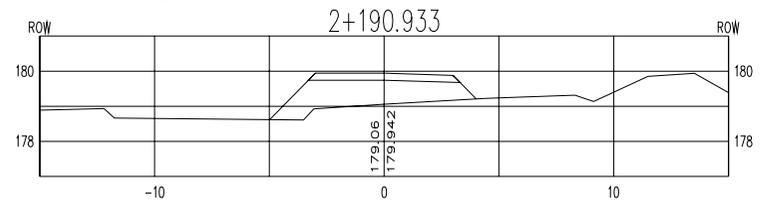
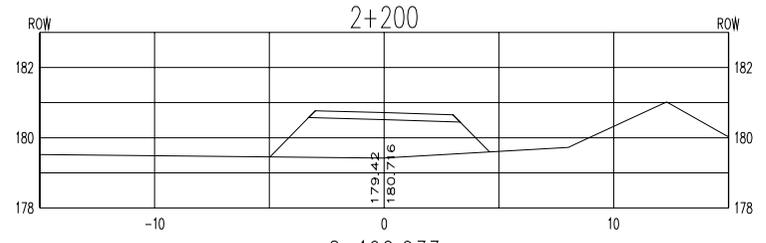
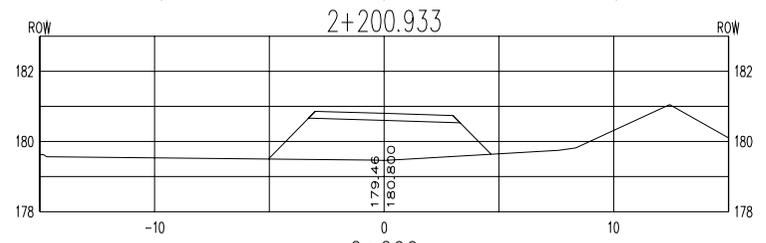
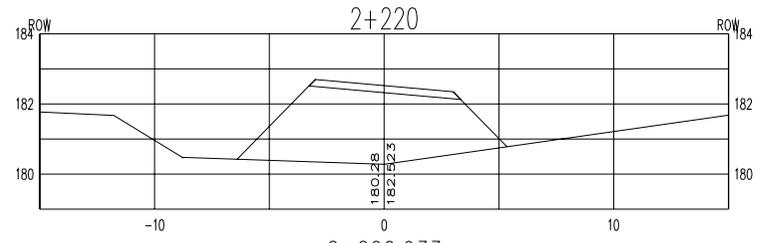
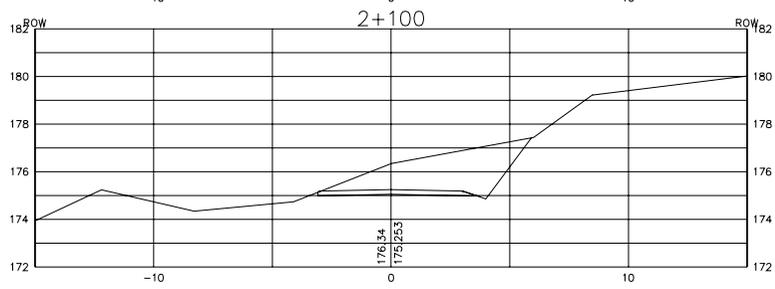
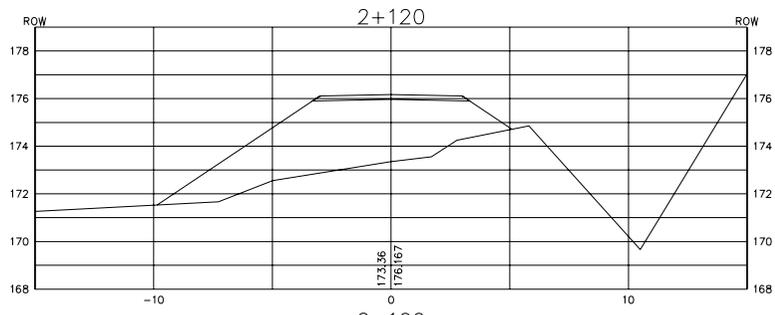
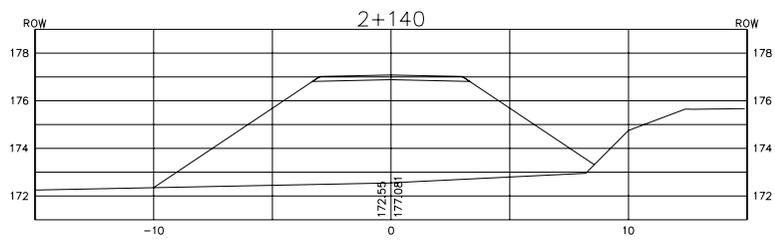
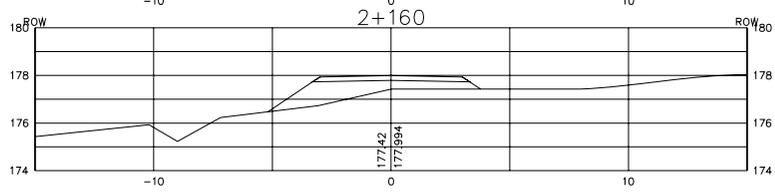
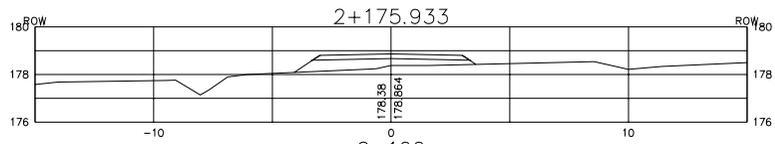


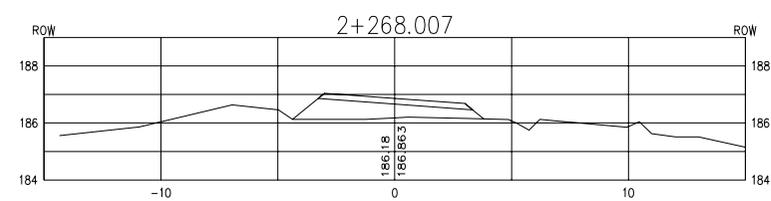
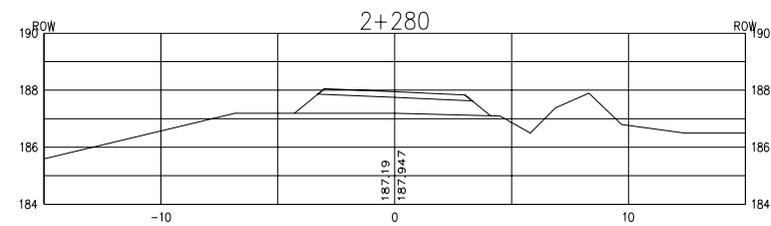
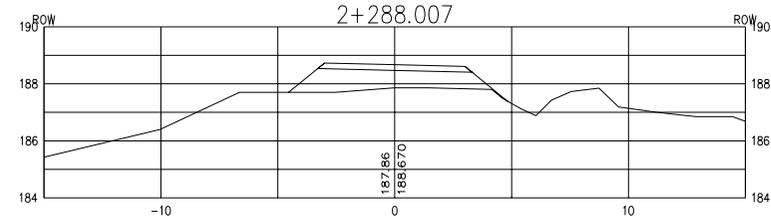
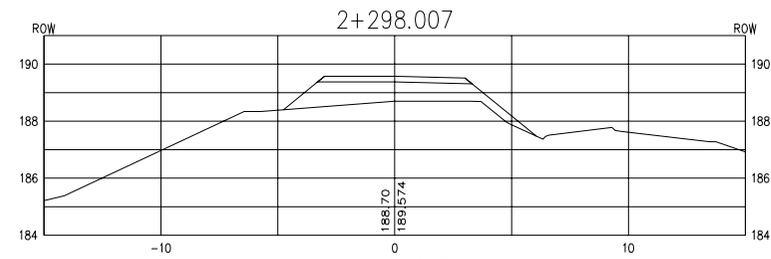
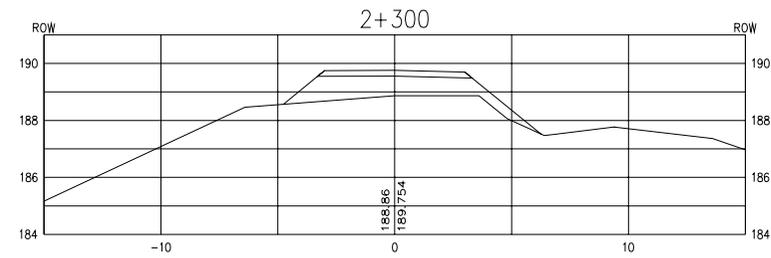
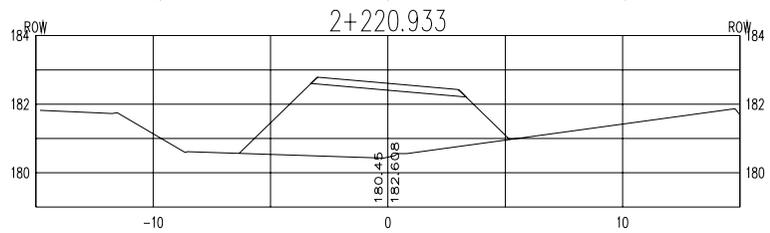
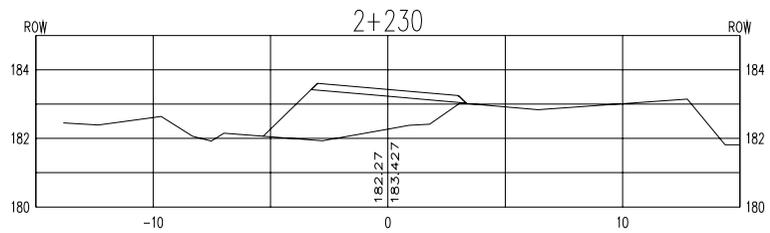
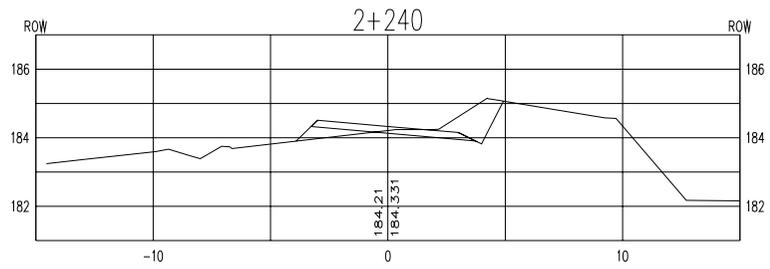
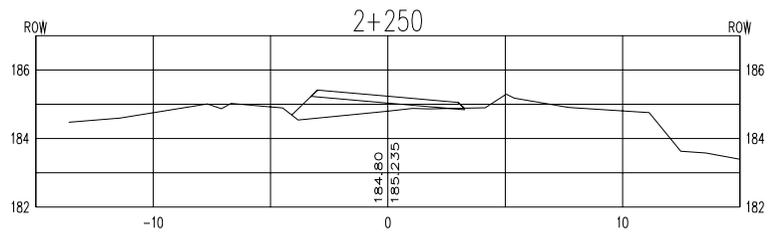
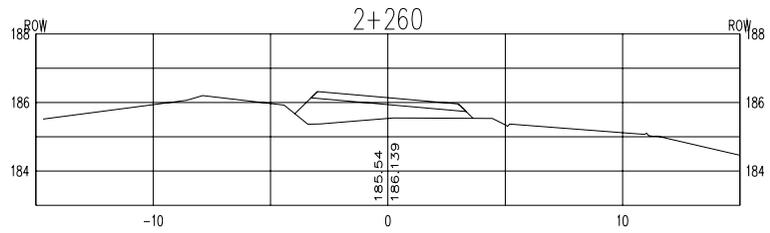


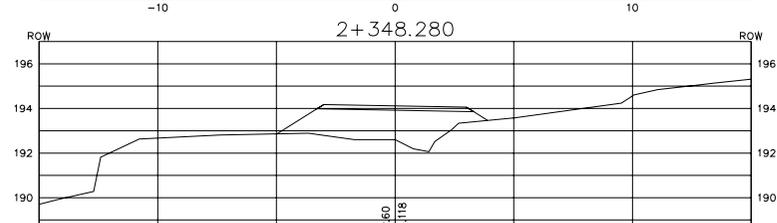
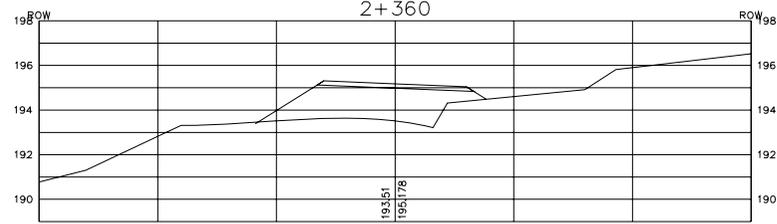
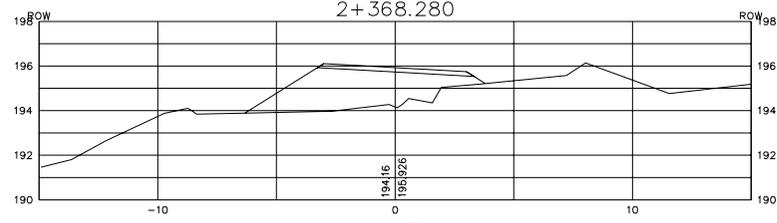
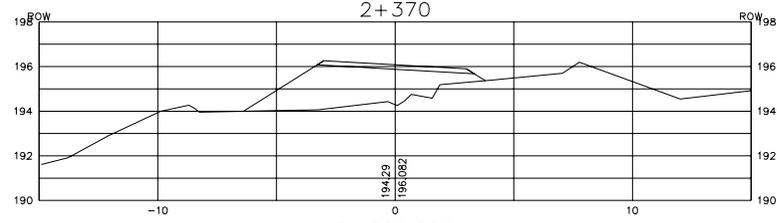
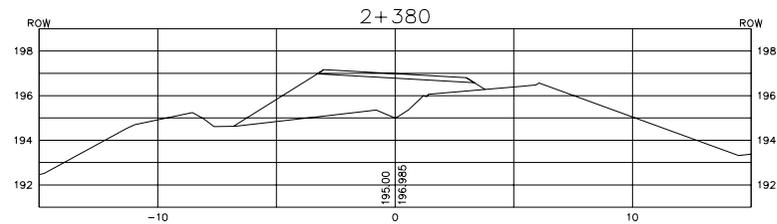
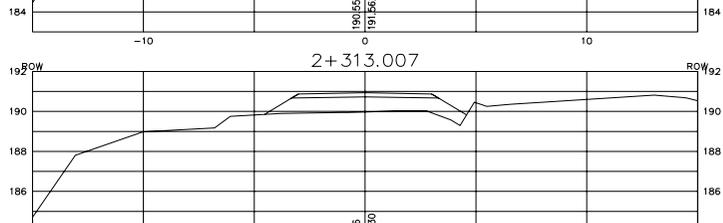
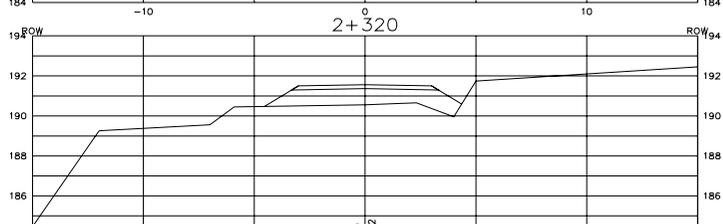
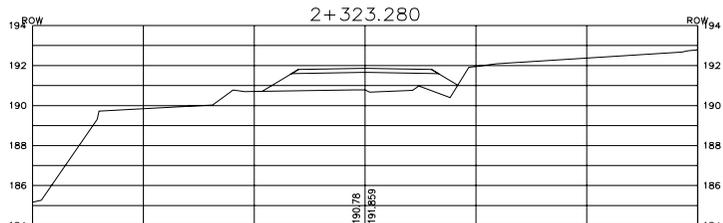
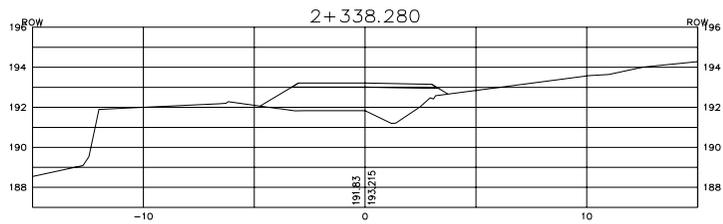
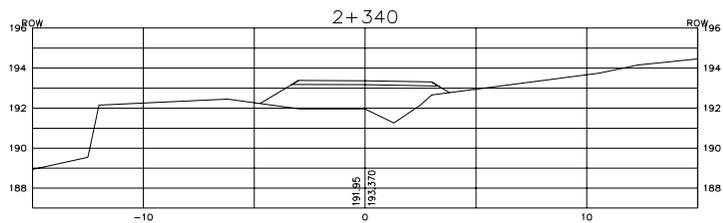


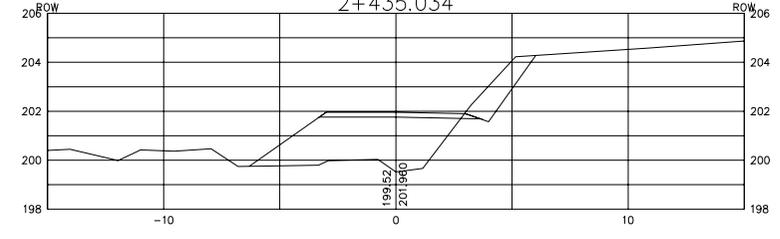
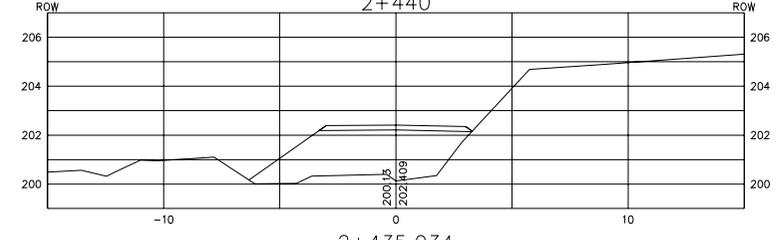
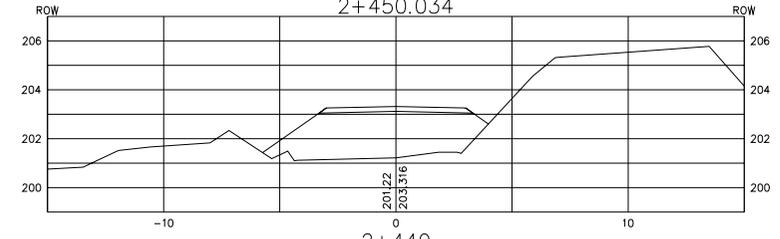
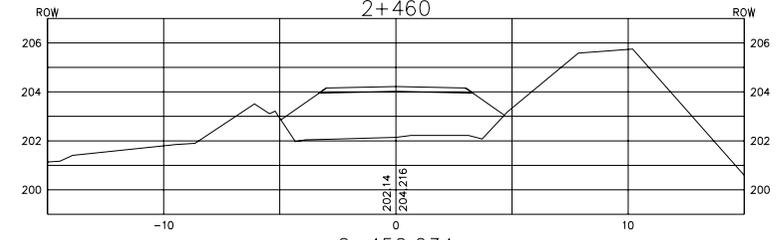
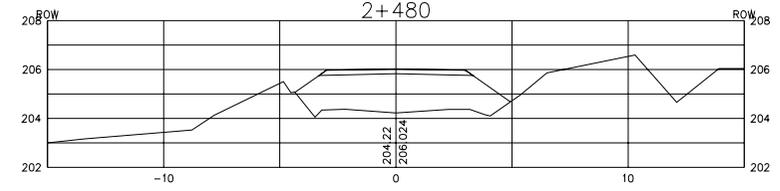
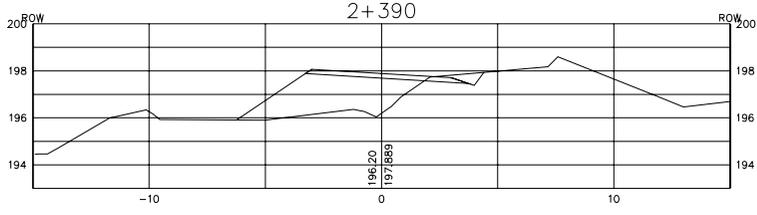
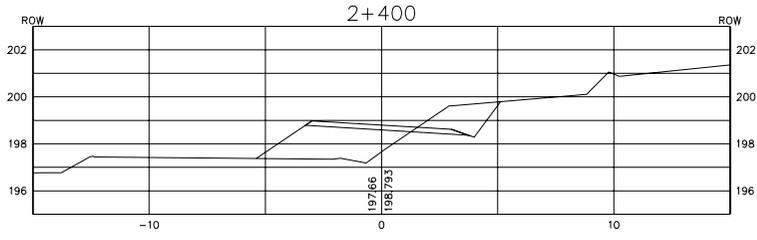
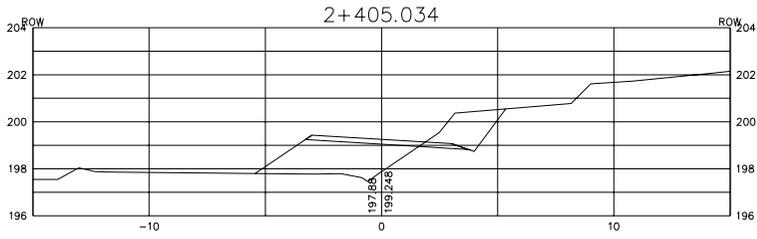
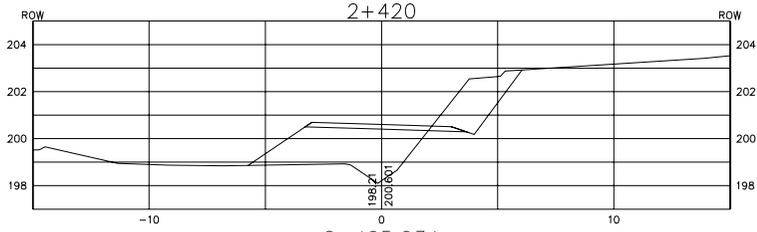
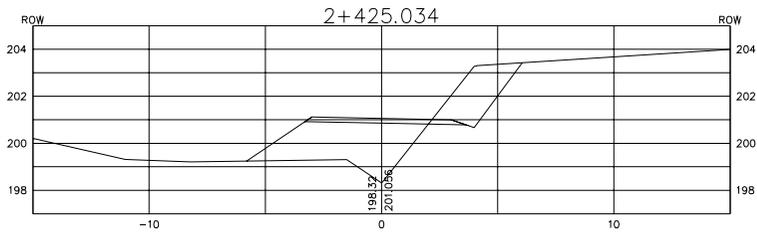


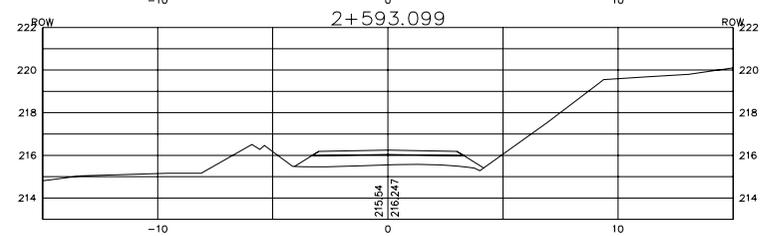
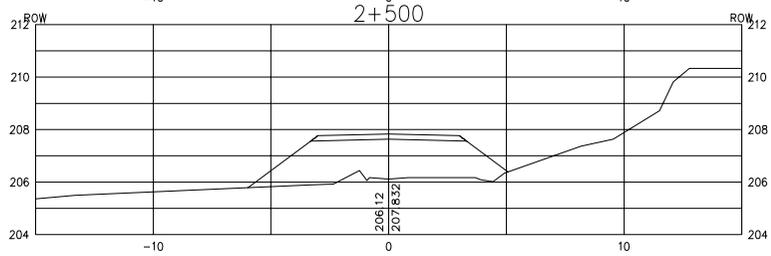
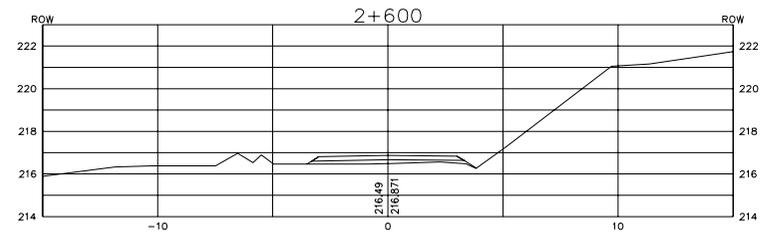
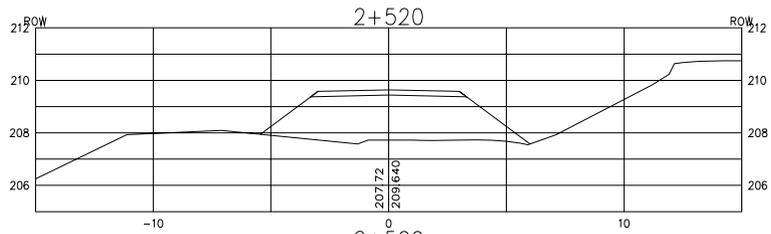
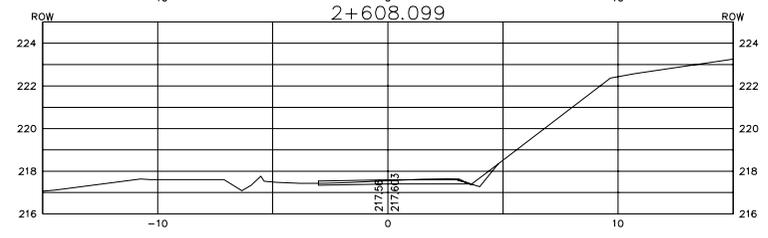
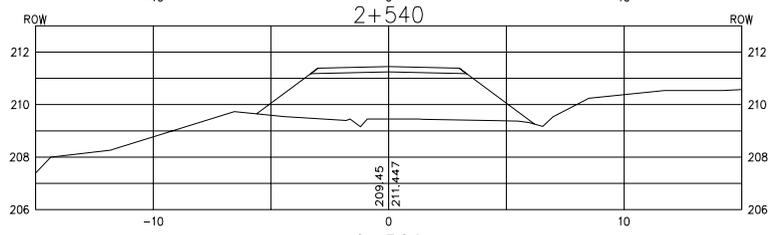
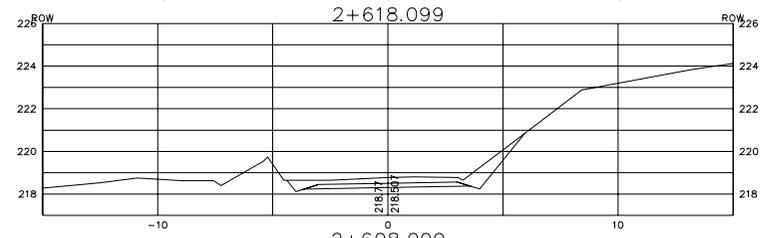
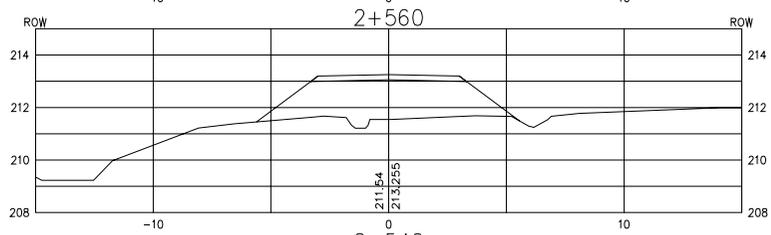
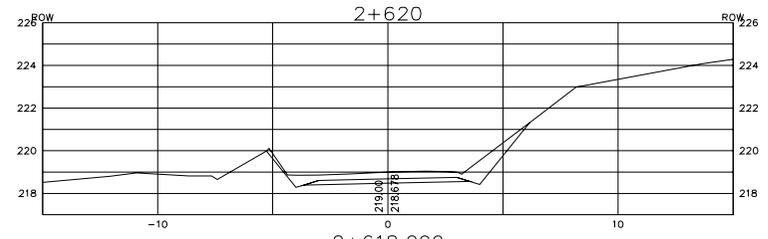
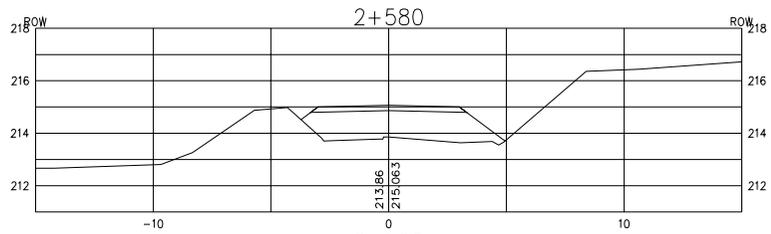


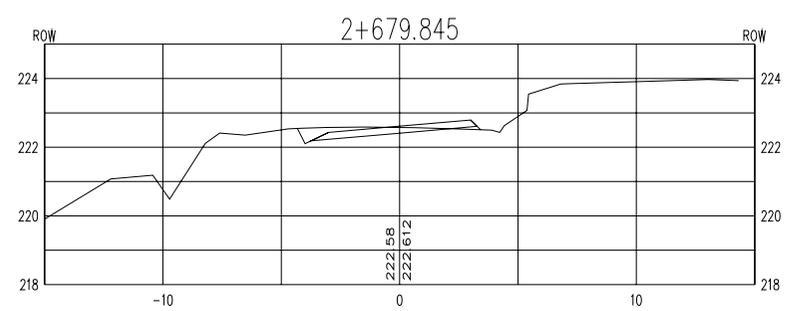
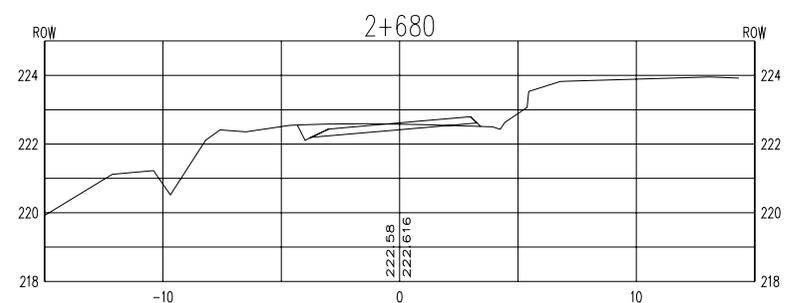
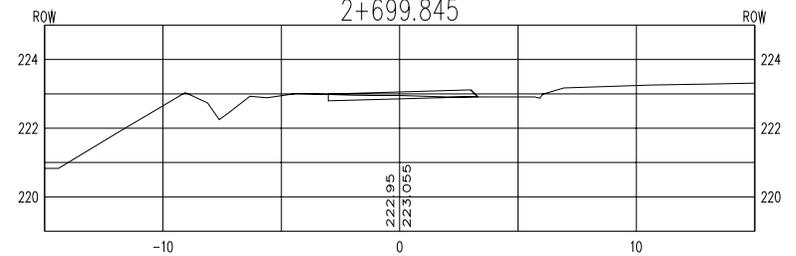
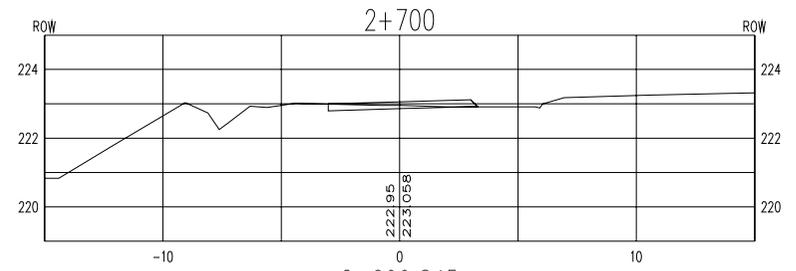
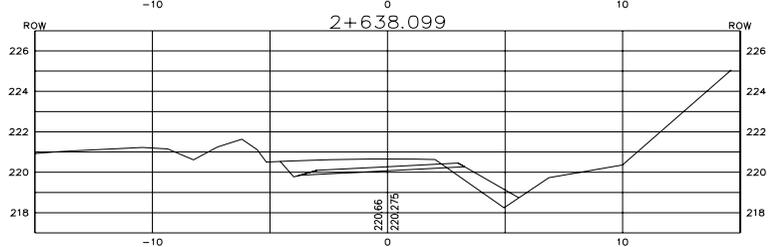
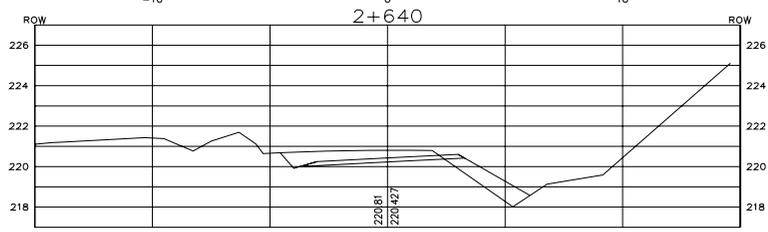
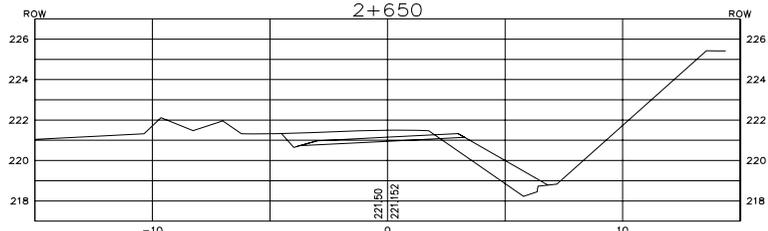
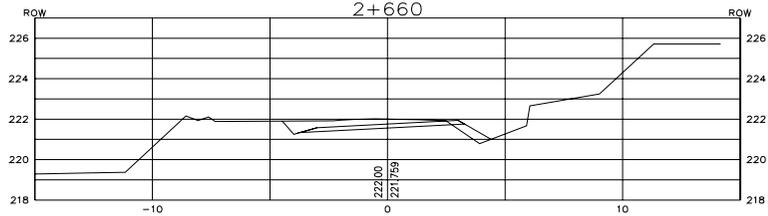
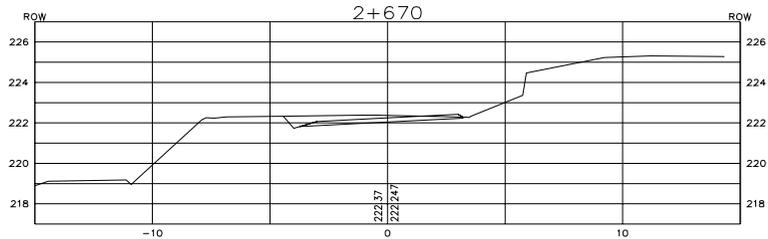


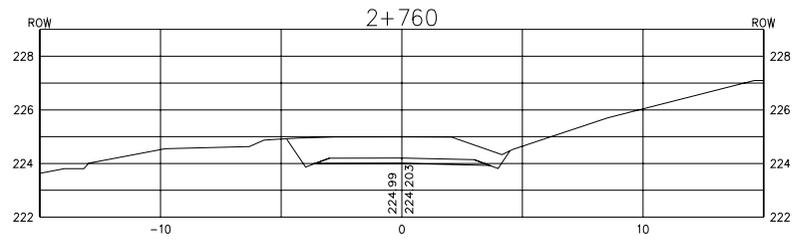
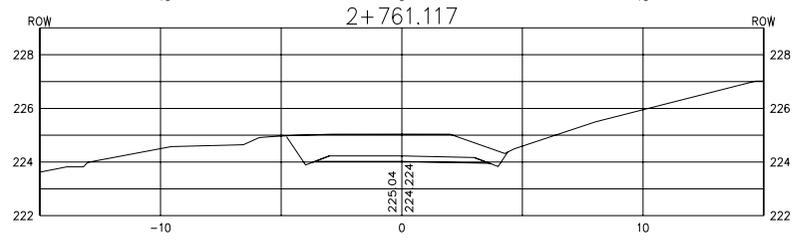
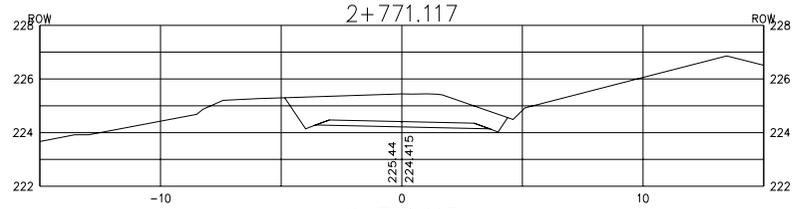
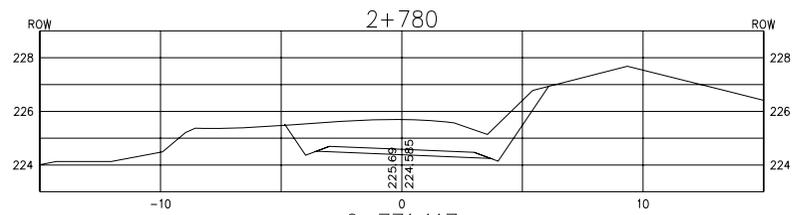
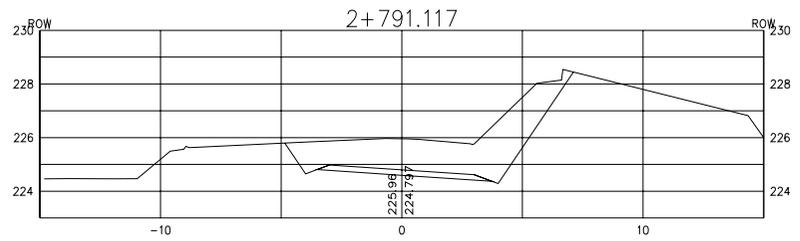
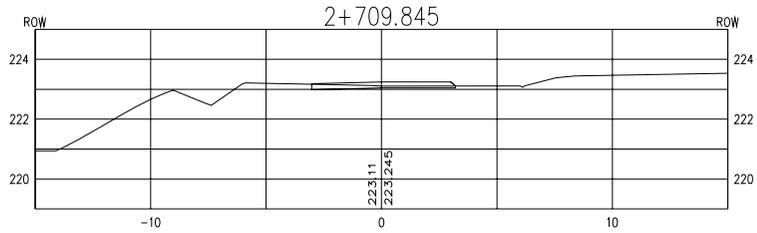
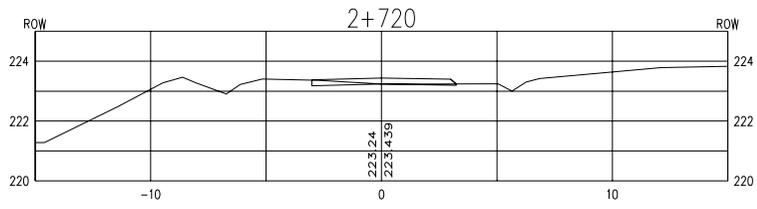
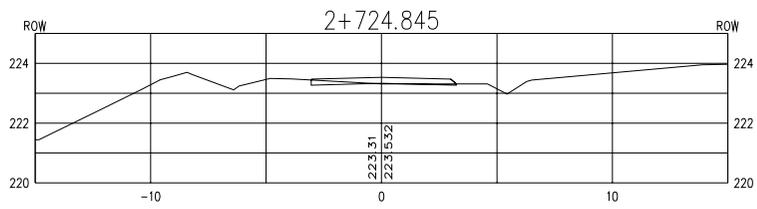
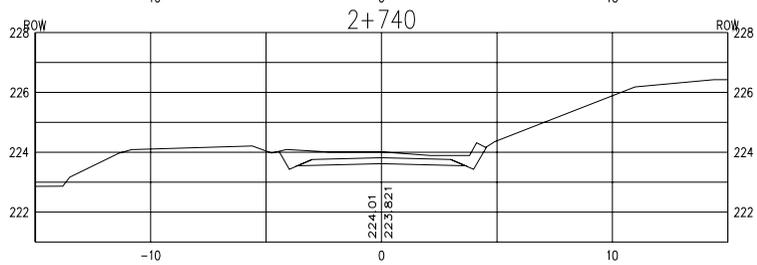
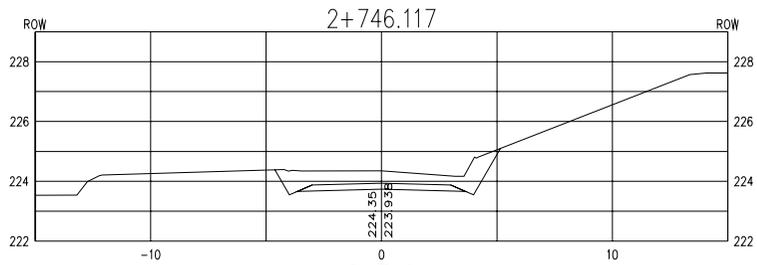


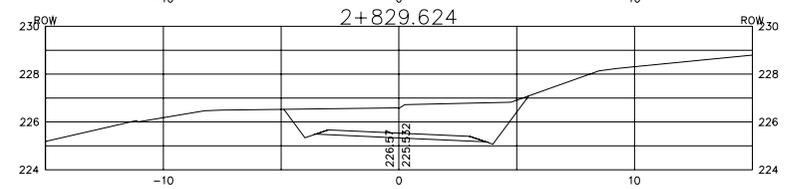
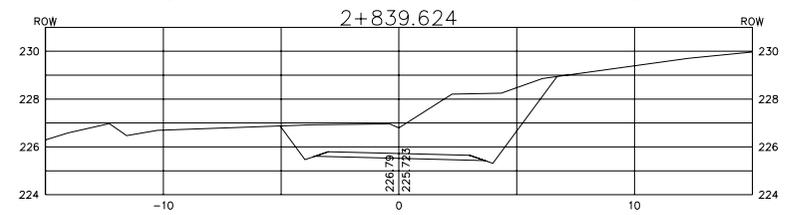
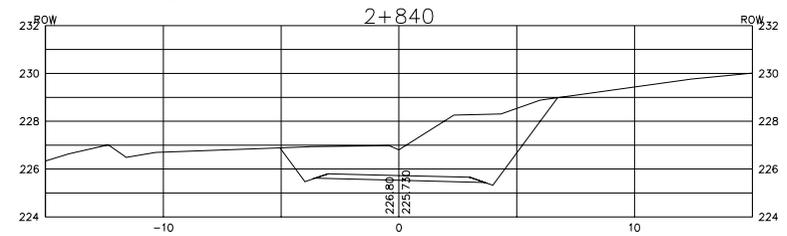
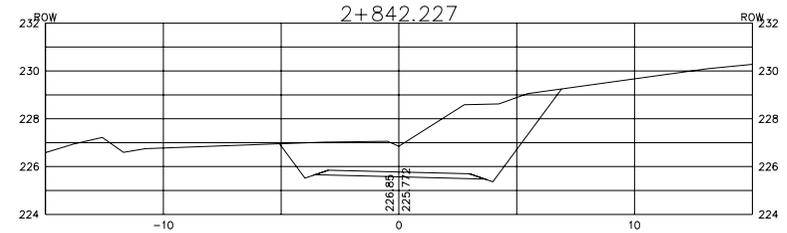
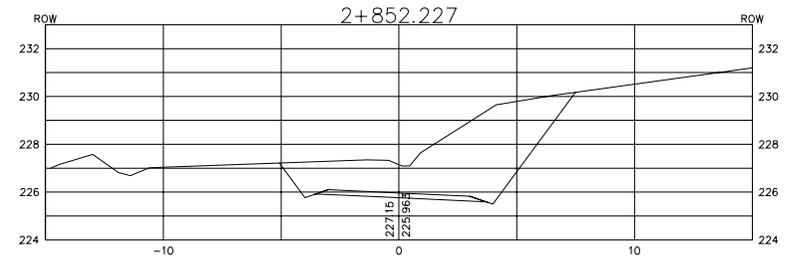
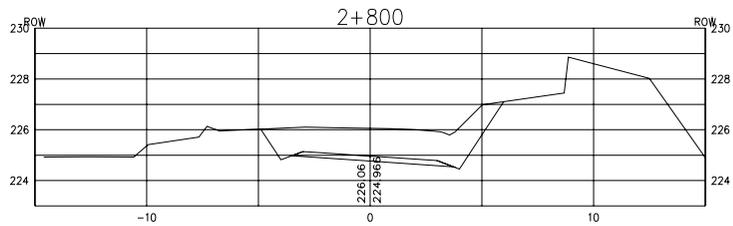
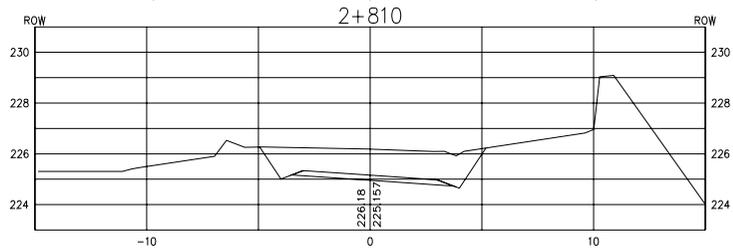
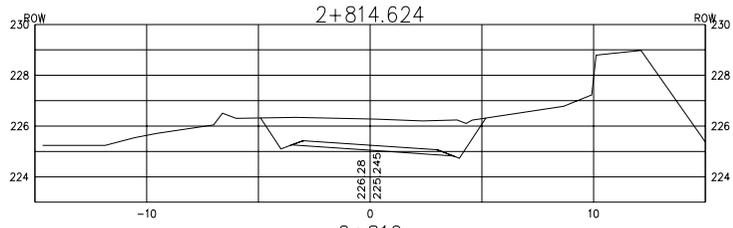
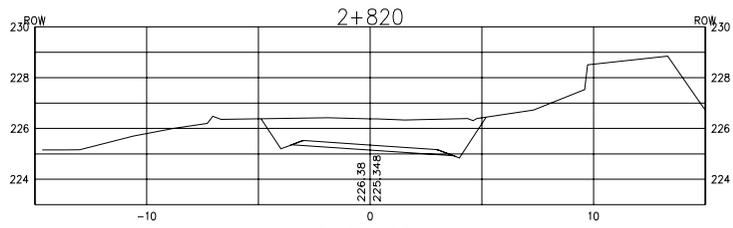
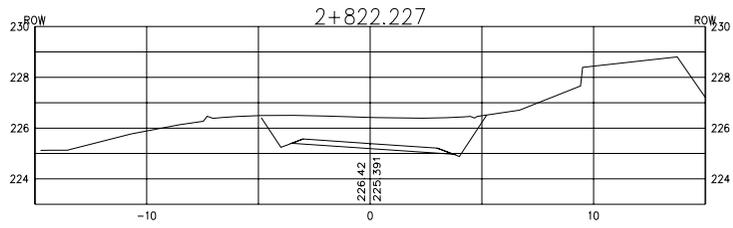


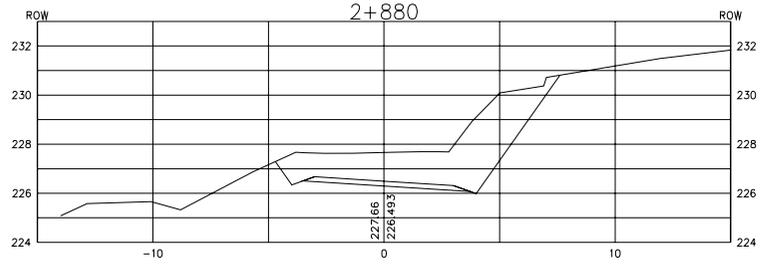
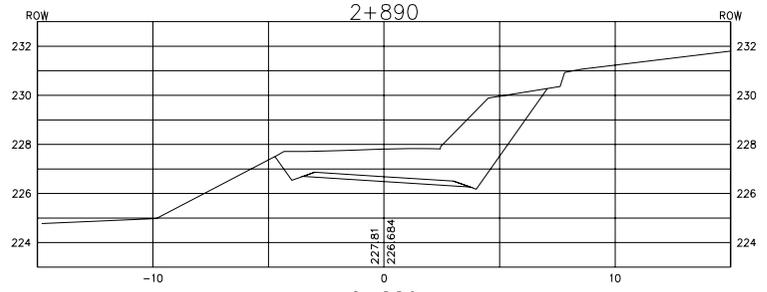
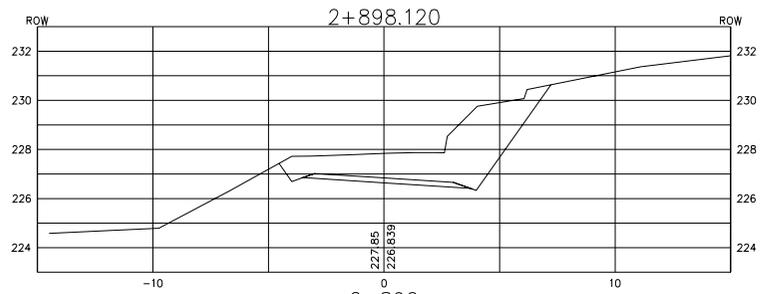
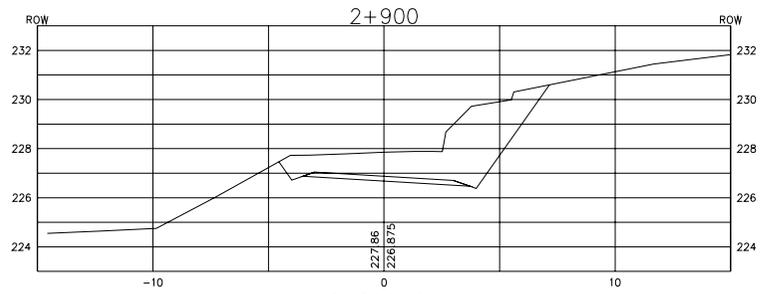
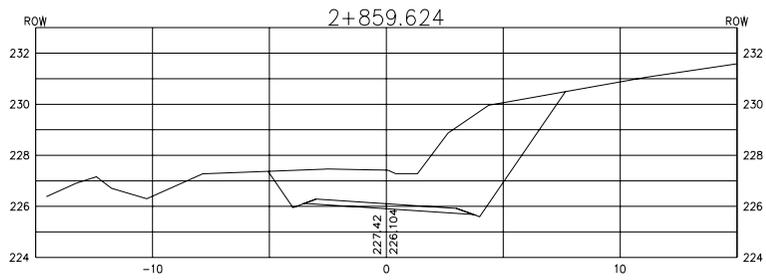
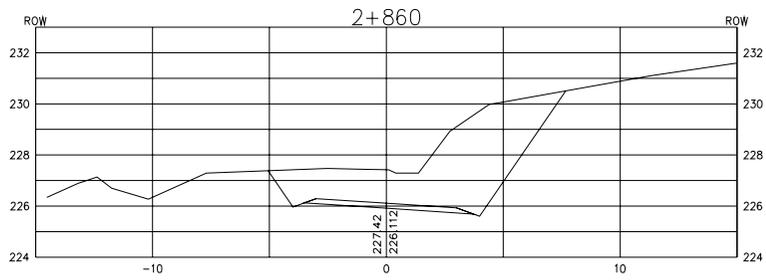
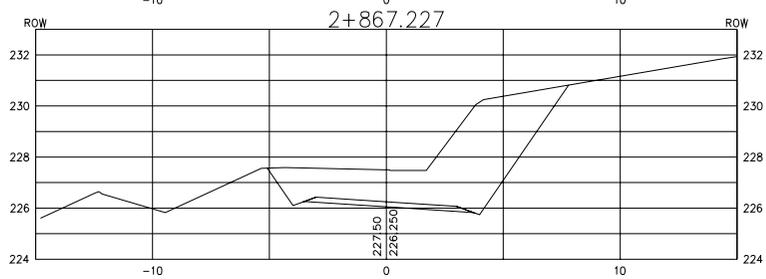
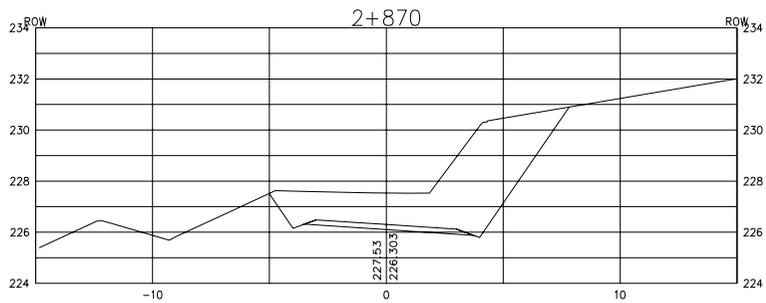


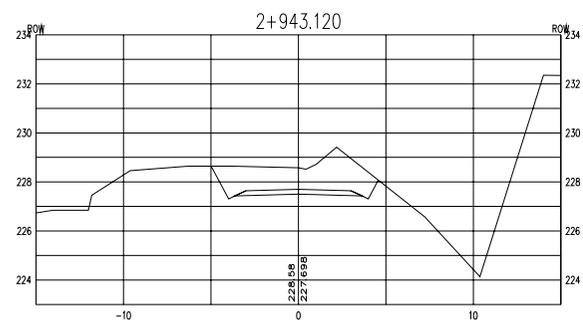
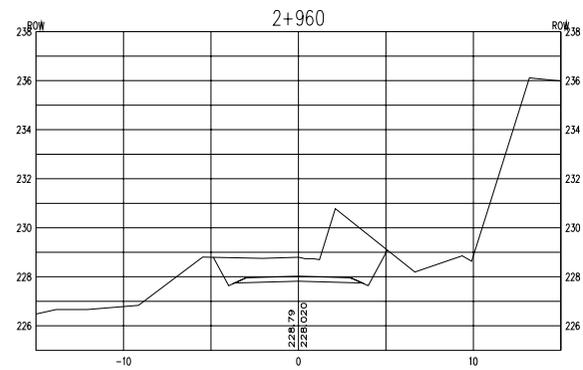
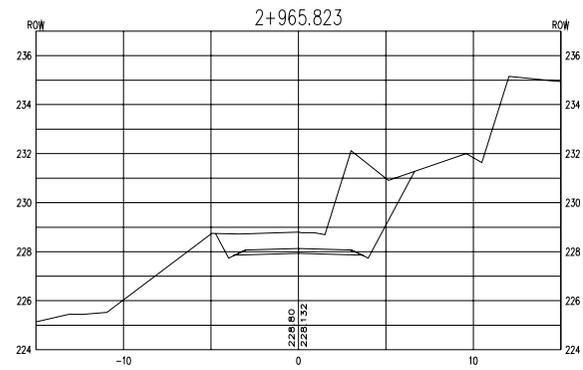
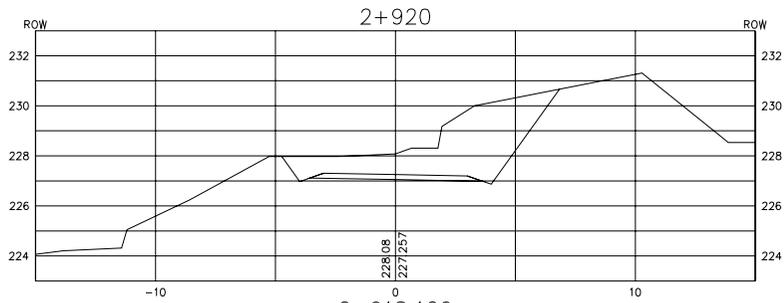
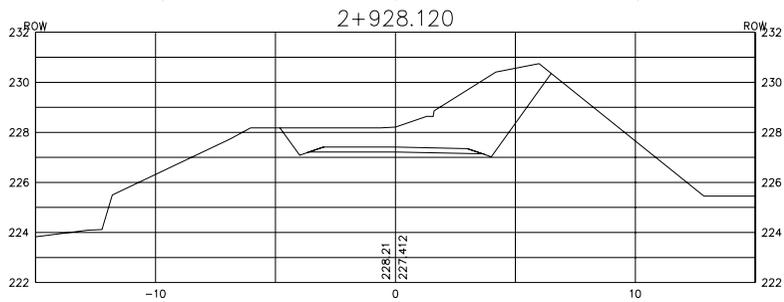
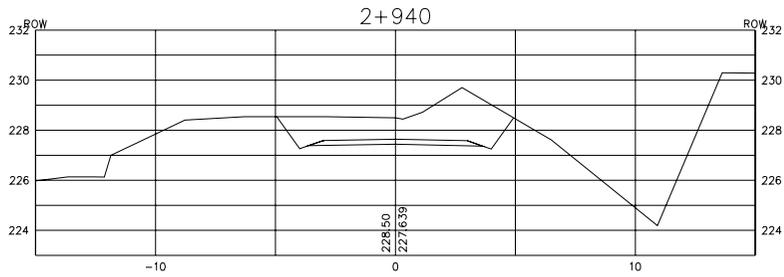


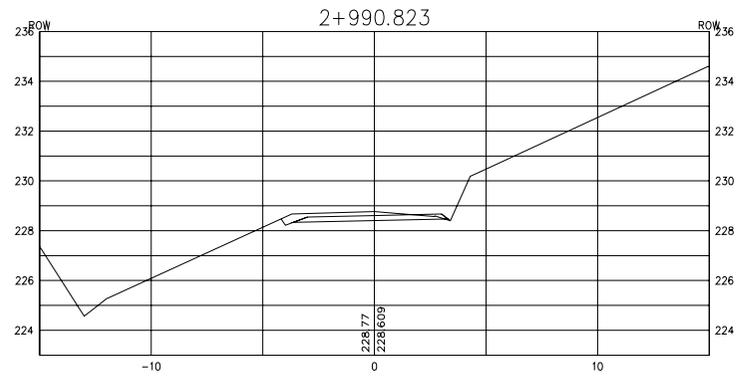
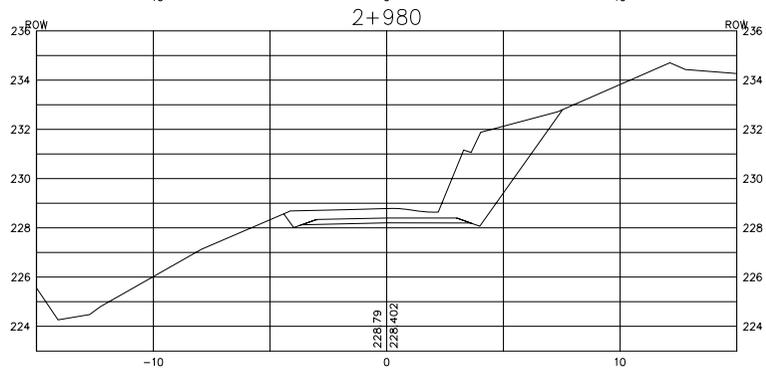
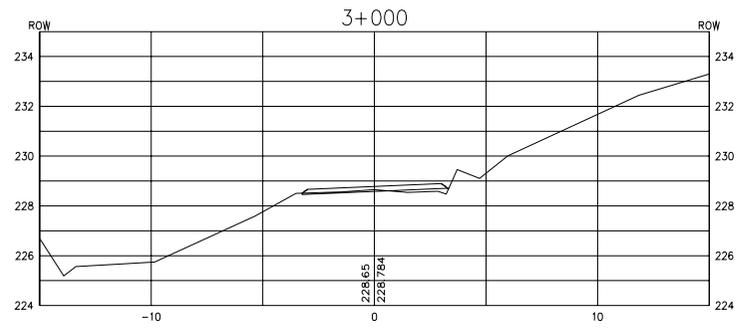
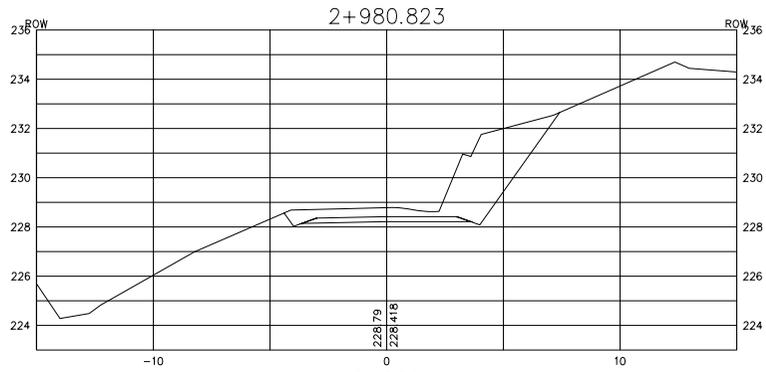














## **CAPÍTULO 5. ORDENADA DE CURVA MASA.**

Al diseñar, no bastará ajustarse a las especificaciones sobre pendientes, curvas verticales, compensación por curvatura, drenaje, etc., para obtener un resultado satisfactorio, sino también es importante conseguir la mayor economía posible en el movimiento de tierras.

Esto se logra excavando y rellenando solamente lo indispensable y acarreando los materiales la menor distancia posible y de preferencia cuesta abajo. Este estudio de las cantidades de excavación y de relleno, su compensación y su movimiento se lleva a cabo mediante un “Diagrama de Masas” o “Curva Masa”.

Para determinar los volúmenes acumulados se consideran positivos los de los cortes y negativos los de los terraplenes, haciendo la suma algebraica, es decir, sumando los volúmenes de signo positivo y restando los de signo negativo.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se proyecta la sub-rasante sobre el dibujo del perfil del terreno correspondiente el trazo definitivo.
2. Se determina en cada estación, o en los puntos que lo ameriten, los espesores de corte y terraplén.
3. Se dibujan las secciones transversales de construcción.
4. Se dibuja la plantilla del corte o del terraplén con los taludes escogidos según el tipo de material sobre la sección topográfica correspondiente, quedando dibujadas las secciones transversales del camino.
5. Se calculan las áreas de las secciones de construcción.
6. Se calculan los volúmenes abundando los cortes o haciendo la reducción de los terraplenes según corresponda.
7. Se suman algebraicamente los volúmenes de corte y terraplén.
8. Se dibuja la curva con los valores obtenidos.

Los objetivos principales de la curva masa son los siguientes:

- Compensar volúmenes.
- Fijar el sentido de los movimientos del material.
- Fijar los límites del acarreo libre.



- Calcular los sobre acarreo.
- Controlar préstamos y desperdicios.

Cualquier línea horizontal que corte una cima o un columpio de la curva masa, marcará los límites de corte y terraplén que se compensan.

Los cortes que en la curva masa queden arriba de la línea de compensación se mueven hacia delante, los cortes que queden debajo de la línea de compensación se mueven hacia atrás.

La distancia de acarreo libre es la distancia a la que cada metro cúbico de material puede ser movido sin que se haga un pago adicional. Esta distancia se ha fijado sea de 20m, o sea, una estación y puede ser modificada.

A la distancia que hay del centro de gravedad del corte (préstamo) al centro de gravedad del terraplén que se forma con ese material se le resta la distancia de acarreo libre para obtener la distancia media de sobre acarreo. El valor del sobre-acarreo se obtiene multiplicando esa distancia por los metros cúbicos de excavación, medidos en la misma excavación, y por el precio unitario correspondiente del metro cúbico por estación.

Por razones de topografía y de alineamiento, no es posible que la línea de compensación sea continua por lo que resultarán entre dos líneas compensadoras tramos de terraplén que no tengan su correspondiente corte o viceversa; lo que indica que habrá terraplenes que desde el proyecto requerirán préstamo para su construcción y cortes que se desperdiciarán.

### **5.1 Cálculo de la Ordenada de Curva Masa.**

A continuación se presenta el detalle de cálculo de volúmenes obtenidos con la herramienta Civil Design.



Lun Junio 25 22:32:18 2007

Alignment: Trazo definitivo jun\_25

PRISMOIDAL VOLUME LISTING WITH CURVE CORRECTION

Estación	Corte Área (m2)	Relleno Área (m2)	Corte 1.15 Vol. (m3)	Relleno 0.95 Vol. (m3)	Corte 1.15 Tot Vol. (m3)	Relleno 0.95 Tot Vol. (m3)	Ordenada Curva Masa
0+000	1.81	0.00	13.85	402.17	13.85	402.17	-388.32
0+020	0.00	63.50	0.00	359.46	13.85	761.62	-747.77
0+025.770	0.00	67.68	0.00	027.28	13.85	1788.91	-1775.06
0+040	0.00	84.62	0.00	61.12	13.85	1850.03	-1836.18
0+040.770	0.00	82.50	0.00	663.16	13.85	2513.19	-2499.34
0+050.770	0.00	57.84	0.00	428.91	13.85	2942.10	-2928.25
0+060	0.00	40.50	0.00	383.13	13.85	3325.23	-3311.38
0+070.770	0.00	34.47	0.00	291.21	13.85	3616.44	-3602.59
0+080	0.00	31.25	0.00	268.17	13.85	3884.60	-3870.75
0+090	0.00	24.71	0.00	198.32	13.85	4082.93	-4069.08
0+100	0.00	16.79	0.00	101.03	13.85	4183.96	-4170.11
0+106.861	0.00	14.00	0.00	40.45	13.85	4224.41	-4210.56
0+110	0.00	13.10	0.00	26.50	13.85	4250.91	-4237.06
0+112.164	0.00	12.73	0.00	93.20	13.85	4344.10	-4330.25
0+120	0.00	12.31	0.00	21.22	13.85	4365.32	-4351.47
0+121.861	0.00	11.69	0.00	95.63	13.85	4460.95	-4447.10
0+131.861	0.00	8.53	0.00	2.44	13.85	4463.39	-4449.54
0+132.164	0.00	8.44	0.00	56.03	13.85	4519.43	-4505.58
0+140	0.00	6.65	0.00	11.56	13.85	4530.99	-4517.14
0+142.164	0.00	4.66	13.42	14.30	27.27	4545.29	-4518.02
0+151.861	3.61	0.00	36.37	0.00	63.64	4545.29	-4481.65
0+157.164	8.67	0.00	32.41	0.00	96.04	4545.29	-4449.25
0+160	11.19	0.00	205.11	0.00	301.16	4545.29	-4244.13
0+170	25.19	0.00	363.05	0.00	664.21	4545.29	-3881.08
0+180	37.85	0.00	441.99	0.00	1106.20	4545.29	-3439.09
0+190	38.61	0.00	237.84	0.00	1344.04	4545.29	-3201.25
0+195.349	38.65	0.00	7.74	0.00	1351.78	4545.29	-3193.50
0+195.523	38.66	0.00	200.24	0.00	1552.02	4545.29	-2993.26
0+200	39.13	0.00	462.49	0.00	2014.52	4545.29	-2530.77
0+210.349	38.59	0.00	228.39	0.00	2242.91	4545.29	-2302.38
0+215.523	38.17	0.00	195.73	0.00	2438.64	4545.29	-2106.65
0+220	37.86	0.00	15.19	0.00	2453.83	4545.29	-2091.46
0+220.349	37.83	0.00	223.68	0.00	2677.50	4545.29	-1867.78
0+225.523	37.35	0.00	616.51	0.00	3294.01	4545.29	-1251.27
0+240	36.71	0.00	14.73	0.00	3308.75	4545.29	-1236.54
0+240.349	36.71	0.00	7.37	0.00	3316.12	4545.29	-1229.17
0+240.523	36.67	0.00	372.36	0.00	3688.47	4545.29	-856.81
0+250	31.55	0.00	321.28	0.00	4009.75	4545.29	-535.54
0+260	24.28	0.00	268.08	0.00	4277.83	4545.29	-267.45
0+270	22.11	0.00	239.74	0.00	4517.57	4545.29	-27.72
0+280	19.32	0.00	4.81	0.00	4522.38	4545.29	-22.91
0+280.215	19.26	0.00	213.84	0.00	4736.22	4545.29	190.93
0+291.766	13.13	0.00	113.76	0.00	4849.98	4545.29	304.69
0+300	10.94	0.00	2.70	0.00	4852.68	4545.29	307.39
0+300.215	10.89	0.00	71.68	0.00	4924.36	4545.29	379.07
0+306.766	8.20	0.00	29.53	0.00	4953.89	4545.29	408.61
0+310.215	6.71	0.00	42.56	0.27	4996.46	4545.56	450.90
0+316.766	4.65	0.13	16.09	0.36	5012.55	4545.92	466.63
0+320	4.01	0.10	22.75	0.79	5035.30	4546.71	488.59
0+325.215	3.58	0.23	46.34	5.29	5081.64	4552.00	529.64
0+336.766	3.40	0.80	12.18	2.50	5093.82	4554.50	539.32
0+340	3.26	0.80	32.18	11.19	5125.99	4565.69	560.31
0+350	2.45	1.55	29.89	15.62	5155.89	4581.30	574.58
0+360	2.84	1.68	23.82	19.14	5179.71	4600.44	579.26
0+370	1.45	2.30	5.36	10.82	5185.07	4611.26	573.81
0+374.385	0.75	2.83	1.62	17.49	5186.69	4628.75	557.94
0+380	0.00	3.75	0.00	60.51	5186.69	4689.26	497.43
0+394.385	0.00	5.14	0.00	25.84	5186.69	4715.10	471.59
0+400	0.00	4.55	0.06	18.47	5186.75	4733.57	453.18
0+404.385	0.04	4.32	3.52	73.73	5190.27	4807.30	382.97

Page2

Lun Junio 25 22:32:18 2007



Alignment: Trazo definitivo jun\_25

PRISMOIDAL VOLUME LISTING WITH CURVE CORRECTION

Estación	Corte Área (m2)	Relleno Área (m2)	Corte 1.15 Vol. (m3)	Relleno 0.95 Vol. (m3)	Corte 1.15 Tot Vol. (m3)	Relleno 0.95 Tot Vol. (m3)	Ordenada Curva Masa
0+419.385	0.45	6.08	0.3	3.58	5190.59	4810.89	379.70
0+420	0.45	6.18	24.42	91.19	5215.01	4902.07	312.94
0+440	1.83	3.54	14.04	138.57	5229.05	5040.64	188.41
0+460	0.00	11.86	0.00	52.38	5229.05	5093.02	136.03
0+464.859	0.00	10.84	0.00	92.18	5229.05	5185.20	43.85
0+479.859	0.00	2.93	0.00	0.39	5229.05	5185.59	43.46
0+480	0.00	2.88	0.65	17.11	5229.70	5202.70	27.01
0+489.859	0.17	0.95	12.33	7.07	5242.03	5209.77	32.27
0+500	2.36	0.54	32.70	5.68	5274.74	5215.44	59.29
0+509.859	3.44	0.68	0.54	0.09	5275.28	5215.54	59.74
0+510	3.44	0.68	40.66	5.80	5315.93	5221.34	94.59
0+520	3.89	0.50	71.03	1.63	5386.96	5222.97	163.99
0+530	9.24	0.00	153.45	0.00	5540.41	5222.97	317.45
0+540	18.40	0.00	227.80	0.00	5768.21	5222.97	545.24
0+550	21.51	0.00	74.26	0.00	5842.47	5222.97	619.50
0+552.984	22.07	0.00	181.95	0.00	6024.42	5222.97	801.45
0+560	23.03	0.00	321.87	0.00	6346.30	5222.97	1123.33
0+572.984	20.11	0.00	154.22	0.00	6500.51	5222.97	1277.54
0+580	18.13	0.00	61.18	0.00	6561.69	5222.97	1338.73
0+582.984	17.53	0.00	272.73	0.00	6834.43	5222.97	1611.46
0+597.984	14.15	0.00	32.34	0.00	6866.77	5222.97	1643.80
0+600	13.75	0.00	296.45	0.00	7163.22	5222.97	1940.25
0+620	12.05	0.00	301.47	0.00	7464.69	5222.97	2241.72
0+640	14.19	0.00	39.53	0.00	7504.22	5222.97	2281.25
0+642.409	14.35	0.00	230.85	0.00	7735.07	5222.97	2512.10
0+657.409	12.44	0.00	36.41	0.00	7771.48	5222.97	2548.51
0+660	12.00	0.00	92.17	0.00	7863.65	5222.97	2640.68
0+667.409	9.68	0.00	88.42	7.97	7952.07	5230.94	2721.13
0+680	3.13	2.00	18.57	23.57	7970.64	5254.51	2716.13
0+687.409	1.35	4.91	1.45	12.66	7972.09	5267.17	2704.92
0+690	0.02	5.06	3.16	56.49	7975.24	5323.66	2651.58
0+700	0.72	6.38	9.93	65.47	7985.17	5389.13	2596.04
0+710	1.12	6.72	14.98	49.42	8000.15	5438.55	2561.60
0+720	1.64	3.38	26.75	21.40	8026.89	5459.95	2566.94
0+730	3.36	1.12	46.18	6.85	8073.08	5466.80	2606.28
0+740	5.14	0.33	58.12	2.72	8131.19	5469.52	2661.67
0+750	5.45	0.22	56.01	2.88	8187.20	5472.40	2714.79
0+760	4.77	0.36	2.98	0.20	8190.18	5472.61	2717.57
0+760.568	4.82	0.35	53.60	24.53	8243.78	5497.14	2746.65
0+780	0.63	2.66	0.23	1.48	8244.01	5498.62	2745.40
0+780.568	0.13	2.83	0.51	32.12	8244.53	5530.74	2713.78
0+790.568	0.00	3.96	0.31	33.51	8244.84	5564.25	2680.58
0+800	0.09	3.52	2.26	21.05	8247.09	5585.30	2661.79
0+805.568	0.72	4.46	3.87	16.20	8250.96	5601.50	2649.46
0+809.065	1.22	5.31	22.89	66.46	8273.85	5667.96	2605.90
0+820	2.49	7.55	12.30	30.19	8286.15	5698.14	2588.01
0+824.065	2.77	8.09	45.04	52.79	8331.20	5750.93	2580.27
0+834.065	5.19	3.37	42.10	11.94	8373.30	5762.87	2610.43
0+840	7.21	1.08	124.29	4.80	8497.59	5767.67	2729.92
0+854.065	8.17	0.00	53.20	0.77	8550.79	5768.45	2782.34
0+860	6.80	0.42	67.79	8.62	8618.57	5777.07	2841.51
0+870	4.54	1.62	31.78	17.01	8650.35	5794.08	2856.27
0+880	1.11	2.15	4.37	33.71	8654.72	5827.79	2826.93
0+890	0.00	5.41	0.00	65.34	8654.72	5893.13	2761.60
0+898.810	0.00	10.78	0.00	12.81	8654.72	5905.94	2748.79
0+900	0.00	11.89	0.00	174.30	8654.72	6080.24	2574.48
0+918.810	0.00	7.76	0.00	8.19	8654.72	6088.44	2566.29
0+920	0.00	6.75	0.27	34.26	8655.00	6122.70	2532.30
0+928.810	0.08	1.93	6.96	22.84	8661.96	6145.54	2516.42
0+940	1.23	2.38	6.40	8.82	8668.36	6154.36	2514.00
0+943.810	1.71	2.50	52.65	14.07	8721.01	6168.43	2552.58

Page3

Lun Junio 25 22:32:18 2007



Alignment: Trazo definitivo jun\_25

PRISMOIDAL VOLUME LISTING WITH CURVE CORRECTION

Estación	Corte Área (m2)	Relleno Área (m2)	Corte 1.15 Vol. (m3)	Relleno 0.95 Vol. (m3)	Corte 1.15 Tot Vol. (m3)	Relleno 0.95 Tot Vol. (m3)	Ordenada Curva Masa
0+960	4.13	0.02	175.84	0.13	8896.85	6168.56	2728.29
0+980	11.83	0.00	35.36	0.00	8932.21	6168.56	2763.65
0+982.475	13.03	0.00	244.98	0.00	9177.19	6168.56	3008.63
0+997.475	15.41	0.00	44.55	0.00	9221.74	6168.56	3053.18
1+000	15.28	0.00	125.69	0.00	9347.43	6168.56	3178.87
1+007.475	13.97	0.00	167.05	0.00	9514.48	6168.56	3345.92
1+020	9.37	0.00	70.73	0.36	9585.21	6168.92	3416.29
1+027.475	7.13	0.15	18.92	0.56	9604.13	6169.48	3434.65
1+030	6.44	0.30	65.81	4.61	9669.93	6174.09	3495.84
1+040	5.51	0.65	48.00	11.38	9717.93	6185.47	3532.46
1+050	3.29	1.72	12.41	11.77	9730.35	6197.24	3533.10
1+054.469	1.81	3.69	7.32	25.24	9737.66	6222.48	3515.18
1+060	0.68	5.51	1.28	21.80	9738.94	6244.28	3494.66
1+063.585	0.07	6.67	0.16	45.04	9739.10	6289.32	3449.78
1+069.469	0.00	9.53	0.00	128.53	9739.10	6417.85	3321.25
1+079.469	0.00	17.97	0.00	9.19	9739.10	6427.04	3312.06
1+080	0.00	18.45	0.00	68.47	9739.10	6495.51	3243.60
1+083.585	0.00	21.80	0.00	192.37	9739.10	6687.88	3051.22
1+093.585	0.00	18.74	0.00	89.08	9739.10	6776.96	2962.14
1+099.469	0.00	13.29	0.00	6.65	9739.10	6783.61	2955.50
1+100	0.00	12.82	0.00	72.24	9739.10	6855.85	2883.25
1+108.585	0.00	5.39	0.00	6.17	9739.10	6862.02	2877.08
1+110	0.00	3.87	30.17	12.25	9769.28	6874.27	2895.00
1+120	7.82	0.00	124.98	0.00	9894.25	6874.27	3019.98
1+130	13.95	0.00	107.43	0.00	10001.68	6874.27	3127.41
1+138.591	7.87	0.00	12.00	0.00	10013.69	6874.27	3139.41
1+140	6.95	0.00	49.55	32.15	10063.24	6906.42	3156.81
1+158.591	0.00	5.46	0.00	8.07	10063.24	6914.50	3148.74
1+160	0.00	6.62	0.00	23.24	10063.24	6937.74	3125.50
1+163.077	0.00	9.36	0.00	64.59	10063.24	7002.33	3060.91
1+168.591	0.00	15.56	0.00	206.68	10063.24	7209.01	2854.23
1+178.077	0.00	31.21	0.00	60.21	10063.24	7269.22	2794.01
1+180	0.00	34.72	0.00	129.96	10063.24	7399.19	2664.05
1+183.591	0.00	41.57	0.00	191.84	10063.24	7591.03	2472.21
1+188.077	0.00	48.56	0.00	505.58	10063.24	8096.60	1966.63
1+200	0.00	40.82	0.00	309.61	10063.24	8406.21	1657.03
1+208.077	0.00	39.88	0.00	68.93	10063.24	8475.13	1588.10
1+210	0.00	34.41	0.00	200.86	10063.24	8675.99	1387.24
1+220	0.00	10.12	10.26	43.66	10073.49	8719.65	1353.84
1+230	2.63	0.9	26.04	9.05	10099.53	8728.71	1370.83
1+240	1.77	1.06	8.85	11.22	10108.38	8739.93	1368.45
1+250	0.08	1.37	0.12	1.86	10108.50	8741.79	1366.72
1+251.407	0.07	1.46	0.47	14.61	10108.97	8756.39	1352.58
1+260	0.03	2.14	0.36	25.86	10109.33	8782.25	1327.08
1+271.407	0.02	2.64	2.45	15.73	10111.78	8797.98	1313.80
1+280	0.60	1.29	1.08	1.59	10112.86	8799.57	1313.29
1+281.407	0.74	1.10	9.04	4.44	10121.90	8804.01	1317.89
1+288.177	1.64	0.35	21.49	1.32	10143.39	8805.33	1338.06
1+296.407	2.97	0.04	13.45	0.13	10156.84	8805.47	1351.37
1+300	3.55	0.04	13.88	0.12	10170.72	8805.58	1365.14
1+303.177	4.05	0.04	78.16	0.12	10248.88	8805.70	1443.18
1+313.177	9.98	0.00	120.50	0.00	10369.38	8805.70	1563.68
1+320	21.46	0.00	362.27	0.00	10731.65	8805.70	1925.95
1+333.177	26.44	0.00	152.92	0.00	10884.57	8805.70	2078.87
1+340	13.94	0.00	77.66	6.93	10962.23	8812.63	2149.59
1+350	1.86	2.16	15.44	24.37	10977.66	8837.01	2140.66
1+360	0.98	2.85	11.47	27.60	10989.13	8864.61	2124.53
1+370	1.09	2.80	2.42	5.25	10991.55	8869.85	2121.70
1+371.986	1.11	2.61	9.34	16.54	11000.90	8886.39	2114.50
1+380	0.92	1.77	6.35	16.16	11007.25	8902.55	2104.70

Page4

Lun Junio 25 22:32:18 2007



Alignment: Trazo definitivo jun\_25

PRISMOIDAL VOLUME LISTING WITH CURVE CORRECTION

Estación	Corte Área (m2)	Relleno Área (m2)	Corte 1.15 Vol. (m3)	Relleno 0.95 Vol. (m3)	Corte 1.15 Tot Vol. (m3)	Relleno 0.95 Tot Vol. (m3)	Ordenada Curva Masa
1+391.986	0.13	1.10	0.09	0.66	11007.34	8903.21	2104.14
1+392.619	0.13	1.10	1.05	7.45	11008.40	8910.66	2097.74
1+400	0.12	1.03	0.26	1.97	11008.65	8912.62	2096.03
1+401.986	0.11	1.05	0.60	5.87	11009.25	8918.50	2090.75
1+407.619	0.08	1.14	0.28	19.64	11009.53	8938.13	2071.40
1+416.986	0.00	3.48	0.00	2.19	11009.53	8940.32	2069.21
1+417.619	0.00	3.81	0.00	9.38	11009.53	8949.70	2059.83
1+420	0.00	4.49	16.08	25.06	11025.62	8974.76	2050.86
1+437.619	2.38	0.00	9.87	0.00	11035.48	8974.76	2060.72
1+440	5.03	0.00	94.00	0.00	11129.48	8974.76	2154.73
1+450	11.86	0.00	115.52	0.00	11245.00	8974.76	2270.24
1+460	8.25	0.00	54.94	0.00	11299.94	8974.76	2325.18
1+470	1.82	0.00	14.88	1.11	11314.82	8975.87	2338.95
1+480	0.74	0.35	0.79	0.44	11315.61	8976.31	2339.30
1+481.197	0.38	0.45	2.76	49.18	11318.37	9025.49	2292.88
1+500	0.00	6.14	0.00	7.32	11318.37	9032.81	2285.56
1+501.197	0.00	6.73	0.00	84.86	11318.37	9117.67	2200.70
1+511.197	0.00	11.33	0.00	104.10	11318.37	9221.77	2096.60
1+520	0.00	13.60	0.00	85.18	11318.37	9306.94	2011.43
1+526.197	0.00	15.35	0.00	142.05	11318.37	9448.99	1869.38
1+535.909	0.00	15.44	0.00	58.85	11318.37	9507.84	1810.53
1+540	0.00	14.85	0.00	146.17	11318.37	9654.02	1664.36
1+550.909	0.00	13.37	0.00	117.08	11318.37	9771.10	1547.27
1+560	0.00	13.74	0.00	11.92	11318.37	9783.02	1535.35
1+560.909	0.00	13.85	5.85	181.28	11324.22	9964.30	1359.92
1+580	0.80	6.58	0.95	5.44	11325.17	9969.74	1355.43
1+580.909	1.03	6.01	29.52	27.14	11354.69	9996.88	1357.81
1+590	5.55	0.80	57.71	8.13	11412.41	10005.01	1407.40
1+600	5.02	0.83	60.40	7.00	11472.80	10012.01	1460.79
1+610	6.04	0.58	59.12	9.04	11531.92	10021.05	1510.88
1+620	4.80	1.27	53.71	11.81	11585.64	10032.85	1552.78
1+630	5.04	1.09	44.44	14.57	11630.07	10047.42	1582.65
1+639.653	3.44	1.97	1.37	0.65	11631.44	10048.07	1583.37
1+640	3.43	1.97	80.75	36.03	11712.19	10084.09	1628.10
1+659.653	3.72	1.89	1.48	0.62	11713.67	10084.71	1628.96
1+660	3.71	1.88	44.26	13.10	11757.93	10097.81	1660.11
1+669.653	4.27	1.02	59.80	6.15	11817.73	10103.97	1713.76
1+680	5.82	0.30	30.04	1.41	11847.77	10105.38	1742.40
1+684.653	5.41	0.34	83.65	7.73	11931.42	10113.10	1818.32
1+700	4.10	0.75	84.25	15.05	12015.67	10128.15	1887.52
1+720	3.24	0.83	24.87	67.50	12040.55	10195.65	1844.89
1+740	0.00	7.35	0.00	271.79	12040.55	10467.44	1573.10
1+760	0.00	2.66	0.00	414.47	12040.55	10881.92	1158.63
1+780	0.00	20.98	0.00	34.27	12040.55	10916.18	1124.36
1+781.701	0.00	21.44	0.00	334.78	12040.55	11250.97	789.58
1+796.701	0.00	25.61	0.00	78.51	12040.55	11329.47	711.07
1+800	0.00	24.49	0.00	150.22	12040.55	11479.70	560.85
1+806.701	0.00	22.71	0.00	282.54	12040.55	11762.23	278.31
1+820	0.00	22.02	0.00	146.65	12040.55	11908.89	131.66
1+826.701	0.00	24.07	0.00	75.07	12040.55	11983.96	56.58
1+830	0.00	24.70	0.00	190.12	12040.55	12174.08	-133.54
1+840	0.00	16.27	43.06	51.15	12083.60	12225.23	-141.63
1+850	11.16	0.00	238.74	0.00	12322.34	12225.23	97.11
1+860	31.57	0.00	308.90	0.00	12631.24	12225.23	406.01
1+868.921	27.88	0.00	312.39	0.00	12943.63	12225.23	718.40
1+880	21.31	0.00	172.90	0.00	13116.53	12225.23	891.30
1+888.921	12.76	0.00	82.35	0.00	13198.88	12225.23	973.64
1+898.921	2.77	0.00	3.03	0.01	13201.90	12225.24	976.66
1+900	2.12	0.02	58.47	0.09	13260.37	12225.34	1035.04
1+913.425	5.74	0.00	3.31	0.00	13263.68	12225.34	1038.35

Page5

Lun Junio 25 22:32:18 2007



Alignment: Trazo definitivo jun\_25

PRISMOIDAL VOLUME LISTING WITH CURVE CORRECTION

Estación	Corte Área (m2)	Relleno Área (m2)	Corte 1.15 Vol. (m3)	Relleno 0.95 Vol. (m3)	Corte 1.15 Tot Vol. (m3)	Relleno 0.95 Tot Vol. (m3)	Ordenada Curva Masa
1+913.921	5.86	0.00	44.57	0.00	13308.26	12225.34	1082.92
1+920	6.90	0.00	76.91	2.64	13385.17	12227.97	1157.19
1+928.425	9.02	0.99	131.16	3.13	13516.33	12231.10	1285.23
1+938.425	13.97	0.00	26.78	0.00	13543.11	12231.10	1312.00
1+940	15.61	0.00	432.00	0.00	13975.10	12231.10	1744.00
1+958.425	25.58	0.00	46.59	0.00	14021.69	12231.10	1790.59
1+960	26.52	0.00	287.04	0.00	14308.73	12231.10	2077.62
1+970	24.11	0.00	277.74	0.00	14586.47	12231.10	2355.37
1+980	24.86	0.00	277.01	0.00	14863.48	12231.10	2632.37
1+990	23.91	0.00	180.91	0.00	15044.39	12231.10	2813.29
1+996.645	23.94	0.00	91.19	0.00	15135.58	12231.10	2904.48
2+000	23.33	0.00	240.08	3.61	15375.66	12234.71	3140.95
2+016.645	4.29	0.68	12.64	4.09	15388.30	12238.80	3149.50
2+020	2.36	2.00	6.00	20.54	15394.30	12259.35	3134.95
2+026.645	0.00	4.70	0.00	110.30	15394.30	12369.65	3024.65
2+040	0.00	13.44	0.00	21.76	15394.30	12391.41	3002.89
2+041.645	0.00	14.43	0.00	348.28	15394.30	12739.69	2654.61
2+060	0.00	26.09	0.00	453.66	15394.30	13193.36	2200.95
2+080	0.00	21.73	85.25	137.61	15479.55	13330.96	2148.59
2+100	11.12	0.00	85.25	183.14	15564.79	13514.10	2050.69
2+120	0.00	28.92	0.00	778.67	15564.79	14292.77	1272.02
2+140	0.00	54.38	0.00	472.12	15564.79	14764.90	799.89
2+160	0.00	4.51	0.00	51.62	15564.79	14816.52	748.27
2+175.933	0.00	2.42	0.00	8.77	15564.79	14825.29	739.50
2+180	0.00	2.12	0.00	38.54	15564.79	14863.82	700.97
2+190.933	0.00	5.57	0.00	60.10	15564.79	14923.93	640.86
2+200	0.00	8.49	0.00	7.72	15564.79	14931.64	633.15
2+200.933	0.00	8.91	0.00	237.19	15564.79	15168.84	395.96
2+220	0.00	17.79	0.00	15.33	15564.79	15184.16	380.63
2+220.933	0.00	16.79	0.00	104.28	15564.79	15288.45	276.35
2+230	0.00	7.50	8.50	34.03	15573.29	15322.48	250.81
2+240	2.30	0.63	8.88	12.58	15582.17	15335.06	247.12
2+250	0.01	2.03	0.05	25.54	15582.22	15360.59	221.63
2+260	0.00	3.23	0.00	27.14	15582.22	15387.74	194.49
2+268.007	0.00	3.79	0.00	46.06	15582.22	15433.79	148.43
2+280	0.00	4.31	0.00	36.02	15582.22	15469.82	112.41
2+288.007	0.00	5.18	0.00	53.85	15582.22	15523.67	58.56
2+298.007	0.00	6.17	0.00	11.92	15582.22	15535.58	46.64
2+300	0.00	6.42	0.00	77.60	15582.22	15613.19	-30.96
2+313.007	0.00	6.15	0.00	42.12	15582.22	15655.31	-73.08
2+320	0.00	6.53	0.00	21.00	15582.22	15676.30	-94.08
2+323.280	0.00	6.94	0.00	112.65	15582.22	15788.96	-206.73
2+338.280	0.00	8.91	0.00	14.77	15582.22	15803.72	-221.50
2+340	0.00	9.17	0.00	72.66	15582.22	15876.38	-294.16
2+348.280	0.00	9.31	0.00	113.93	15582.22	15990.31	-408.09
2+360	0.00	11.19	0.00	90.14	15582.22	16080.45	-498.23
2+368.280	0.00	11.73	0.00	19.30	15582.22	16099.75	-517.53
2+370	0.00	11.79	0.00	112.08	15582.22	16211.83	-629.61
2+380	0.00	11.70	2.75	99.69	15584.97	16311.52	-726.55
2+390	0.72	9.23	20.48	74.78	15605.45	16386.31	-780.86
2+400	3.16	6.51	19.05	32.90	15624.49	16419.21	-794.72
2+405.034	3.48	7.19	71.85	122.38	15696.34	16541.58	-845.24
2+420	4.91	10.11	29.28	49.62	15725.62	16591.20	-865.58
2+425.034	5.21	10.64	45.56	112.87	15771.18	16704.07	-932.89
2+435.034	2.84	13.17	5.44	64.42	15776.62	16768.49	-991.88
2+440	0.00	14.15	0.00	137.25	15776.62	16905.75	-1129.13
2+450.034	0.00	14.65	0.00	142.99	15776.62	17048.74	-1272.12
2+460	0.00	15.57	0.00	263.09	15776.62	17311.84	-1535.22
2+480	0.00	12.20	0.00	243.19	15776.62	17555.03	-1778.41
2+500	0.00	13.41	0.00	271.48	15776.62	17826.51	-2049.89

Page6

Lun Junio 25 22:32:18 2007



Alignment: Trazo definitivo jun\_25

PRISMOIDAL VOLUME LISTING WITH CURVE CORRECTION

Estación	Corte Área (m2)	Relleno Área (m2)	Corte 1.15 Vol. (m3)	Relleno 0.95 Vol. (m3)	Corte 1.15 Tot Vol. (m3)	Relleno 0.95 Tot Vol. (m3)	Ordenada Curva Masa
2+520	0.00	15.18	0.00	298.84	15776.62	18125.35	-2348.73
2+540	0.00	16.28	0.00	272.85	15776.62	18398.20	-2621.59
2+560	0.00	12.52	0.00	195.16	15776.62	18593.36	-2816.74
2+580	0.00	8.17	0.00	72.48	15776.62	18665.84	-2889.22
2+593.099	0.00	3.76	0.00	14.78	15776.62	18680.62	-2904.00
2+600	0.00	1.03	4.38	2.74	15781.00	18683.35	-2902.36
2+608.099	1.41	0.00	33.30	0.00	15814.30	18683.36	-2869.06
2+618.099	4.70	0.00	11.22	0.00	15825.52	18683.36	-2857.83
2+620	5.58	0.00	99.52	10.56	15925.04	18693.91	-2768.87
2+638.099	4.03	1.84	8.53	4.25	15933.57	18698.16	-2764.59
2+640	3.96	2.55	42.09	32.40	15975.66	18730.56	-2754.90
2+650	3.54	3.81	37.00	19.91	16012.66	18750.47	-2737.81
2+660	3.05	0.57	31.00	1.88	16043.66	18752.34	-2708.68
2+670	2.49	0.00	20.99	0.21	16064.65	18752.55	-2687.91
2+679.845	1.39	0.07	0.25	0.01	16064.89	18752.56	-2687.67
2+680	1.38	0.07	21.13	0.52	16086.02	18753.08	-2667.06
2+699.845	0.54	0.00	0.10	0.00	16086.12	18753.08	-2666.96
2+700	0.54	0.00	6.31	0.01	16092.44	18753.09	-2660.65
2+709.845	0.58	0.00	5.56	0.00	16098.00	18753.09	-2655.09
2+720	0.38	0.00	1.81	0.03	16099.81	18753.12	-2653.31
2+724.845	0.27	0.02	28.30	0.09	16128.11	18753.20	-2625.10
2+740	3.61	0.00	33.12	0.00	16161.23	18753.20	-2591.98
2+746.117	5.90	0.00	110.12	0.00	16271.35	18753.20	-2481.85
2+760	7.95	0.00	10.31	0.00	16281.66	18753.20	-2471.54
2+761.117	8.10	0.00	100.13	0.00	16381.79	18753.20	-2371.41
2+771.117	9.33	0.00	107.71	0.00	16489.50	18753.20	-2263.70
2+780	11.81	0.00	174.35	0.00	16663.85	18753.20	-2089.35
2+791.117	15.55	0.00	142.89	0.00	16806.74	18753.20	-1946.46
2+800	12.71	0.00	136.45	0.00	16943.20	18753.20	-1810.00
2+810	11.12	0.00	59.34	0.00	17002.54	18753.20	-1750.67
2+814.624	11.24	0.00	69.60	0.00	17072.13	18753.20	-1681.07
2+820	11.33	0.00	28.97	0.00	17101.10	18753.20	-1652.10
2+822.227	11.36	0.00	101.10	0.00	17202.20	18753.20	-1551.01
2+829.624	12.42	0.00	182.34	0.00	17384.54	18753.20	-1368.67
2+839.624	19.56	0.00	8.51	0.00	17393.04	18753.20	-1360.16
2+840	19.79	0.00	52.37	0.00	17445.42	18753.20	-1307.79
2+842.227	21.11	0.00	261.19	0.00	17706.61	18753.20	-1046.60
2+852.227	24.35	0.00	206.08	0.00	17912.69	18753.20	-840.52
2+859.624	24.10	0.00	10.03	0.00	17922.72	18753.20	-830.49
2+860	24.06	0.00	193.12	0.00	18115.83	18753.20	-637.37
2+867.227	24.22	0.00	73.66	0.00	18189.49	18753.20	-563.71
2+870	23.84	0.00	234.66	0.00	18424.15	18753.20	-329.05
2+880	18.64	0.00	201.98	0.00	18626.14	18753.20	-127.07
2+890	17.71	0.00	155.02	0.00	18781.15	18753.20	27.95
2+898.120	16.67	0.00	36.16	0.00	18817.31	18753.20	64.11
2+900	16.78	0.00	348.75	0.00	19166.07	18753.20	412.87
2+918.120	16.69	0.00	36.23	0.00	19202.30	18753.20	449.10
2+920	16.83	0.00	157.15	0.00	19359.45	18753.20	606.24
2+928.120	16.83	0.00	200.50	0.00	19559.94	18753.20	806.74
2+940	12.62	0.00	42.82	0.00	19602.76	18753.20	849.56
2+943.120	11.26	0.00	237.01	0.00	19839.78	18753.20	1086.57
2+960	13.18	0.00	101.32	0.00	19941.10	18753.20	1187.89
2+965.823	17.17	0.00	256.34	0.00	20197.44	18753.20	1444.23
2+980	14.32	0.00	13.11	0.00	20210.55	18753.20	1457.35
2+980.823	13.41	0.00	79.67	0.02	20290.22	18753.22	1537.00
2+990.823	2.08	0.01	10.06	0.87	20300.28	18754.09	1546.19
3+000	0.17	0.26	0.72	0.88	20301.00	18754.97	1546.03



## **CONCLUSIONES.**

La construcción de vías de comunicación, trae consigo un importante desarrollo para cada comunidad, municipio, estado y en general para todo el país.

Para nuestro caso, se tiene un camino construido sobre terreno virgen y otra parte sobre terracería ya existente.

Este proyecto se elaboró con datos que se obtuvieron de la Junta de Caminos, por medio de las brigadas de topografía, gracias a estos datos se pudo elaborar el trazo, perfil y secciones transversales.

La finalidad de esta tesina es el comparar un proyecto elaborado de manera tradicional utilizando métodos numéricos y dibujos realizados sólo a base del programa AutoCAD con los datos obtenidos totalmente del programa Civil Design, pero siempre guiado y teniendo como base los datos que se han obtenido originalmente, y expuestos por el Ing. José Luis Duran Rojas.

A manera de conclusión presento:

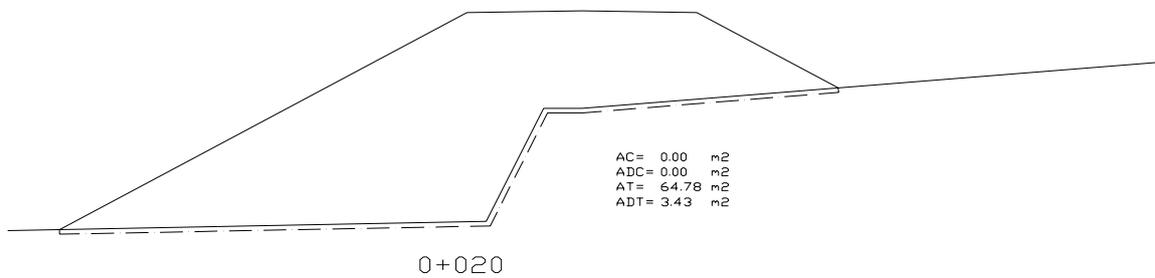
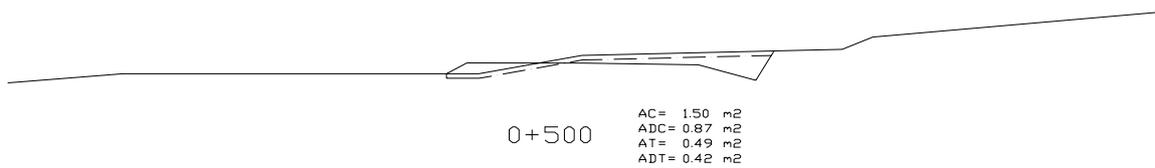
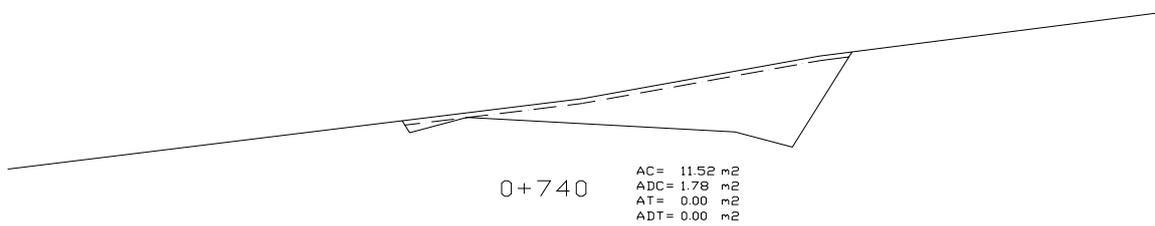
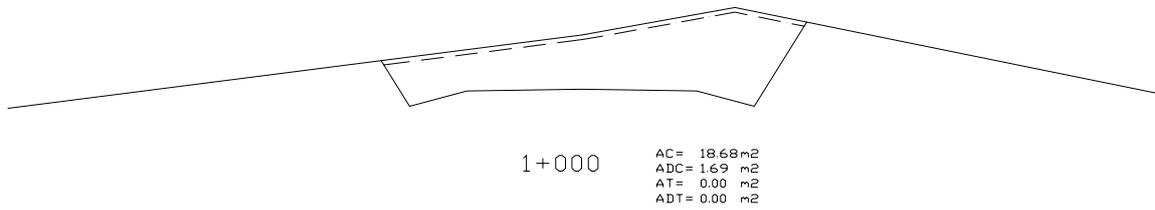
- Trazo horizontal del camino con curvas circulares simples obtenido con el programa Civil Design; en el cual se puede observar la precisión al momento de proyectar las curvas, ya que éstas prácticamente han quedado sobre los mismos cadenamientos, observando diferencias de entre 0.1m hasta 1m.
- Trazo vertical del camino con curvas verticales proporcionado por Civil Design; en esta comparativa se pueden observar pocas diferencias, de hecho las curvas verticales han sido proyectadas de igual manera en cuanto a longitud, inicio y final de curva, se observan sólo pequeñas diferencias de no más de 0.35m., en las alturas correspondientes al inicio de la curva, al punto de inflexión y al punto final de la curva vertical; las longitudes son las mismas.
- En cuanto a las secciones transversales se observa también poca diferencia a lo largo del camino, se han considerado las curvas y sobre elevaciones. También se comparan algunas secciones, Civil Design nos proporciona las secciones de manera automática y dependiendo del alineamiento varía el cadenamiento, pero en general se observa la misma topografía la misma sección de construcción.
- Donde se observa mayor diferencia es en la Ordenada de Curva Masa, es aquí donde existe una mayor diferencia con los datos obtenidos, me permito mencionar algunos factores por lo que se da esta diferencia.

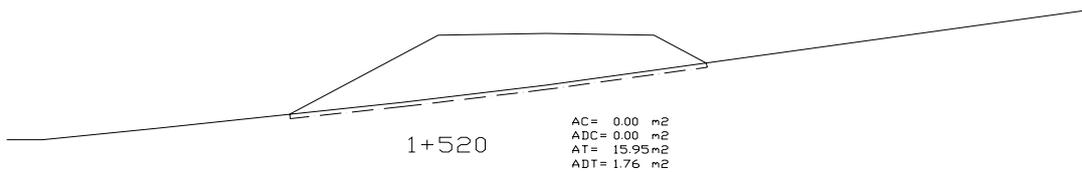
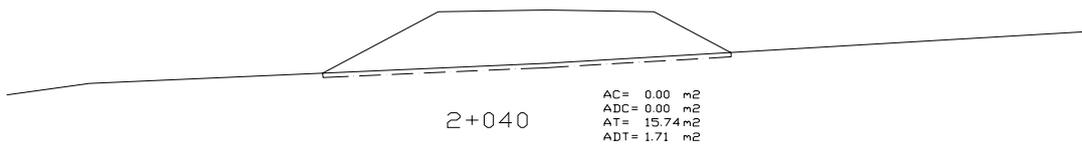
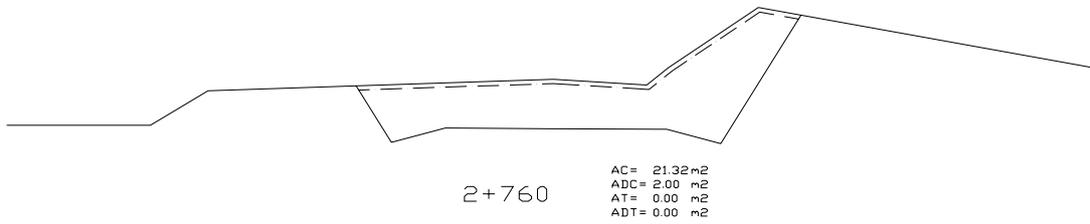
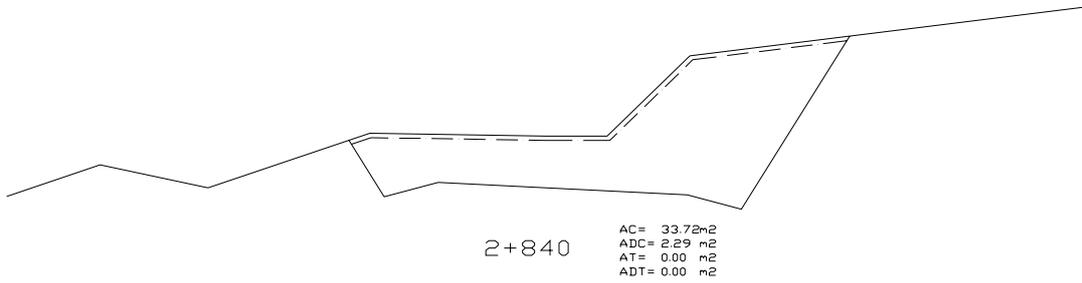


- a) Civil Design proporciona la Ordenada de Curva Masa de manera automática tomando en consideración todos los quiebres de terreno, por pequeños que éstos sean, de manera exacta.
  - b) Cuando la Ordenada de Curva Masa se calcula de manera manual se pueden arrastrar errores de cálculo o de observación.
  - c) No es mi intención considerar solo el error humano en esta comparativa, ya que Civil Design también podría ser causante de la diferencia.
  - d) Consultando en Internet con los proveedores del programa Civil Design, se obtuvo una respuesta en cuanto al error del programa, realizada a través de diversos estudios e investigaciones, (según el fabricante) el error es mínimo, ya que emplea diversos cálculos electrónicos.
- Alineamientos horizontales y verticales obtenidos en Civil Design se presentan en planos anexos.
  - Se presentan comparativas de las secciones obtenidas normalmente y las obtenidas en Civil Design.
  - VENTAJAS OBSERVADAS, A MANERA PERSONAL, DEL USO DE CIVIL DESIGN.
    - a) Reducción considerable del tiempo de elaboración de un proyecto geométrico, ya que como referencia de la presente tesina, de hasta 5 días de trabajo, con la práctica, se reduce a solo unas 3 a 4 horas; considérese esto para el presente proyecto de 3 km.
    - b) La facilidad de manejo, con aplicaciones sencillas y comandos fáciles de utilizar.
    - c) Confiabilidad de datos, ya que proporciona resultados similares a los obtenidos con anterioridad utilizando métodos comunes.
    - d) Tener una referencia del trazo real del camino, esto utilizando vistas en 3D en el mismo programa.
  - Se presentan las ordenadas de curva masa, obtenida en Civil Design.
  - Civil Design es una herramienta ampliamente recomendable para la actualización de la ingeniería civil; la confiabilidad de datos obtenidos, la sencillez de uso y su amplia gama de aplicaciones la hacen una muy buena opción en una nueva generación de ingenieros, donde la tecnología es una de las más grandes ayudas que se pueda tener.



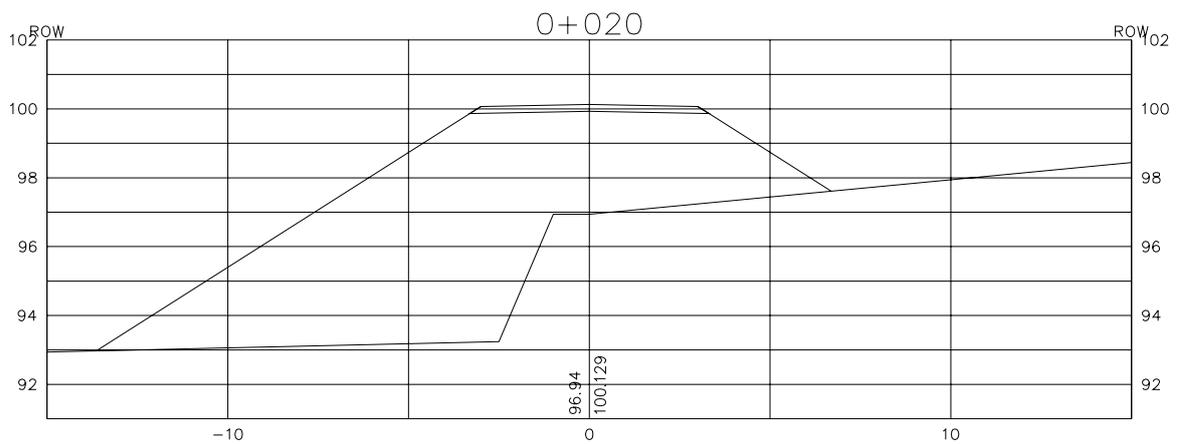
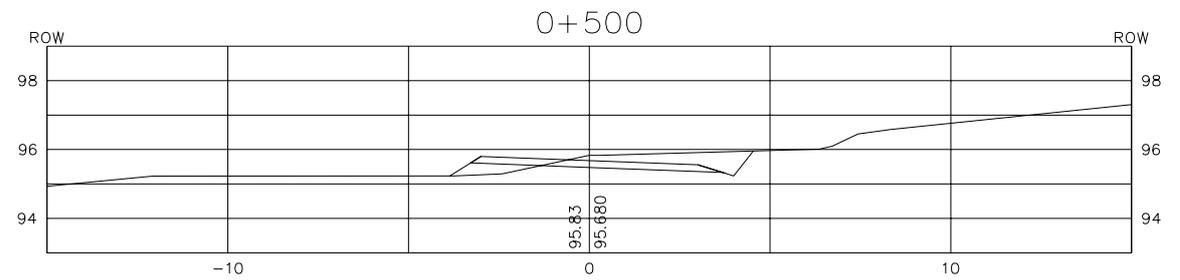
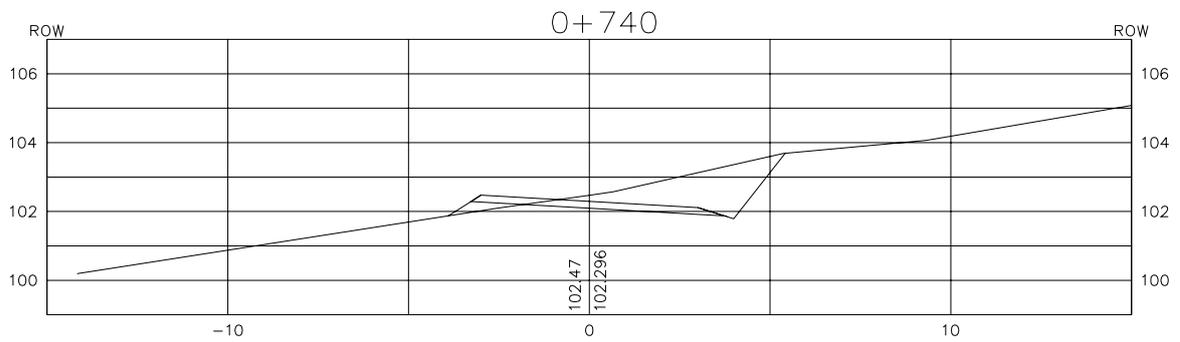
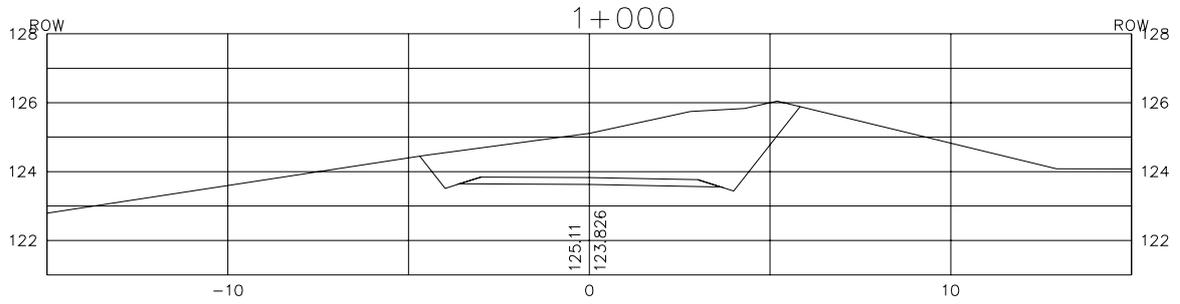
Secciones obtenidas en método normal de diseño.

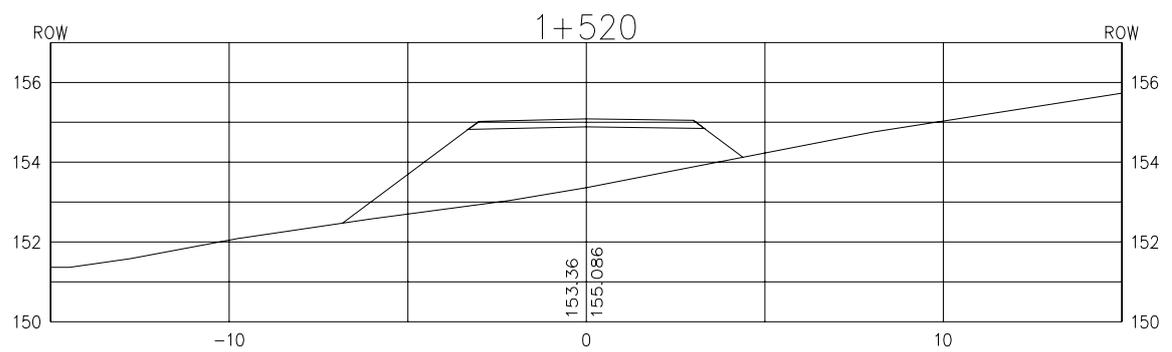
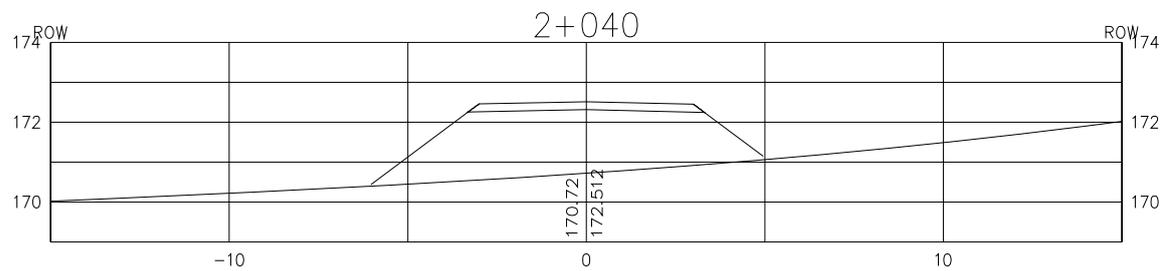
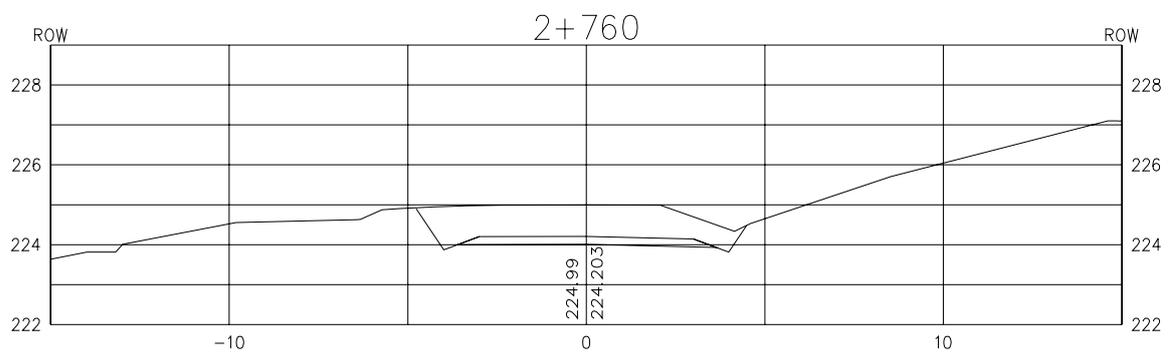
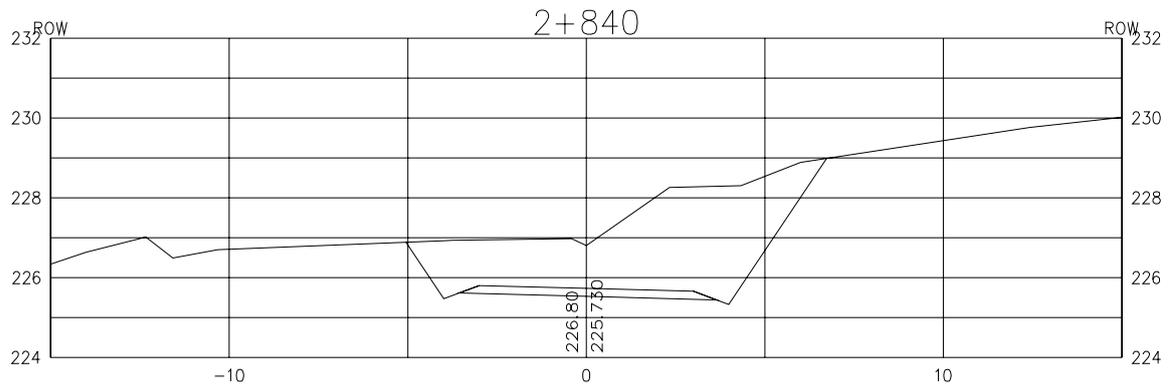






Mismas secciones obtenidas en Autodesk Land Desktop.





Es mi deseo que el esfuerzo invertido en el presente trabajo sea de utilidad para futuras generaciones de ingenieros, quienes con sus aportaciones puedan contribuir, también, para que sea mejor.



## **BIBLIOGRAFIA.**

“Topografía aplicada”  
Fernando García Márquez.  
Árbol Editorial  
Pág. 325 – 422

“Vías de comunicación: Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos”  
Carlos Crespo Villalaz  
LIMUSA  
Pág. 125 – 135

“Manual de Caminos Vecinales”  
Rene Etcharren Gutiérrez  
Asociación Mexicana de Caminos A.C., Representaciones y Servicios de Ingeniería  
S.A.  
2ª edición, Pág. 220 – 227

“Normas y especificaciones SCT para proyecto geométrico”

Además de:

[www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

[www.construaprende.com](http://www.construaprende.com)

[www.puntocad.com](http://www.puntocad.com)

[www.sedemun.gob.mx](http://www.sedemun.gob.mx)