



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

**DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA
VOLADORA, UBICADA EN EL CANTÓN NABÓN DE LA PROVINCIA DEL
AZUAY, APLICANDO EL PROGRAMA AUTOCAD CIVIL 3D 2014**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil con
énfasis en Gerencia de Construcciones**

Autor:
Edwin Fernando Blandín Arévalo

Director:
Ing. Christian Marcelo Moyano Tobar

Cuenca, Ecuador

2014

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico a mi familia y de manera especial a mis padres quienes siempre me han brindado su apoyo y que nunca dejaron de confiar en mí. Ustedes fueron el pilar fundamental para asimilar la importancia del estudio y el esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

Este agradecimiento va dirigido ante todo a Dios por haberme dado la oportunidad de estar aquí, a mis padres por fomentar en mí el deseo de superación, a mis amigos por permitirme compartir una época muy importante en la formación profesional, también quiero expresar mi más sincero agradecimiento de manera especial al Ing. Christian Moyano quien hizo posible la realización de este documento.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE GENERAL	IV
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. GENERALIDADES.....	2
1.1. Diseño geométrico.....	2
1.2. Consideraciones generales.....	2
1.3. Descripción del proyecto.....	3
1.4. Localización	3
1.4.1 Ubicación geográfica.....	3
1.5. Tráfico.....	4
1.6. Factores de diseño	5
1.7. Definiciones	7
1.8. Velocidad de diseño	9
1.9. Velocidad de operación o circulación.....	9
1.10. Elementos del proyecto	11
CAPÍTULO II. DISEÑO HORIZONTAL	12
2.1 Normas de diseño.....	12
2.1.1 Radio mínimo de curvatura	12
2.1.2 Sobrecancho.....	13
2.2 Curvas horizontales	14
2.2.1 Curvas circulares	14
2.2.2 Curvas espirales.....	18

2.3	Tangente intermedia mínima	22
2.4	Diseño horizontal en el AutoCAD Civil 3D	23
2.4.1	Configuración inicial	23
2.4.1.1	Gestión de puntos	24
2.4.1.2	Edición de puntos	24
2.4.1.3	Creación de superficies	24
2.4.1.4	Edición de superficies	25
2.4.1.5	Estilos de superficie	27
2.4.2	Alineamientos	28
2.4.2.1	Propiedades de alineamiento	29
2.4.2.2	Estilos de alineamiento	30
2.4.2.3	Creación de alineamiento según la norma	30
2.4.2.4	Creación de tablas y etiquetas de alineación	36
2.4.2.5	Creación sobreanchos según la norma	45
2.4.2.6	Edición de sobreanchos	47
2.4.3	Peraltes	48
2.4.3.1	Configuración de peralte	48
2.4.3.2	Visualización y edición de datos de peralte	49
CAPÍTULO III. DISEÑO VERTICAL		51
3.1	Normas de diseño	51
3.1.1	Distancia de visibilidad de parada	51
3.1.2	Distancia de visibilidad de rebasamiento	53
3.2	Pendientes	56
3.3	Curvas verticales	57
3.4	Diseño vertical en el AutoCAD Civil 3D	65
3.4.1	Perfiles	65
3.4.1.1	Creación de perfiles del terreno	65
3.4.1.2	Perfil longitudinal	65
3.4.1.3	Diseño del perfil de la rasante según las normas	67
3.4.1.4	Edición de perfiles	68
3.4.1.5	Estilos y presentación	69

CAPÍTULO IV. DISEÑO TRANSVERSAL.....	73
4.1 Calzada.....	73
4.2 Taludes.....	73
4.3 Cortes	73
4.4 Rellenos.....	73
4.5 Sección transversal típica	74
4.6 Diagrama de masas.....	74
4.7 Diseño transversal el AutoCAD Civil 3D.....	74
4.7.1 Creación de ensamblajes y subensamblajes.....	74
4.7.1.1 Calzada típica de 2 ejes de pavimento flexible, con cuneta y bordillo	77
4.7.1.2 Puentes	83
4.7.1.3 Muros de contención	83
4.7.1.4 Administración y edición de ensamblajes y subensamblajes	84
4.7.2 Creación de obras lineales (corredores).....	85
4.7.2.1 Gestión o edición de obras lineales.....	87
4.7.2.2 Visualización y edición de secciones de obra lineal	89
4.7.3 Secciones transversales	90
4.7.3.1 Configuración de las líneas de muestreo.....	90
4.7.3.2 Estilos y visualización de las líneas de muestreo	93
4.7.3.3 Obtención de las secciones transversales.....	94
4.7.4 Análisis de materiales y de cantidades.....	95
4.7.4.1 Diagrama de masas.....	100
4.7.5 Vista Tridimensional de elementos.....	102
4.7.6 Presentación final del proyecto.....	103
CAPÍTULO V. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES	104
5.1 Análisis de precios unitarios.....	104
5.2 Presupuesto general.....	135
5.3 Especificaciones técnicas	136

CAPÍTULO VI. EDICIÓN DEL MANUAL 232

6.1	Interfaz del usuario.....	232
6.2	Configuración inicial.....	237
6.3	Puntos.....	239
6.4	Superficies.....	244
6.5	Alineamientos	247
6.6	Perfiles	252
6.7	Alineamiento vertical	253
6.8	Sobreancho.....	256
6.9	Creación de ensamblajes y subensamblajes.....	257
6.10	Creación de obras lineales (corredores).....	259
6.11	Secciones transversales	262
6.12	Análisis de materiales y de cantidades	263
6.13	Vista tridimensional de Elementos	264
6.14	Presentación final del proyecto.....	265

CONCLUSIONES	267

RECOMENDACIONES	268

BIBLIOGRAFÍA	269

ANEXOS

Anexo 1 Reportes

Anexo 2 Detalle de cabezal y muro de ala para alcantarilla circular

Anexo 3 Detalle de la cuneta tipo

Anexo 4 Planos del diseño geométrico

RESUMEN.**DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA VOLADORA, UBICADA EN EL CANTÓN NABÓN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY, APLICANDO EL PROGRAMA AUTOCAD CIVIL 3D 2014.**

El programa AutoCAD Civil 3D es un software innovador y de gran potencial en el campo de la ingeniería civil, ya que desde su aparición ha ido evolucionando y mejorando su funcionalidad hasta la actualidad, se lo observa en una etapa mucho más madura, robusta y no tan pesada. De tal manera que contamos con una completa integración entre sus herramientas para garantizar una mejor productividad en la elaboración del diseño geométrico del tramo de carretera Belén-La Voladora, para lo cual, se ha tomado en consideración el tráfico actual y futuro que circulará por la vía. En el desarrollo de este documento se ha recopilado información técnica de estudios y diseños de características similares al del proyecto desarrollado; que junto a la normativa y criterios adoptados han servido para sintetizar en un diseño que cumpla con las exigencias de seguridad, comodidad y economía.

Palabras claves.

Innovador, integración, productividad, tráfico, sintetizar.

Ing. Paúl Cordero D.
DIRECTOR DE ESCUELA.

Ing. Christian Moyano T.
DIRECTOR DE LA TESINA.

Fernando Blandín A.
AUTOR.

ABSTRACT

GEOMETRIC DESIGN OF THE BELEN-LA VOLADORA STRETCH OF ROAD, LOCATED IN THE CITY OF NABON OF THE PROVINCE OF AZUAY, BY APPLYING THE AUTOCAD CIVIL 3D 2014 PROGRAM

The AutoCAD Civil 3D program is innovative software which has a great potential in the field of civil engineering, considering that since its appearance it has been continuously evolving and improving its practicality up to present. This software is in a much more mature, strong, and not-so-heavy stage, so we have a complete integration of its tools, which guarantee a major productivity in the elaboration of the geometric design of the Belén-La Voladora stretch of road. For this reason, the current and future traffic on this road has been considered. For the elaboration of this document, technical information of studies and designs of similar characteristics to the project developed were collected. This information, together with the regulations and criteria adopted, has been synthetized into a design that fulfills safety, comfort, and financial demands.

Key words:

Innovative, integration, productivity, traffic, synthetize



Translated by,

Rafael Argudo

Blandín Arévalo Edwin Fernando

Trabajo de grado

Ing. Christian Moyano

Mayo, 2014

**DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA
VOLADORA, UBICADA EN EL CANTÓN NABÓN DE LA PROVINCIA DEL
AZUAY, APLICANDO EL PROGRAMA AUTOCAD CIVIL 3D 2014.**

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado facilita una alternativa a los métodos tradicionales para el diseño de vial, sabiendo que la vialidad es una prioridad para el desarrollo del país, debido al incremento poblacional, para la comunicación y la comercialización de productos. Existe la demanda de nuevas vías y el mejoramiento de las existentes que requieren un proceso de diseño óptimo y ágil, por lo que el software AutoCAD Civil 3D será aplicado en el diseño geométrico de un tramo de la carretera Belén – La Voladora aplicando la normativa AASHTO 2001. La elección de dicho programa se debe a que presenta excelentes características entre las cuales se destacan: la facilidad de entregar proyectos de ingeniería en menos tiempo y con más calidad, sus herramientas aceleran las tareas de diseño, análisis e implementación de cambios y la facilidad de adaptar a un formato de presentación preestablecido de diseño.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1.Diseño geométrico

El diseño geométrico aborda un entorno físico tridimensional que debe garantizar la seguridad, funcionalidad y facilidad de transporte. En el diseño interviene un conjunto de factores que analizados y aplicados de manera correcta permitirán contar con carreteras en dónde el desenvolvimiento de los vehículos sea favorable.

Muchos de los elementos que componen el diseño geométrico están influenciados por las características de desempeño de los vehículos, pero sin duda, también se deberá tener en consideración el entorno que rodea al proyecto, para lograr un alto grado de sensibilidad y comunión con el medio ambiente y la comunidad.

1.2.Consideraciones generales

La justificación y factibilidad de un proyecto de esta índole atiende a circunstancias de carácter técnico, social y económico que determinan la viabilidad de la ejecución, para este proyecto en particular obviaremos tales análisis puesto que el diseño vial será realizado únicamente con carácter ilustrativo, hecho por el cual no se descuidará la calidad del mismo en cuanto a aplicación de conceptos técnicos y normas de diseño. El uso del programa AutoCAD Civil 3D facilitará ampliamente la aplicación de los conceptos en todas las fases del diseño.

Para este proyecto se cuenta con una franja topográfica perteneciente a la vía Belén – La Voladora, ubicada al suroeste del cantón Nabón en la provincia del Azuay. El desnivel a superar es de 47 metros entre el punto inicial y final.

1.3.Descripción del proyecto

El proyecto está concebido sobre una franja topográfica de 5 km de longitud aproximadamente, en la cual no se intercepta con zonas pobladas, es decir, será diseñado de tal forma que se adapte beneficiosamente a las condiciones del sitio, en función de la normativa ASHTOO 2001 y considerando también las recomendaciones de diseño brindadas por el MTOP para garantizar tanto la comodidad y la seguridad de la carretera.

La carretera a diseñar corresponde al tipo principal de dos carriles, obteniendo un carril por cada sentido de circulación, la sección transversal propuesta cuenta con cunetas y bordillos así como con los respectivos taludes de corte y relleno. Como complemento a esto se revisará el uso de secciones típicas para muros de contención y otros elementos si fuesen necesarios.

1.4.Localización

País: Ecuador

Provincia: Azuay

Cantón: Nabón

1.4.1 Ubicación geográfica

Sistema de coordenadas UTM WGS84.

UTM WGS84			
INICIO DEL PROYECTO		FINAL DEL PROYECTO	
NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
9619403.785	715838.345	9621227.557	718985.954

1.5.Tráfico

El tránsito proyectado con lo cual se ha de diseñar el tramo de la carretera ha sido obtenido emulando algunos de los estudios ejecutados en el país; los cuales se basan en el análisis de la composición del tráfico de proyectos con características similares al de este estudio en cuestión. Lo cual ha facilitado enormemente la obtención de los siguientes datos.

Tabla 1 Composición del tráfico

TRÁFICO	CANTIDAD	%
Vehículos livianos	60	-----
Camiones de dos ejes	17	43.60%
Camiones de tres ejes	13	33.33%
Buses	8	20.51%
Tanqueros	1	2.56%
Total livianos	60	-----
Total pesados	39	100.00

Fuente: Estudio de tráfico de la vía Escuela Central-Cementerio, Parroquia Santa Ana.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Para poder determinar la demanda de la carretera con una proyección a 20 años, se usa la siguiente fórmula del crecimiento geométrico.

$$Vf = Va * (1 + i)^n$$

Siendo:

Vf = Volumen proyectado TPDA20 (capacidad futura).

Vo = Volumen del año actual igual al TPDA (capacidad actual).

i = Tasa de crecimiento (2%)

n = Número de años para el que se proyecta (20 años).

$$Vf = 99 * (1 + 0.02)^{20}$$

$$Vf = 147 \text{ vehiculos}$$

De esta manera se ha determinado un TPDA proyectado a 20 años menor a 300 vehículos por día.

1.6. Factores de diseño

El diseño de la carretera fusiona ciertos factores de gran importancia, para garantizar su funcionalidad en el lapso de tiempo acordado, los mismos factores serán descritos y evaluados a continuación.

Clase de la carretera.

Hace referencia a una clasificación funcional en donde se tiene una categorización jerárquica, acorde a su importancia y nivel de servicio. Para determinar la clase de la carretera analizaremos la Tabla 2, en la cual debemos considerar las características geométricas y el volumen de tránsito que tiene previsto servir la carretera, con estos parámetros es posible definirla dentro de una clase.

Tipo de terreno

La topografía del terreno resulta importante puesto que existe una clasificación en la cual se contemplan las características de pendiente y así se la puede definir dentro de un determinado grupo según los siguientes tipos de terreno.

Terreno llano: Se compone de pendientes transversales a la vía relativamente bajas y no se requiere de una alta cantidad de movimiento de tierras.

Terreno ondulado: se compone de pendientes transversales a la vía, presentan un rango moderado y requiere de un nivel medio de movimiento de tierras.

Terreno montañoso: se compone de pendientes transversales a la vía altas, supone un mayor movimiento de tierras.

De este análisis realizado en la Tabla 2, se desprenden ciertos parámetros que estarán en función de la clasificación concebida.

Con las consideraciones revisadas anteriormente y según la zona en donde se emplaza el trabajo, podemos determinar que el proyecto encaja dentro de las características de un terreno ondulado en donde se estima un movimiento de tierras moderado y con alineamientos de un aceptable nivel de dificultad, además se ha definido como un camino vecinal clase IV en función del TPDA menor a 300 vehículos por día.

Tabla 2 Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción

NORMAS	CLASE I 3000-8000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1000-3000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300-1000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100-300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾					
	RECOMENDABLE			ABS. OLUTA			RECOMENDABLE			ABS. OLUTA			RECOMENDABLE			ABS. OLUTA			RECOMENDABLE			ABS. OLUTA			RECOMENDABLE			ABS. OLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	28	100	30	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	21	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebajamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	450	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8%(Para V < 50 K.P.H.)											
Coficiente "K" para: ⁽²⁾																														
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0.50%																													
Ancho de pavimento (m)	7,3 7,3						7,0 6,70						6,70 6,00						6,00						4,00 ⁽¹⁰⁾					
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado					
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0 2,5 2,0 2,5 2,0 1,5						3,0 2,5 2,0 2,5 2,0 1,5						2,0 1,5 1,0 1,5 1,0 0,5						0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						—					
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0					
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						—					
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																													
Carga de diseño	HS-20-44; HS-MOP; HS-25																													
Puentes Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSIÓN DE LA CALZADA DE LA VÍA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
Ancho de aceras (m)	0.50m mínimo a cada lado																													
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																														

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.

- 2) Longitud de las curvas verticales: $L = K A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algébrica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{\min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $VD = 20 \text{ Km/h}$ y $R = 15 \text{ m}$ siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas “Recomendables” se emplearán cuando el TPDA se acerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

1.7.Definiciones¹

Abscisa: distancia lineal hacia el este desde la línea norte-sur que atraviesa el origen de una rejilla. Equivalente a la coordenada X en un sistema de coordenadas XYZ.

¹CEAC S.A. Enciclopedia del Encargado de Obras (1978). Diccionario de la construcción, Barcelona.

Alineamiento horizontal: es la proyección de la carretera en el plano horizontal, y está compuesta por rectas y curvas horizontales.

Alineamiento vertical: es la proyección de la carretera en el plano vertical, y está compuesta por rectas y curvas verticales.

Ancho de vía: es la distancia más corta entre la alineación señalada por los instrumentos de planeamiento urbanístico que definen la vía pública, o a espacio exterior a las parcelas.

Bombeo: diferencia de nivel entre el extremo de la calzada y el eje de la calzada en tramo recto.

Calzada: parte de una vía pública comprendida entre dos aceras. Conjunto de las vías de circulación destinadas al tráfico rodado que forman una carretera o una autopista.

Carpeta asfáltica: es la capa de rodadura que soporta las cargas ocasionadas por el tráfico, protege la explanación de los efectos de la humedad, evita la desintegración de la superficie y proporciona una superficie lisa y antideslizante.

Carril: franja longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales y con anchura suficiente para la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas.

Cuneta: zanja a cada lado de una carretera, para recoger el agua de lluvia.

Sub rasante: obra de tierra anterior al pavimento cuyo objetivo es elevar o deprimir la estructura para alcanzar la rasante del proyecto.

Rasante: línea que en un plano alzado representa el perfil de la superficie de una calle, carretera puente u otro en general, considera en su inclinación con respecto al plano horizontal.

Base: es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta asfáltica es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento.

Sub base: es la capa compuesta de material triturado o cribado colocada sobre la sub rasante del terreno, cuya función principal es la de servir de drenaje.

Talud: inclinación del paramento de un muro, desmonte o terraplén.

1.8.Velocidad de diseño²

Está definida como la máxima velocidad segura que puede ser mantenida durante el recorrido sobre la vía, de modo tal que las características geométricas sean las que sobresalgan. La velocidad de diseño es estimada como el pilar fundamental del proyecto, ya que a partir de ésta se posibilita el desarrollo del mismo y de gran parte de los elementos de la vía con las condiciones de seguridad y comodidad óptimas.

Lo más recomendable es mantener una velocidad de diseño constante durante todo el trayecto, aunque esta condición es difícil de lograr por lo que se puede usar velocidades de diseño diferentes frente a limitaciones presentadas sobre un mismo trazado. Hay que tener en consideración que se debe advertir al conductor de las modificaciones realizadas mediante señales del cambio de velocidad.

Algunos elementos del alineamiento horizontal, vertical y transversal, están directamente relacionados con la velocidad de diseño y se modifican de acuerdo a como ésta varía.

La selección apropiada del valor de la velocidad de diseño es particularmente importante y debe ir conforme a consideraciones tales como, la categoría o clase de carretera, el volumen del tránsito para la cual está destinada a servir, la morfología de la topografía, aspectos económicos y la magnitud del proyecto.

La velocidad de diseño para la vía obtenida de la Tabla 2 previo a un análisis de los factores de diseño, es de 35 Km/h correspondiente a la Clase IV absoluta.

1.9.Velocidad de operación o circulación³

Si usamos esta velocidad es factible tener información acerca del grado de servicio que otorga la carretera, además permite verificar si los objetivos respecto al costo y los

²Chocontá R, Pedro (2004). Diseño geométrico de vías (2a Ed.), Bogotá, p. 50-51

³Chocontá R, Pedro (2004). Diseño geométrico de vías (2a Ed.), Bogotá, p. 52

beneficios para los usuarios han sido alcanzados. Ésta corresponde a la velocidad segura y cómoda que comúnmente se observa a un conductor circular de forma libre, es obtenida de un vehículo que ha recorrido un tramo de la carretera.

Este valor se obtiene al dividir la distancia recorrida para el tiempo empleado para recorrer dicho tramo. La Tabla 3 muestra las velocidades de operación correspondientes a las velocidades de diseño.

Tabla 3 Velocidad de operación

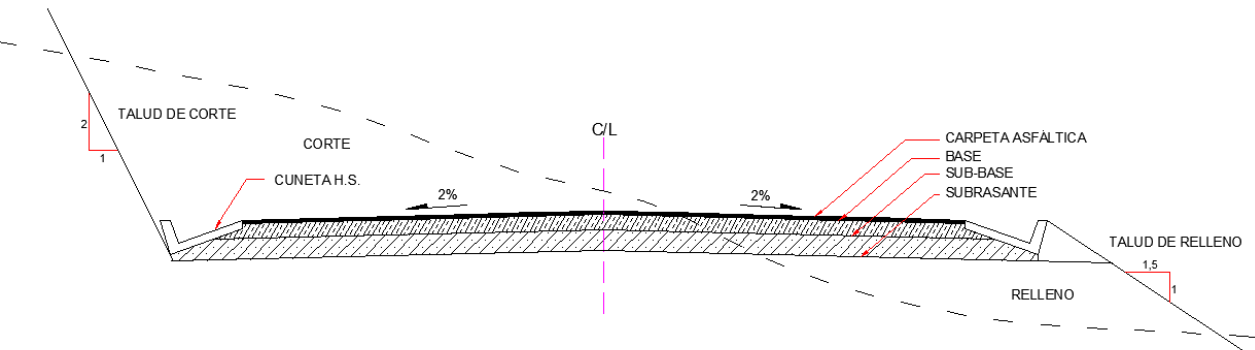
Velocidad (Km/h)	
Velocidad de diseño	Velocidad de operación para un volumen de tráfico bajo.
30	28
40	37
50	46
60	55
70	63
80	71
90	79
100	86

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

1.10. Elementos del proyecto

SECCIÓN TÍPICA

Figura 1 Sección típica de la carretera Belén-La Voladora



Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

En todo el trayecto de la carretera se establece una calzada de 6m de ancho, compuesta por dos carriles de circulación y su estructura posee el dimensionamiento detallado en la Tabla 4, adquirido del estudio de suelos y diseño de pavimento flexible de la vía Escuela Central-Cementerio.

Tabla 4 Estructura de la carretera

DISEÑO DEL PAVIMENTO	
NOMBRE	ESPESORES (cm)
CARPETA ASFÁLTICA	7.62
BASE	20.00
SUB-BASE	30.00

Fuente: Estudio de suelos y diseño de pavimento flexible, vía Escuela Central-Cementerio.

CAPÍTULO II

DISEÑO HORIZONTAL

2.1 Normas de diseño

2.1.1 Radio mínimo de curvatura⁴

Es el radio de curva horizontal más bajo que puede emplearse en el diseño, se limita este valor para garantizar la seguridad del tránsito vehicular; está en función de la velocidad de diseño, del peralte máximo ($e_{máx}$) y del coeficiente de fricción lateral máxima ($f_{máx}$). No se recomienda usar valores menores o cercanos al del radio mínimo, excepto en el casos que no sea posible establecer un mayor radio de curvatura.

$$R_{mín} = \frac{V^2}{127(e_{máx} + f_{máx})} \quad (\text{Ec. 1})$$

Siendo:

$R_{mín}$	Radio mínimo (m).
V	Velocidad de diseño (Km/h).
$e_{máx}$	Peralte máximo (fracción decimal).
$f_{máx}$	Coefficiente de fricción lateral máxima.

En una curva la fuerza centrífuga generada por un vehículo es compensada principalmente por el peralte. El peralte máximo obedece a 4 factores: factores climáticos, condiciones del terreno, tipo del área y la frecuencia del movimiento vehicular. Se cuenta con un rango de valores entre 0%-12% que pueden ser utilizados. Una práctica aceptable es el uso de un único valor dentro de una región con condiciones climáticas similares, por tal razón el valor usado para este proyecto corresponde a un 8% que es un valor comúnmente aplicado en nuestras vías.

⁴Cárdenas G, James (2002). Diseño geométrico de carreteras, Bogotá, p. 159

Cuando la fuerza centrífuga no es totalmente compensada por el peralte, entra en escena el coeficiente de fricción lateral que se presenta en la interacción de las llantas del vehículo y el pavimento de la calzada y se lo obtiene de la siguiente tabla.

Tabla 5 Coeficientes fricción lateral y peralte

Vel. de diseño (Km/h)	35	40	50	60	70	80
f_{máx.}	0.25	0.22	0.19	0.18	0.16	0.14
e_{máx.} (%)	8	8	8	8	8	8

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

Cálculo:

$$R_{\min} = \frac{35^2}{127(0.08 + 0.22)}$$

$$R_{\min} = 32.15 \text{ m}$$

2.1.2 Sobreancho⁵

El denominado sobreancho corresponde al incremento de la longitud transversal en una curva horizontal, cuando un vehículo transita por una curva, la trayectoria de la parte posterior difiere de la frontal ocupando un mayor espacio en la calzada; es por ello que se presenta la necesidad que las curvas deban ensancharse para mantener las condiciones de operación aceptables. Estas condiciones obedecen primordialmente a las características de los vehículos y del radio de la curvatura. El sobreancho es necesario y recomendado para curvas con un radio menor a 160m. Con la siguiente ecuación es posible determinar el valor del sobreancho en cualquier curva.

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{0.1V}{\sqrt{R}} \quad (\text{Ec. 2})$$

⁵Cárdenas G, James (2002). Diseño geométrico de carreteras, Bogotá, p. 227-229

Donde:

n	Número de carriles.
S	Sobreancho (m).
R	Radio de curvatura (m).
L	Distancia entre ejes (m).
V	Velocidad de diseño (Km/h).

2.2 Curvas horizontales⁶

El alineamiento horizontal está compuesto por un conjunto de rectas tangentes unidas mediante curvas, las curvas circulares son las más usadas para proveer de un cambio de dirección en el diseño, aunque también el uso de las curvas espirales presenta ventajas.

Se debe garantizar que la geometría de la carretera brinde una circulación cómoda conforme a la velocidad de diseño.

Los elementos de las curvas están definidos geoméricamente, de tal manera que sus ecuaciones se las pueda encontrar en cualquier libro de diseño geométrico de carreteras.

2.2.1 Curvas circulares

Las curvas circulares tienen la particularidad de dividirse en tres categorías: las simples, las compuestas y las reversas que son aplicables solo en casos excepcionales.

Curvas circulares simples: este tipo de curva es la más utilizada, tiene un radio único y es la que se usará en este proyecto debido a que es la que mejor se ajusta a la topografía del terreno y aporta comodidad para el usuario.

Para empalmar este tipo de curva con sus respectivas tangentes se utiliza la siguiente formulación.

⁶Cárdenas G, James (2002). Diseño geométrico de carreteras, Bogotá, p. 33-263

α : en grados.

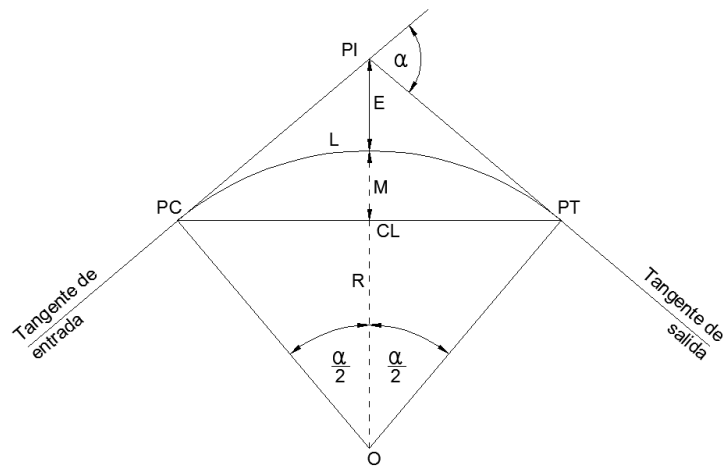
$$T = R * \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$E = T * \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$C = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec. 5})$$

$$L = \frac{\pi * R * \alpha}{180} \quad (\text{Ec. 6})$$

Figura 2 Elementos de la curva circular simple



Fuente: Cárdenas, James. Diseño geométrico de carreteras.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Donde:

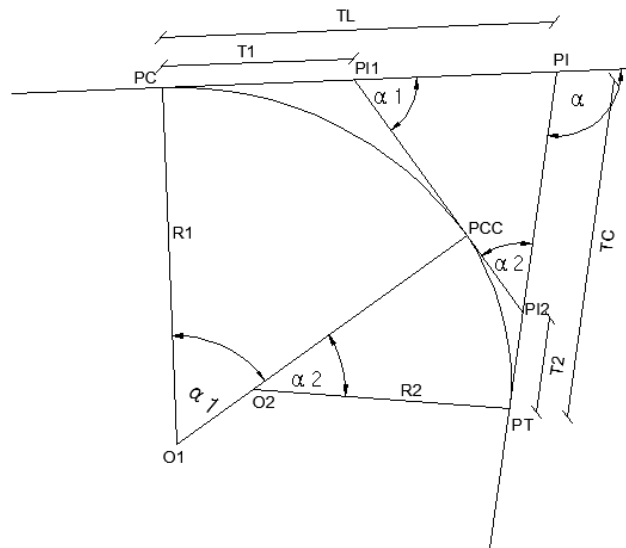
- PI Punto de intersección de dos tangentes.
- PC Principio de curva; punto de inicio del empalme.
- PT Principio de tangente; punto del final del empalme.
- O Centro de la curva.
- α Ángulo de deflexión en PI.
- R Radio de la curva circular simple.
- T La tangente, es la distancia entre PC y PI que es igual a la distancia PI y PT.
- L Longitud de la curva, es la distancia a lo largo de la curva desde PC a PT.
- CL Cuerda larga, es la línea recta entre PC y PT.

- E La distancia desde PI al punto medio de la curva se llama externa.
- M La distancia entre el punto medio de la curva al punto medio de la cuerda larga es la ordenada media o flecha.

Curvas circulares compuestas: estas curvas se forman a partir de dos o más curvas circulares simples. En terrenos montañosos presentan la ventaja de adaptarse mejor a la topografía natural consiguiendo así menores movimientos de tierra.

Analizando las curvas compuestas de dos y tres radios se tiene:

Figura 3 Elementos de la curva circular compuesta de dos radios



Fuente: Cárdenas, James. Diseño geométrico de carreteras.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (\text{Ec. 7})$$

$$TC = \frac{R_1 - R_2 \cos \alpha - (R_1 - R_2) \cos \alpha_1}{\sin \alpha} \quad (\text{Ec. 8})$$

$$TL = \frac{R_2 - R_1 \cos \alpha + (R_1 - R_2) \cos \alpha_2}{\sin \alpha} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

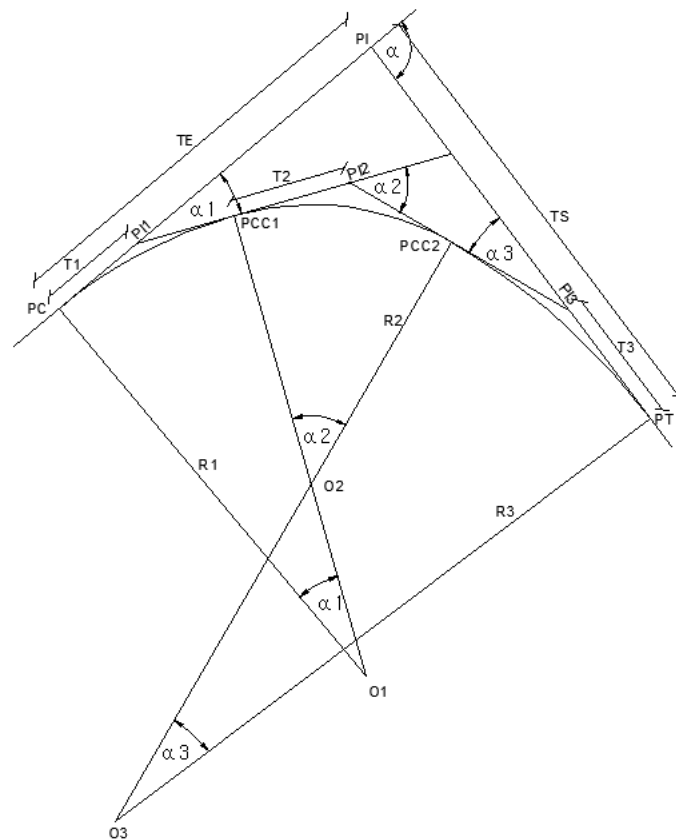
TL Tangente larga de la curva circular compuesta.

TC Tangente corta de la curva circular compuesta.

PCC Punto común de curvas. Es el punto donde termina la primera curva circular simple y comienza la segunda.

Los demás elementos geométricos particulares de cada curva circular simple se calculan de manera independiente con las expresiones anteriormente revisadas (Ec.: 3, 4, 5, 6).

Figura 4 Elementos de la curva circular compuesta de tres radios



Fuente: Cárdenas, James. Diseño geométrico de carreteras.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \quad (\text{Ec. 10})$$

$$TE = T_1 + \left[T_1 + T_2 + \frac{(T_2 + T_3) \sin \alpha_3}{\sin(\alpha_2 + \alpha_3)} \right] \left[\frac{\sin(\alpha_2 + \alpha_3)}{\sin \alpha} \right] \quad (\text{Ec. 11})$$

$$TS = T_3 + \left[T_1 + T_2 + \frac{(T_2 + T_3) \sin \alpha_3}{\sin(\alpha_2 + \alpha_3)} \right] \left(\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha} \right) + \frac{(T_2 + T_3) \sin \alpha_2}{\sin(\alpha_2 + \alpha_3)} \quad (\text{Ec. 12})$$

Siendo:

TE Tangente de entrada.

TS Tangente de salida.

De la misma manera los elementos geométricos de cada curva circular simple se calculan de manera independiente, con las expresiones anteriormente revisadas (Ec.: 3, 4, 5, 6).

2.2.2 Curvas espirales

En la ingeniería vial es común el uso de las curvas espirales de transición para introducir un cambio gradual en la curvatura de la vía entre una recta y una curva circular, esto se usa con la finalidad de mejorar la comodidad y aumentar la seguridad puesto que estos parámetros se ven afectados al pasar de manera brusca desde una trayectoria recta de radio infinito a una curva circular de radio constante en los puntos PC y PT.

Los vehículos describen trayectorias erráticas no circulares en respuesta al efecto que causa la fuerza centrífuga sobre ellos cuando entran o salen de una curva. Cada espiral es una curva de entrada o curva de salida.

Existen muchos tipos de curvas espirales, aunque gracias a su facilidad de aplicación la más difundida en el ámbito vial tanto para el diseño de vías férreas como de carreteras es la espiral de Euler o Clotoide. La trayectoria que describe esta espiral resulta ser agradable para los usuarios de la vía ya que la fuerza centrífuga desarrollada en los vehículos aumenta o disminuye paulatinamente al entrar o salir de una curva. Otras

ventajas a tener en consideración son: la adaptabilidad a las condiciones topográficas y la variación gradual tanto del peralte y sobreancho entre la recta tangente y la curva.

Su expresión matemática es:

$$R * L = A^2 \quad (\text{Ec. 13})$$

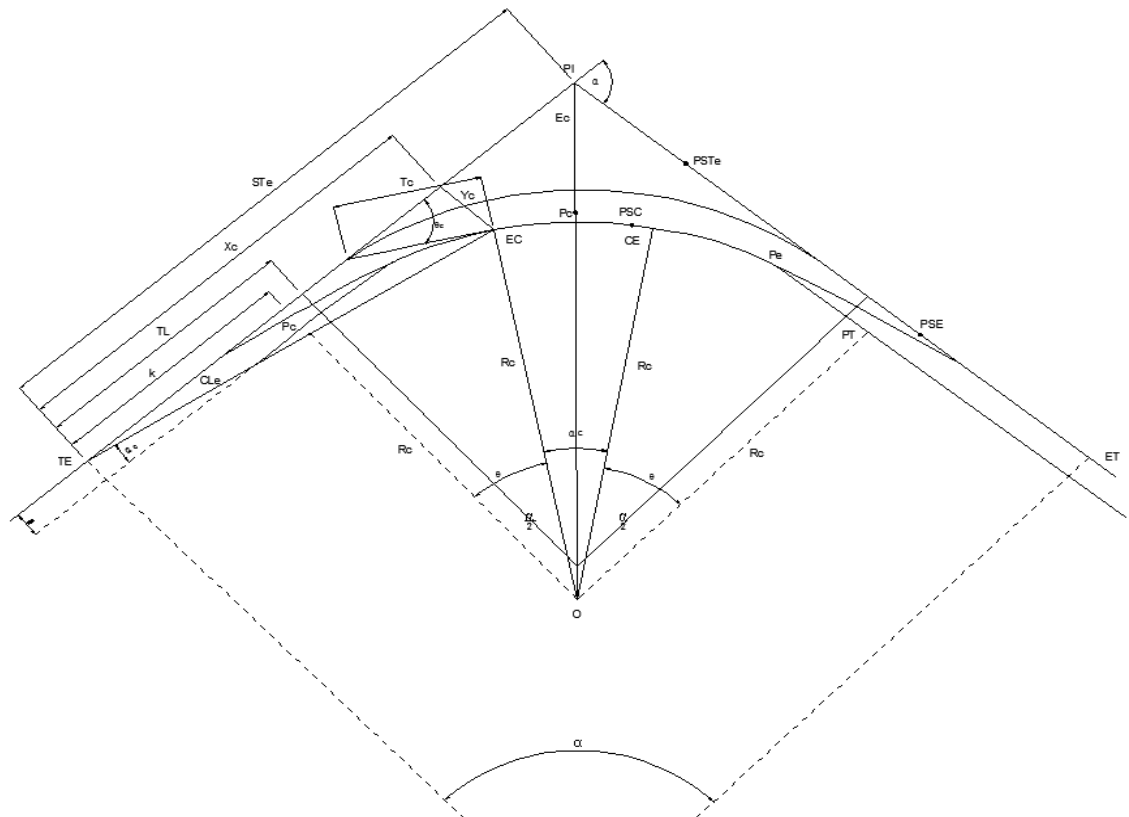
Siendo:

R Radio de curvatura en un punto cualquiera (m).

L Longitud de recorrido a partir de su origen hasta el punto considerado (m).

A Parámetro de la espiral (m).

Figura 5 Elementos de una espiral-curva circular-espiral



Fuente: Cárdenas, James. Diseño geométrico de carreteras.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Donde:

- PI Punto de intersección de dos tangentes.
- TE Punto donde termina la tangente y comienza la espiral.
- EC Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular.
- CE Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral.
- ET Punto donde termina la espiral y empieza la tangente.
- PSC Punto sobre la curva circular.
- PSE Punto sobre la curva espiral.
- PSTe Punto sobre la subtangente.
- Gc Grado de curvatura de la curva circular.
- α Ángulo de deflexión en PI.
- αc Ángulo central de la curva circular.
- $\emptyset'c$ Ángulo de la cuerda larga.
- STe Subtangente.
- Xc,Yc Coordenadas del EC o del CE.
- K,p Coordenadas del PC o del PT (Desplazamiento).
- TL Tangente larga.
- TC Tangente corta.
- CLe Cuerda larga de la espiral.
- Ec Externa.
- Rc Radio de la curva circular.
- Pe Longitud de la espiral de entrada o salida.
- Pc Longitud de la curva circular.

Grado de curvatura de la curva circular.

$$Gc = \frac{1145.92}{Rc} \quad (\text{Ec. 14})$$

Deflexión de la espiral.

$$\theta_e = \frac{l_e}{2Rc}; \text{ Expresada en radianes.} \quad (\text{Ec. 15})$$

$$\theta_e = \frac{Gc * l_e}{40}; \text{ Expresada en grados.} \quad (\text{Ec. 16})$$

Longitud total de la curva.

$$L = le + \frac{20\alpha}{Gc} \quad (\text{Ec. 17})$$

Coordenadas de EC.

$$Xc = le \left(1 - \frac{\theta e^2}{10} \right) \quad (\text{Ec. 18})$$

$$Yc = le \left(\frac{\theta e}{3} - \frac{\theta e^3}{42} \right) \quad (\text{Ec. 19})$$

Coordenadas de PC respecto a TE

$$P = Yc - Rc(1 - \cos \theta e) \quad (\text{Ec. 20})$$

$$K = Xc - Rc \sin \theta e \quad (\text{Ec. 21})$$

Subtangente.

$$STe = k + (Rc + P) \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec. 22})$$

Externa.

$$Ec = (Rc + P) \sec \frac{\alpha}{2} - Rc \quad (\text{Ec. 23})$$

Cuerda larga.

$$CLe = \sqrt{Xc^2 + Yc^2} \quad (\text{Ec. 24})$$

Ángulo de la cuerda larga.

$$\phi'c = \frac{\theta e}{3} - Z \quad (\text{Ec. 25})$$

$\phi'c$ pierde exactitud al crecer así que cuando $\theta e > 16^\circ$, se usa Z con la siguiente fórmula empírica.

$$Z = 3.1 * 10^{-3} \theta e^3 + 2.3 * 10^{-8} \theta e^5 \quad (\text{Ec. 26})$$

Tangente larga.

$$TL = Xc - Yc \cot \theta e \quad (\text{Ec. 27})$$

Tangente corta.

$$TC = Yc \csc \theta e \quad (\text{Ec. 28})$$

Longitud mínima de la espiral.

Acorde a la transición del peralte se establece la longitud mínima como.

$$le \geq \frac{e*a}{P} \quad (\text{Ec. 29})$$

Donde:

- e Valor del peralte (%).
- a Distancia del eje al borde de la calzada (m).
- P Inclinação longitudinal de la rama de peraltes (%).
- le Longitud de la espiral en (m).

Otra expresión proporcionada por el MOTP es la siguiente.

$$le \geq 0.072 \frac{Vd^3}{R*C} \quad (\text{Ec. 30})$$

Donde:

- Vd Velocidad de diseño (Km/h).
- le Longitud de la espiral (m).
- R Radio de la curva circular (m).
- C Coeficiente de seguridad y comodidad. Varía entre 1 y 3. (1 para mayor seguridad y confort).

2.3 Tangente intermedia mínima⁷

Es la distancia mínima de tangente que puede ser usada en el diseño de dos curvas consecutivas, de tal manera que se favorezca la transición del peralte para estas curvas. La tangente intermedia mínima está definida por la siguiente ecuación:

$$Tim = \frac{2}{3}L_1 + \frac{2}{3}L_2 + X_1 + X_2 \quad (\text{Ec. 31})$$

⁷MOTOP (2003). Normas de diseño geométrico de carreteras, Quito, p. 61

Siendo:

T_{im} Tangente intermedia mínima (m).

L_1, L_2 Longitud de transición (m).

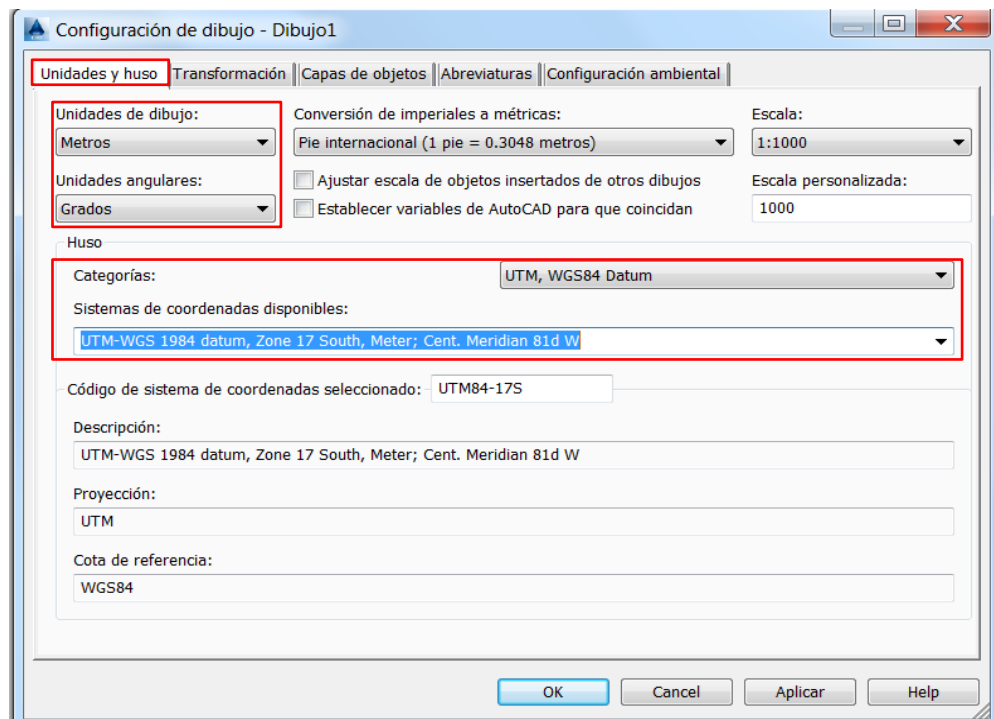
X_1, X_2 Longitud de tangencial (m).

Nota: El cumplimiento de la tangente intermedia mínima será comprobada automáticamente por el programa AutoCAD Civil 3D 2014.

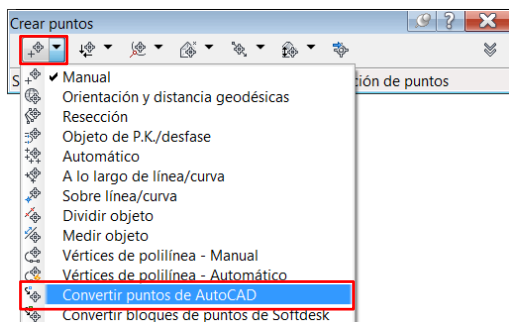
2.4 Diseño horizontal en el AutoCAD Civil 3D

2.4.1 Configuración inicial

Configuramos la plantilla de diseño; con las unidades del dibujo en metros, las unidades angulares en grados y el sistema de coordenadas como UTM-WGS84 zona 17 Sur.



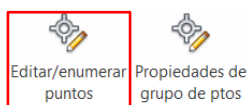
2.4.1.1 Gestión de puntos



Contamos con el levantamiento topográfico del proyecto, sin embargo este está representado como puntos en formato de AutoCAD, para poder utilizarlos en el AutoCAD Civil 3D, importamos el archivo y utilizamos la opción *Convertir puntos de*

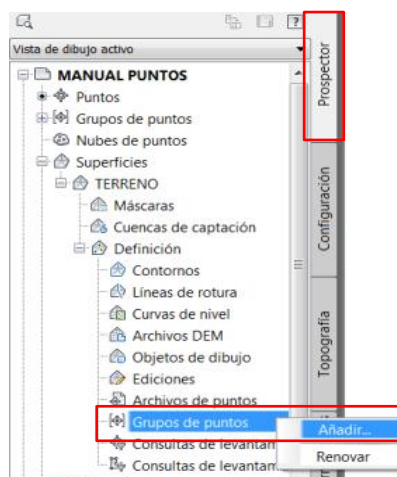
AutoCAD que está ubicado en la herramienta **Crear puntos**.

2.4.1.2 Edición de puntos

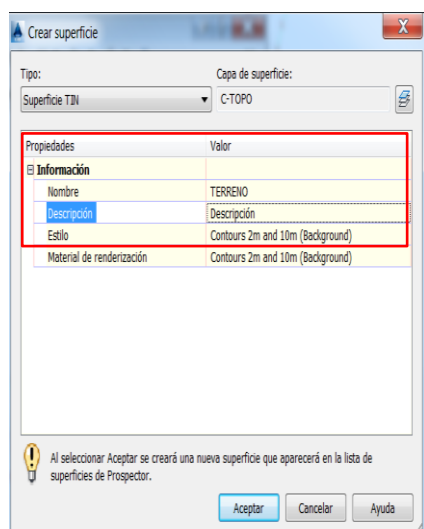


Con los puntos convertidos podemos usar las opciones de edición y propiedades para modificarlos en diferentes aspectos tales como: la visualización, ubicación, descripción y agrupación si fuese necesario. En este caso lo único que realizaremos será la agrupación de todos los puntos bajo la denominación “PUNTOS DE TERRENO”.

2.4.1.3 Creación de superficies



Luego de haber culminado con la edición de los puntos procedemos a la creación de la superficie del terreno. Se construye la superficie del terreno a partir de la triangulación de los puntos, mediante el uso de la opción **Crear superficie** ubicada dentro de la ficha **Prospector** del espacio de herramientas.



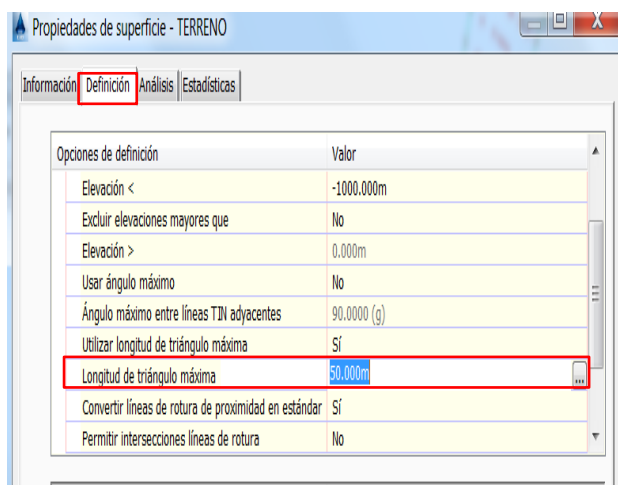
A esta superficie la llamaremos como TERRENO y la presentación de las curvas de nivel estará en intervalos de 10 metros para las curvas principales y 2 metros las secundarias. Para que se complete el proceso se indicará que se quiere crear la superficie a partir de los puntos agrupados bajo el nombre de “PUNTOS DE TERRENO”.

2.4.1.4 Edición de superficies



Propiedades de superficie

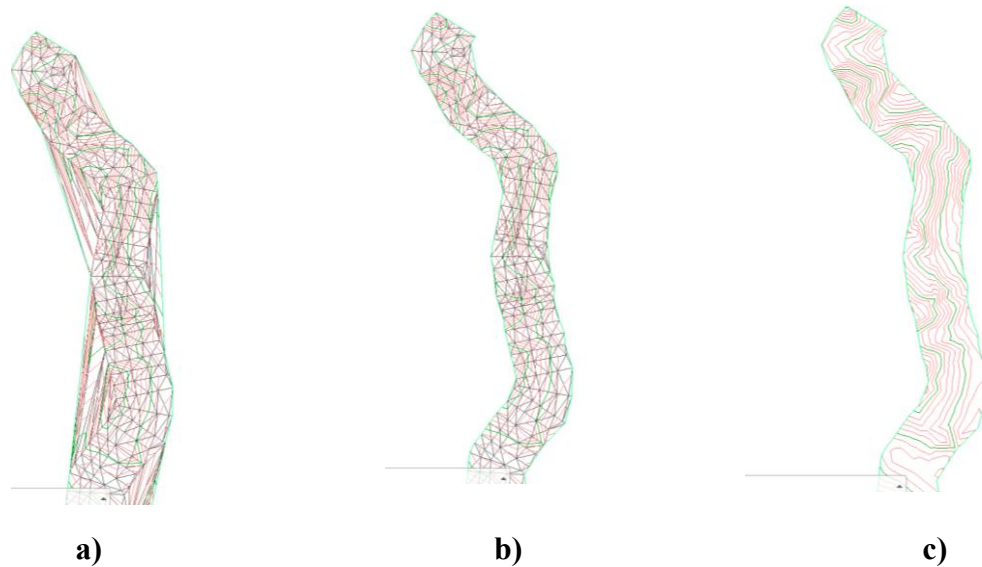
Se puede observar en la *Figura 6.a* la superficie que se ha creado, sin embargo la triangulación en algunas partes



no está acorde a la realidad del proyecto. Para corregir este inconveniente se recurre a **Propiedades de superficie** y en la pestaña **Definiciones** se cuenta con la opción para definir la *Longitud de triángulo máxima*, entonces procedemos a la asignación de un valor de 50 m. De esta manera la triangulación no se extenderá más allá

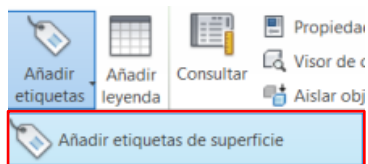
de los puntos cercanos entre si obteniendo la superficie como se muestran en las *Figuras 6.b y 6.c*.

Figura 6 a) Triangulación y curvas de nivel de la superficie sin editar, b) Triangulación y curvas de nivel de la superficie editada, c) Curvas de nivel de la superficie editada



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.



Definida la superficie continuamos con la acotación de las curvas de nivel. Usando el comando

Añadir etiquetas de superficie se permite la elección del tipo de etiqueta siendo la opción *Curva de nivel – Múltiple* la usada, y con la finalidad de contar únicamente con las cotas de las curvas principales como se muestra en la *Figura 7*, únicamente se asigna el estilo de etiqueta de curva de nivel maestra.

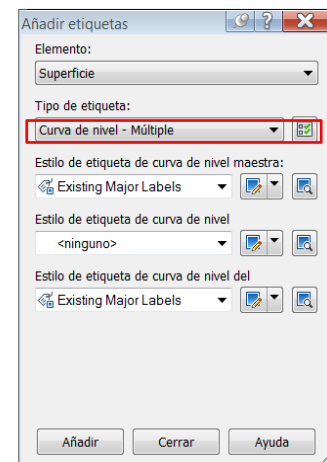
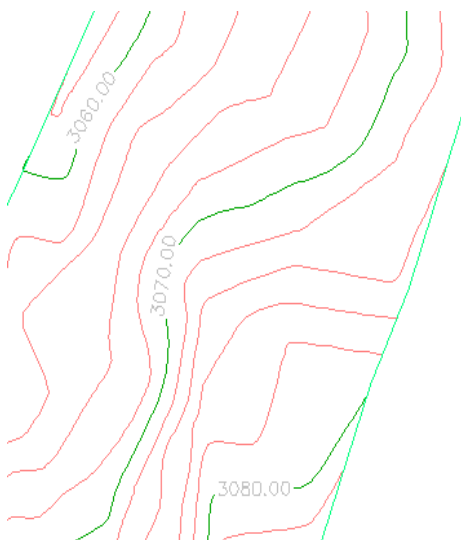


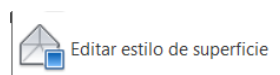
Figura 7 Etiquetado de las curvas de nivel principales



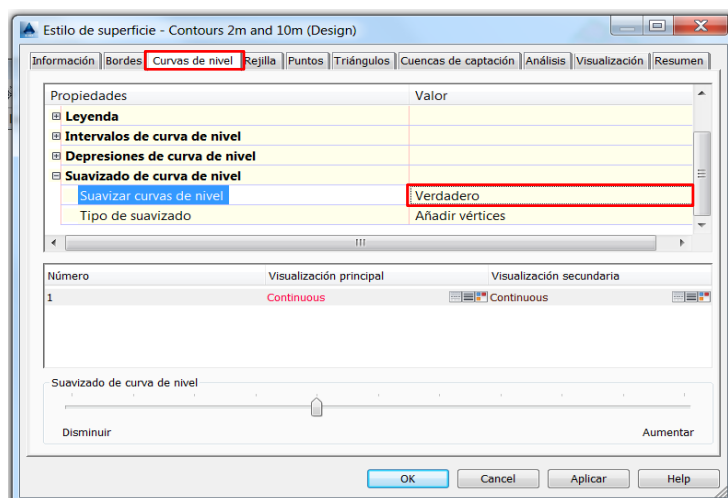
Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

2.4.1.5 Estilos de superficie



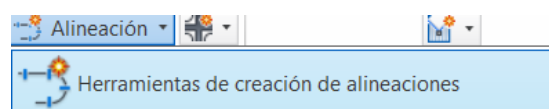
El suavizado de la superficie puede realizarse mediante la opción **Editar estilo de superficie** ingresando a la ficha **Curvas de nivel** en la que se tiene la opción de *Suavizado*, en esta opción solo es necesario cambiar el valor asignado de falso a verdadero. Finalmente en la barra de Suavizado se puede aumentar o disminuir la acentuación del mismo y también se puede cambiar el color o la visión de las curvas de nivel mediante la pestaña de *Visualización*.



Realizados estos cambios, obtendremos una superficie en la cual ya podemos empezar a trabajar con nuestro diseño (**Anexo 4**).

2.4.2 Alineamientos

Para la creación del eje de la carretera usamos principalmente la **Herramienta de creación de alineaciones**, en la que



necesitamos ingresar un nombre para nuestro diseño, en este caso se denominará CARRETERA B-V, adicionalmente con esta herramienta podemos definir el estilo de visualización *Layout* y configurar las normas de diseño según los valores recomendados en la Tabla 6.

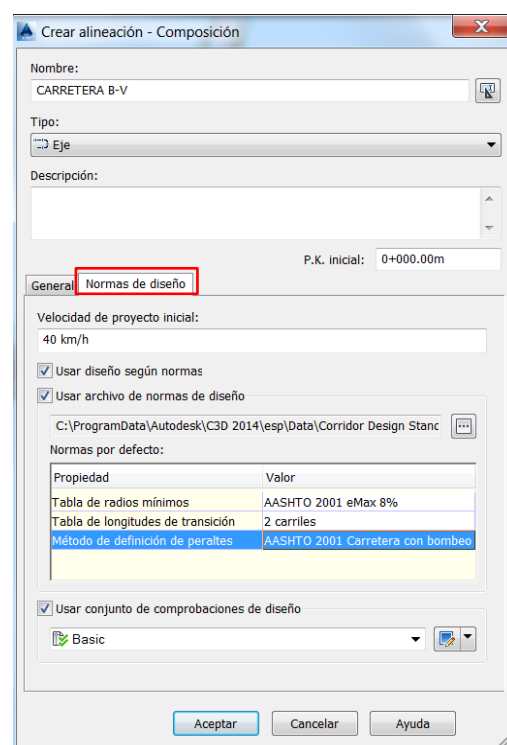
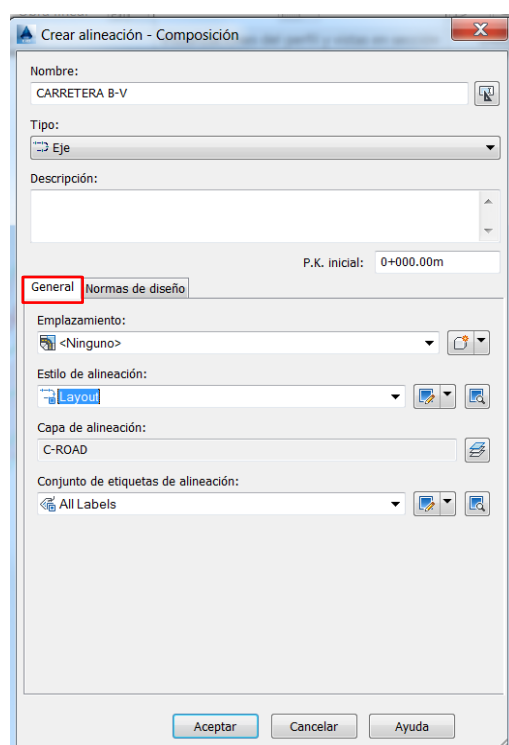


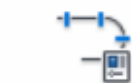
Tabla 6 Normas de diseño para el alineamiento recomendadas por el MTOP

CARRETERA SOBRE TERRENO ONDULADO CLASE IV	
	ABSOLUTA
Velocidad de diseño (k.p.h.)	35
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	30
Distancia de visibilidad para parada (m)	35
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	150
Peralte	8%
Coeficiente K para curvas verticales convexas (m)	3
Coeficiente K para curvas verticales cóncavas (m)	5
Gradiente longitudinal máxima (%)	8
Gradiente longitudinal mínima (%)	0.5
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica
Ancho del pavimento (m)	6
Gradiente transversal de la calzada (%)	2
Curvas de transición	Usar espirales cuando sean necesarias

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

2.4.2.1 Propiedades de alineamiento

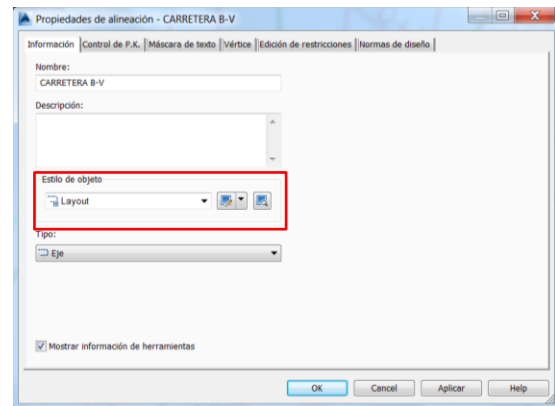


Propiedades
de alineación ▾

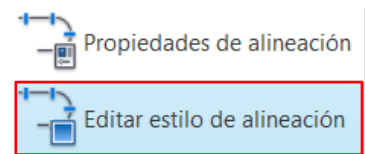
Esta opción permite acceder a las propiedades del objeto creado con el fin de modificar o revisar los parámetros más importantes del proyecto y especialmente las normas de diseño.

2.4.2.2 Estilos de alineamiento

El estilo es importante en el proyecto debido a que de esta manera se contará con una buena presentación, además de obtener la visualización de los objetos no tan generalizada, es decir, se puede distinguir los diferentes tipos de elementos por un color o forma específica.

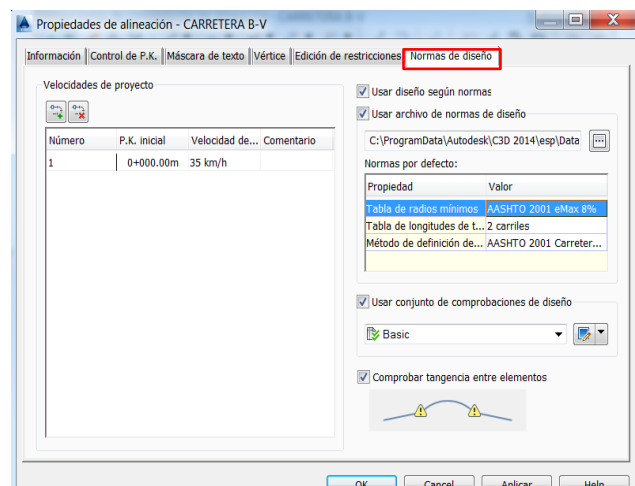


Escogemos el estilo accediendo a las **Propiedades de alineación** y en la pestaña **Estilo de objeto** elegimos una opción, para este diseño el adoptado es *Layout* perteneciente a la familia de estilos predeterminados del programa, así también si queremos modificar el estilo debemos acceder a la opción **Editar estilo de alineación**.



2.4.2.3 Creación de alineamiento según la norma

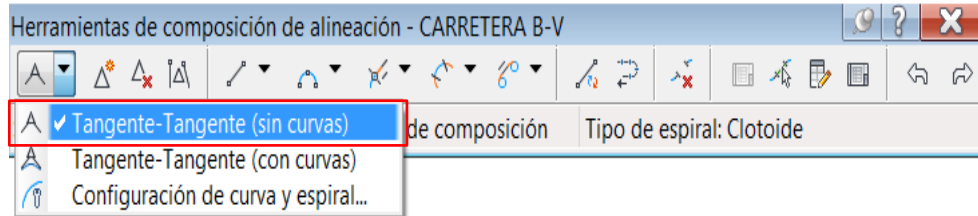
En el caso que las normas no hayan sido configuradas al comienzo de la creación del alineamiento o se desee modificar los parámetros de la norma, se accede a las **Propiedades del alineamiento** y en la pestaña **Normas de diseño** se configura el programa con las normas previamente establecidas como se muestra en el siguiente cuadro. También se activan o desactivan las comprobaciones de diseño, que se visualizan en el dibujo con un símbolo de precaución.



Como se puede observar ya se ha definido la Velocidad de diseño de 35Km/h anteriormente, la norma AASHTO 2001 con un peralte máximo de 8%, la calzada de dos carriles y por último establecemos que la vía sí contará con el bombeo.

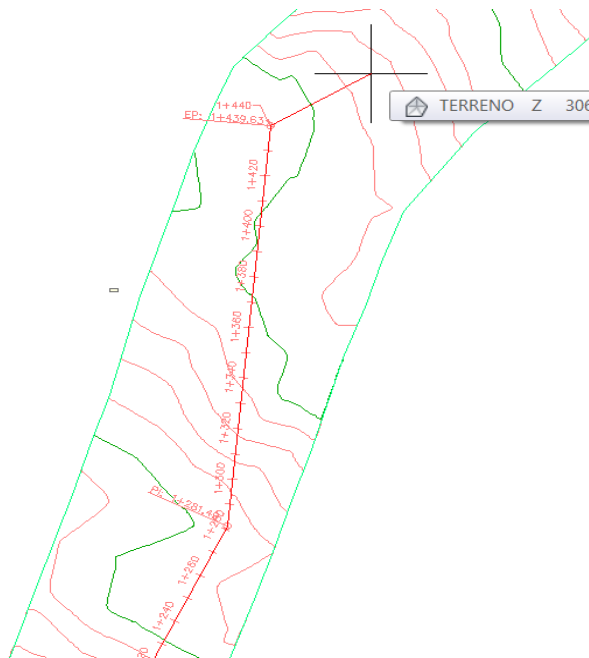
Con la ayuda de las **Herramientas de composición de alineación** nos apoyaremos para realizar el alineamiento, puesto que ésta cuenta con los comandos principales para la creación del diseño. Por consiguiente tenemos los siguientes pasos a seguir:

- 1) Seleccionamos la opción *Tangente-Tangente (sin curva)*, para posteriormente añadir las curvas entre las tangentes, en el diseño se usa esta opción, aunque puede emplearse también la opción *Tangente-Tangente (con curva)*, posteriormente se define un radio de curva fijo para todas las intersecciones de las tangentes.



- 2) Procedemos a trazar las rectas tangentes sobre la superficie del terreno de modo que no se presenten pendientes excesivas (*Figura 8*).

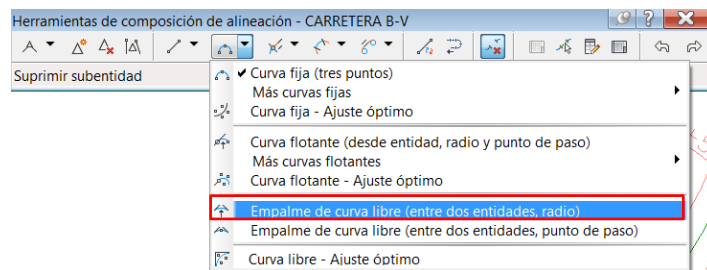
Figura 8 Trazado del alineamiento horizontal



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

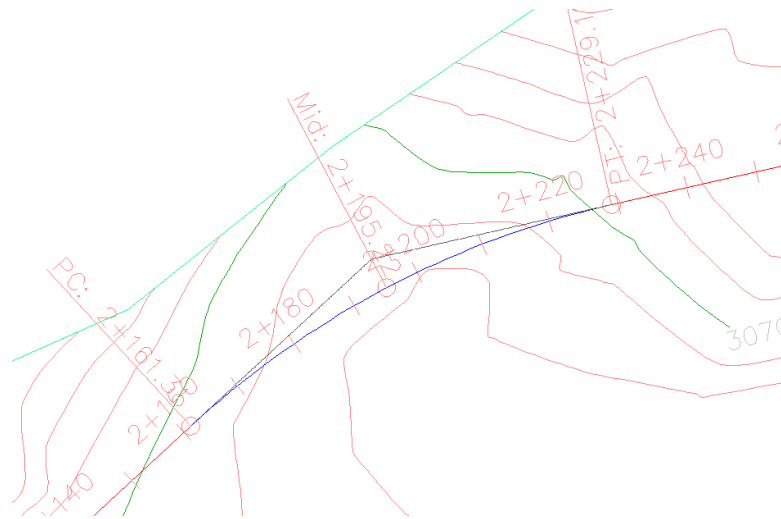
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

- 3) Continuamos con la inclusión de las curvas simples en los puntos de intersección de las tangentes usando el comando *Empalme de curva libre (entre dos entidades y radio)*.



- 4) Dinámicamente el programa solicitará que se seleccione la tangente de entrada y la tangente de salida, por lo cual asignamos un determinado radio. Los valores de los radios utilizados para cada curva se presentan en el **anexo 1**.

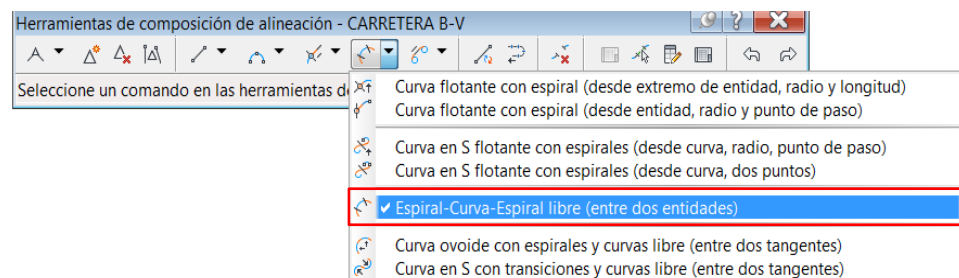
Figura 9 Curva horizontal simple



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

- 5) Para la adición de una curva simple con espirales de entrada y de salida, usamos el comando *Espiral-Curva-Espiral libre (entre dos entidades)*.
- 6) Para completar el procedimiento es necesario definir e ingresar algunos datos requeridos para la creación de esta curva. Primordialmente ingresamos el radio y la longitud tanto de la espiral de entrada como de salida. El resultado se muestra en la *Figura 10*.



Nota: Las curvas espirales no se incluyen en el diseño, pero el procedimiento para elaborarlas está descrito en este documento.

Figura 10 Curva espiral del alineamiento horizontal

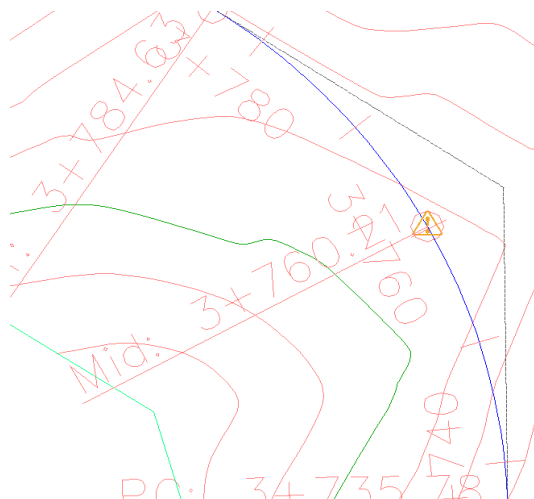


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

- 7) El programa se encargará de comprobar que se cumple con la norma, en el caso que se infrinja algún parámetro se visualizará un símbolo de precaución, de esta manera podremos realizar los correctivos necesarios oportunamente (*Figura 11*).

Figura 11 Alerta de la infracción de una norma de diseño

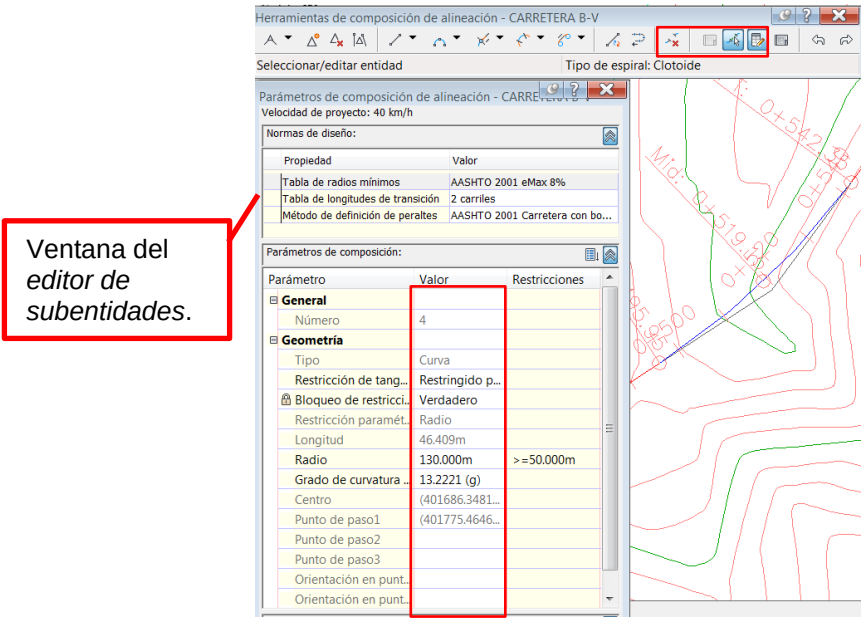


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

8) El alineamiento se modifica fácilmente al hacer clic sobre éste y modificar la ubicación de los puntos de anclaje de cada elemento. También se cuenta con los siguientes comandos para realizar cambios en el diseño.

	Eliminar subentidad: para eliminar algún elemento del diseño.
	Editor de subentidades: muestra la ventana con los parámetros algún elemento del alineamiento seleccionado, permitiendo cambiar alguno de los mismos para no cumplir con alguna norma o por otra necesidad, se usa conjuntamente con la opción <i>Designar subentidad</i> .
	Designar subentidad: se usa para seleccionar el elemento cuyos parámetros van a ser visualizados o modificados.



La opción **Vista de rejilla de alineación** abre la ventana *Panorama* que contiene los datos referentes a todas las entidades del alineamiento que se hayan creado y de ser necesario también pueden ser modificados.

№	Velocidad de pro...	Número	Radio mínimo	Radio	Tipo	Bloqueo ...	Restricción par...	Longitud	Orientación	P.K. inicial	Secante externa	Punto FI	Flecha del arco	P.K. de FI	Orientación de
1	35 km/h	1			Línea		Dos puntos	511.742m	N44° 28' 36"E	0+000.00m					
2	35 km/h	2	50.000m	300.000m	Curva		Radio	58.661m	0+511.74m	1.440m		(401782.7266m,48778...	1.433	0+541.17m	N38° 52' 30"
3	35 km/h	3			Línea		Dos puntos	342.598m	N33° 16' 24"E	0+570.40m					
4	35 km/h	4	50.000m	300.000m	Curva		Radio	68.588m	0+913.00m	1.971m		(402005.7272m,48812...	1.958	0+947.45m	N26° 43' 25"
5	35 km/h	5			Línea		Dos puntos	433.103m	N20° 10' 26"E	0+981.59m					
6	35 km/h	6	50.000m	200.000m	Curva		Radio	120.269m	1+414.69m	9.394m		(402188.3571m,48862...	8.972	1+476.71m	N37° 24' 04"
7	35 km/h	7			Línea		Dos puntos	1022.016m	N54° 37' 42"E	1+534.96m					
8	35 km/h	8	50.000m	250.000m	Curva		Radio	132.435m	2+556.98m	9.033m		(403127.5844m,48929...	8.718	2+624.79m	N39° 27' 05"
9	35 km/h	9			Línea		Dos puntos	222.854m	N24° 16' 35"E	2+689.41m					
10	35 km/h	10	50.000m	330.000m	Curva		Radio	82.698m	2+912.27m	2.608m		(403264.1782m,48959...	2.587	2+953.83m	N17° 05' 50"
11	35 km/h	11			Línea		Dos puntos	356.754m	N9° 55' 05"E	2+994.96m					
12	35 km/h	12	50.000m	280.000m	Curva		Radio	110.948m	3+351.72m	5.587m		(403342.4671m,49004...	5.477	3+407.93m	N1° 26' 00"
13	35 km/h	13			Línea		Dos puntos	99.387m	N12° 47' 06"W	3+462.67m					
14	35 km/h	14	50.000m	120.000m	Curva		Radio	36.731m	3+562.05m	1.419m		(403303.9382m,49021...	1.403	3+580.56m	N4° 00' 58"
15	35 km/h	15			Línea		Dos puntos	103.579m	N4° 45' 10"E	3+598.78m					
16	35 km/h	16	50.000m	90.000m	Curva		Radio	79.517m	3+702.36m	9.557m		(403317.5803m,49037...	8.640	3+744.93m	N20° 33' 30"
17	35 km/h	17			Línea		Dos puntos	81.312m	N45° 52' 10"W	3+781.88m					
18	35 km/h	18	50.000m	60.000m	Curva		Radio	82.123m	3+863.19m	17.437m		(403193.5305m,49049...	13.511	3+912.15m	N6° 39' 30"
19	35 km/h	19			Línea		Dos puntos	13.893m	N32° 33' 10"E	3+945.32m					

2.4.2.4 Creación de tablas y etiquetas de alineación

El estilo escogido para el alineamiento muestra un abscisado con etiquetas cada 20 metros y marcas cada 10 metros (Figura 12). Lo que haremos para la presentación del proyecto es definir las etiquetas cada 100 metros y las marcas cada 20 metros en las tangentes y en las curvas cada 10 metros.

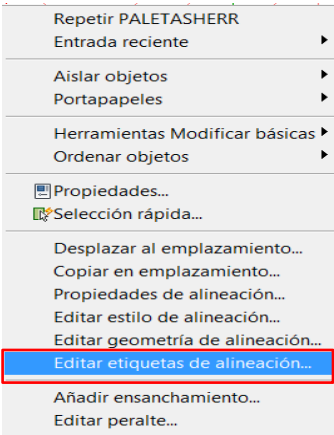
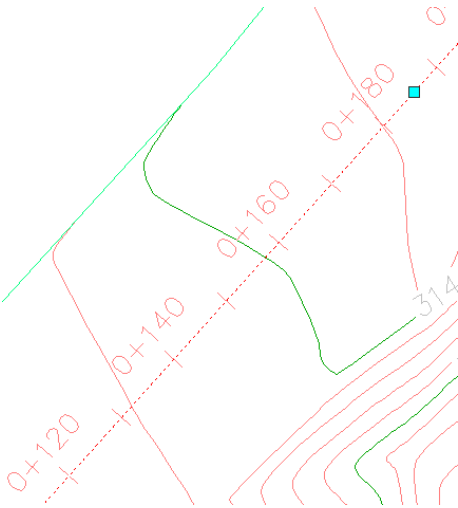
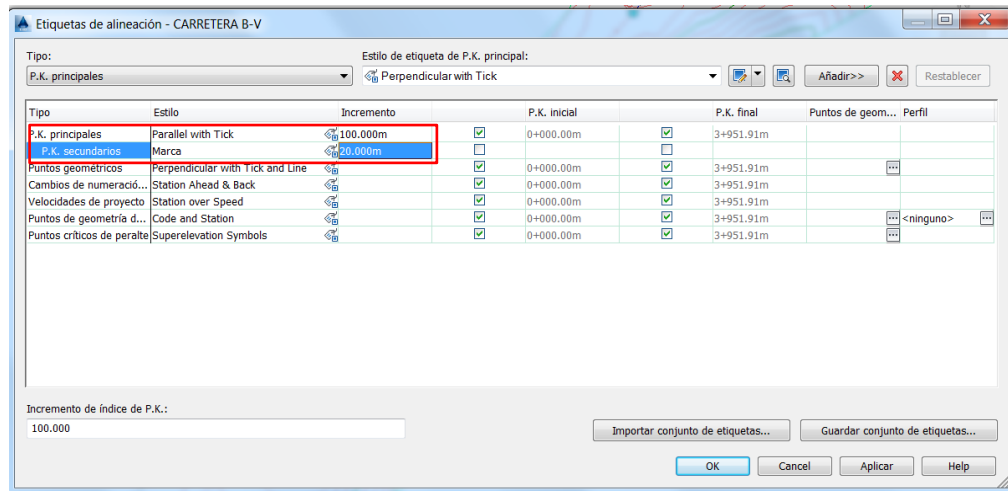


Figura 12 Etiquetado del alineamiento horizontal

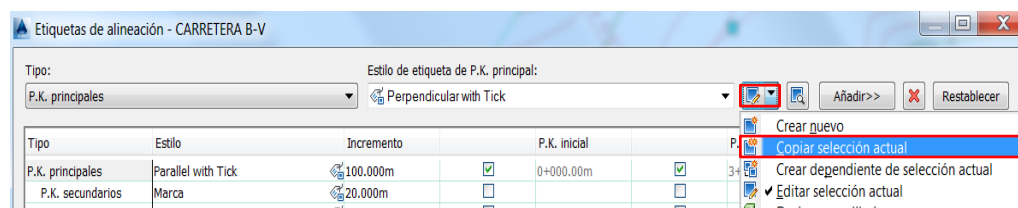


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

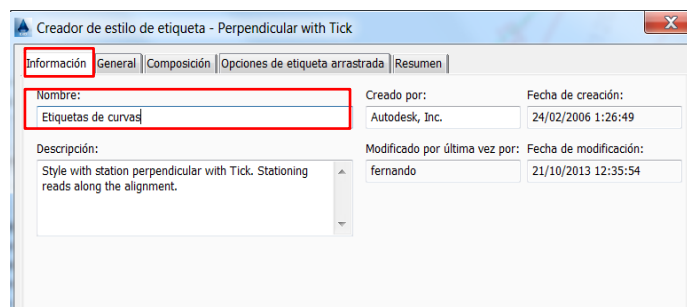
- 1) Accedemos a la opción *Editar etiquetas de alineación*, que se visualiza al desplegar el menú contextual cuando realizamos clic derecho sobre el eje del alineamiento.
- 2) Modificamos en la opción *incremento* el valor de 20 metros a 100 metros de *P.K. Principales* y de 10 metros a 20 metros en *P.K. Secundarios*.



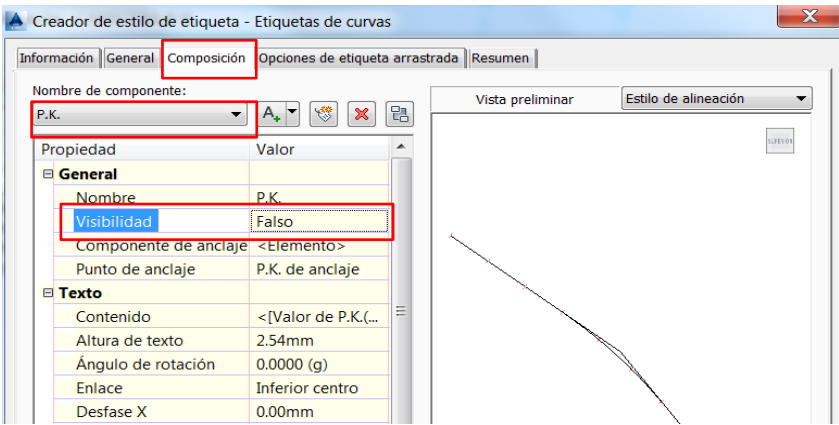
- 3) Para marcar las curvas cada 10 metros el procedimiento es un poco más complicado debido a que se debe realizar una copia del estilo de las etiquetas principales.



- 4) Luego asignamos un nombre en la ficha de información que en este caso será “Etiquetas de curvas”.



Escogemos la ficha **Composición** y en la opción *Visibilidad de P.K.*, asignamos como falso, con la finalidad de mostrar solo marcas y no textos.

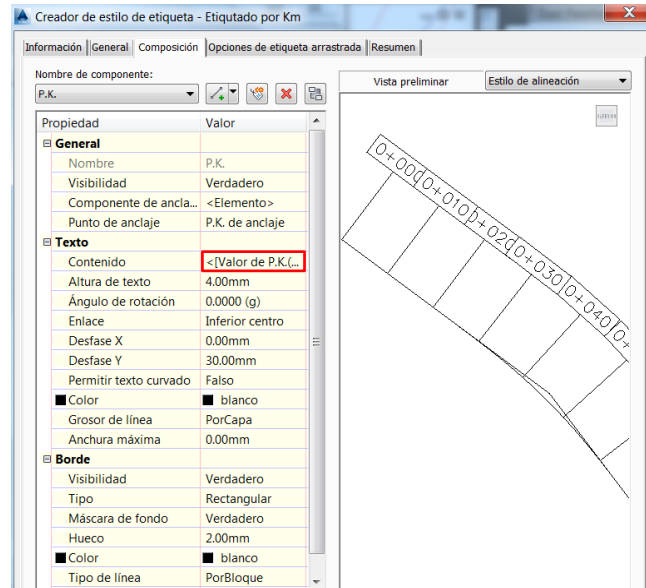


5) Añadimos para cada curva el estilo creado “Etiqueta de curvas”, ponemos un incremento de 10 metros y asignamos los valores del abscisado correspondiente al comienzo y final de la curva. El proceso se repite para cada curva.

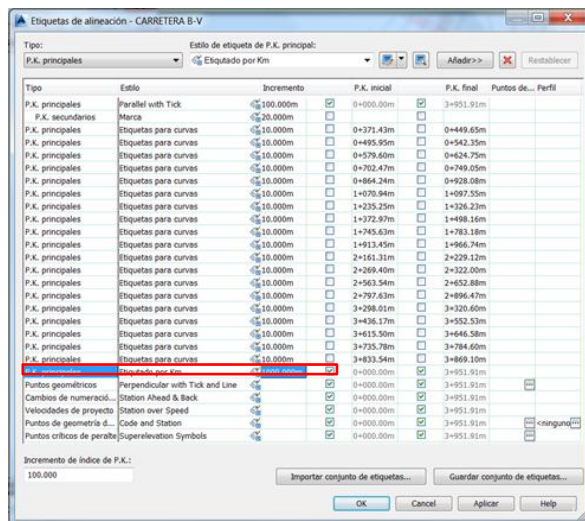
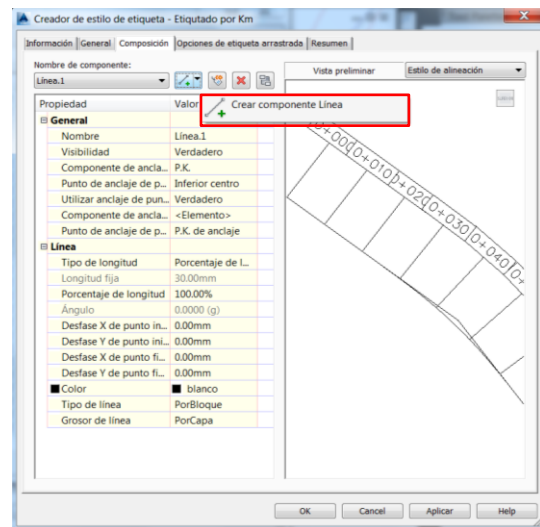
The screenshot shows the 'Etiquetas de alineación - CARRETERA B-V' dialog box. The 'Tipo' is 'P.K. principales'. The 'Estilo de etiqueta de P.K. principal' is 'Perpendicular with Tick'. The table lists various labels and their properties.

Tipo	Estilo	Incremento	P.K. inicial	P.K. final	Puntos de... Perfil
P.K. principales	Parallel with Tick	100.000m	☒	☒	3+951.91m
P.K. secundarios	Marca	20.000m	☐	☐	
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	0+449.65m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	0+542.35m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	0+624.75m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	0+749.05m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	0+928.08m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	1+097.55m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	1+326.23m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	1+498.16m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	1+783.18m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	1+966.74m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	2+229.12m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	2+322.00m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	2+652.88m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	2+896.47m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	3+320.60m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	3+552.53m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	3+646.58m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	3+784.60m
P.K. principales	Etiquetas para curvas	10.000m	☐	☐	3+869.10m
Puntos geométricos	Perpendicular with Tick and Line		☒	☒	3+951.91m
Cambios de numeració...	Station Ahead & Back		☒	☒	3+951.91m
Velocidades de proyecto	Station over Speed		☒	☒	3+951.91m
Puntos de geometría d...	Code and Station		☒	☒	3+951.91m
Puntos críticos de peralte	Superelevation Symbols		☒	☒	3+951.91m

- 6) Creamos etiquetas para indicar cada kilómetro de carretera, para realizar esto copiamos y modificamos un estilo cambiando algunos parámetros de texto y borde. En *Contenido* se agrega un prefijo KM.

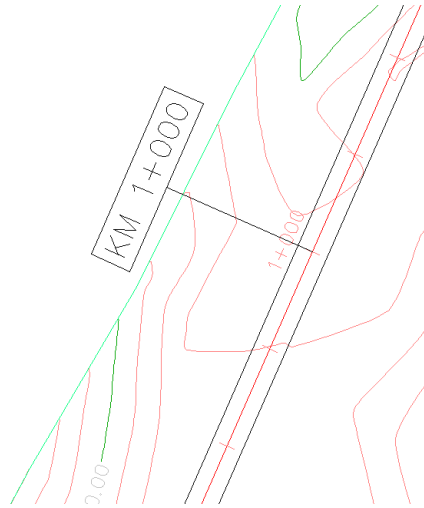


Para añadir una línea que vaya desde el eje hasta la etiqueta, se selecciona la opción **Crear componente de línea** y se configura con los datos que se muestran en la siguiente ventana:



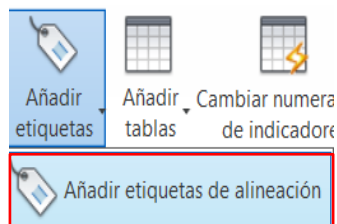
- 7) Agregamos el estilo determinando, con un intervalo de 1000 metros y como resultado obtenemos el etiquetado lo que se muestra la *Figura 13*.

Figura 13 Etiquetado en cada Kilómetro del alineamiento horizontal



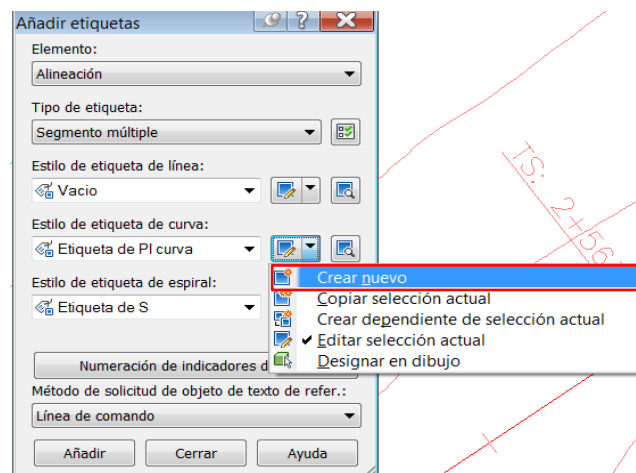
Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

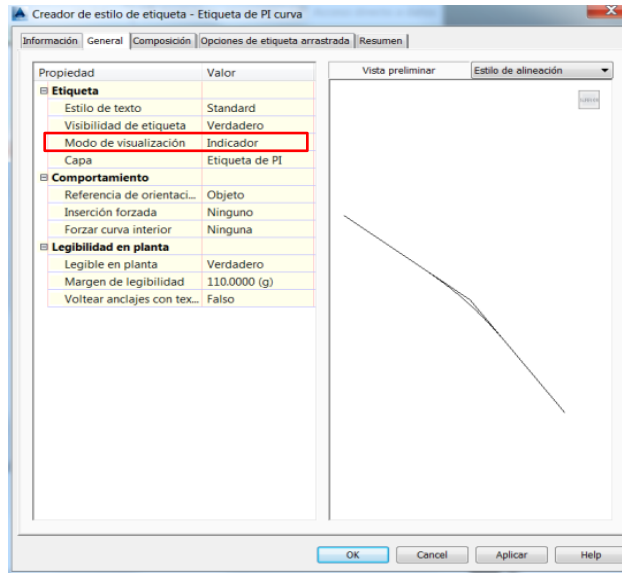
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.



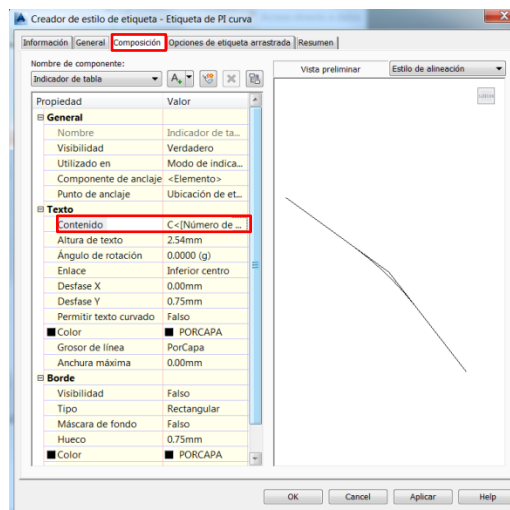
8) Para enumerar los puntos de intersección de cada curva ingresamos en la opción **Añadir etiquetas de alineación** y escogemos la etiqueta de tipo *Segmento múltiple*. Además editamos la etiqueta *Estilo de etiqueta de línea* a la opción *Vacío* para que no muestre nada. Lo

contrario pasa en *Estilo de etiqueta de curva* en donde creamos un nuevo estilo y lo configuramos para que enumere las curvas circulares. De igual manera la opción de *Estilo de etiqueta de espiral* debe ser configurado.

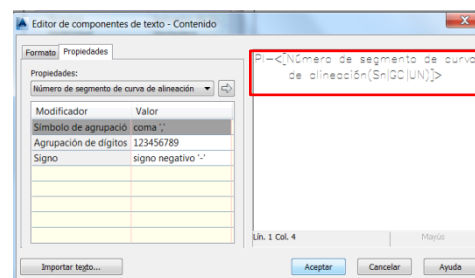




Dentro de la pestaña **Información**, denominamos al estilo de etiqueta para curvas con el nombre “Etiqueta de PI curva” y en la pestaña general se establece el *Modo de visualización* como *Indicador*.



Dentro de **Composición** definimos la parte visual y en el contenido se cambia el prefijo de la numeración como PI.



El resultado es el etiquetado de PI en todas las curvas simples (*Figura 14*).

Figura 14 Etiquetado de las intersecciones de tangentes en las curvas simples



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

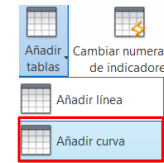
Para el enumerar las curvas espirales se crea el estilo de etiqueta de espiral “Etiqueta de S”, ejecutando un procedimiento similar al usado en las curvas circulares, en el que se fija el prefijo S en vez del prefijo PI el resultado se muestra en la *Figura 15*.

Figura 15 Etiquetado de las intersecciones de tangentes en la curva espiral

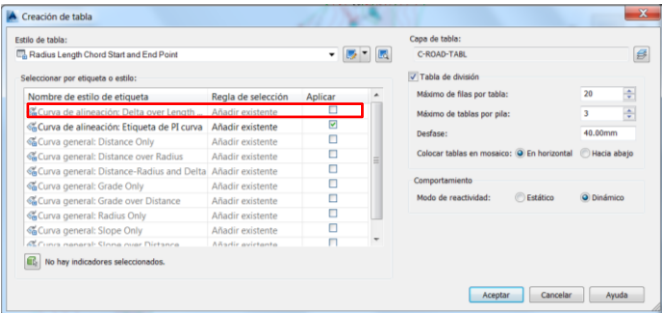


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.



Para generar las tablas de las curvas del alineamiento se utiliza la opción **Añadir curvas**. Seguidamente aparece una ventana en la cual seleccionamos el estilo que creamos anteriormente para numerar cada PI.



Con este proceso se crea una tabla de curvas, pero como se puede apreciar en la *Figura 16* está incompleta y los nombres de los encabezados están en inglés por lo que es necesario modificarla, esto se consigue accediendo a *Editar estilo de tabla* en el menú contextual desplegado con un clic derecho.

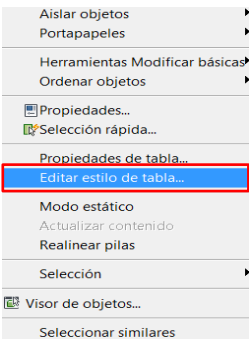


Figura 16 Cuadro de curvas sin editar

Curve Table: Alignments					
Curve #	Radius	Length	Chord Direction	Start Point	End Point
PI-1	300.00	78.22	N40° 28' 55.23"E	(401658.15,487672.30)	(401718.44,487723)
PI-2	130.00	46.41	N40° 43' 26.96"E	(401757.24,487746.32)	(401790.85,487779)
PI-3	230.00	45.15	N30° 52' 25.46"E	(401813.01,487809.90)	(401836.14,487848)
PI-4	300.00	46.58	N29° 41' 53.39"E	(401869.29,487918.88)	(401892.34,487958)
PI-5	350.00	63.64	N28° 55' 13.50"E	(401957.00,488054.64)	(401987.83,488110)
PI-6	350.00	26.61	N26° 52' 23.21"E	(402045.24,488241.25)	(402056.85,488285)
PI-7	230.00	90.98	N16° 43' 09.30"E	(402121.61,488386.72)	(402147.61,488473)
PI-8	300.00	37.55	N53° 56' 38.53"E	(402398.98,488784.37)	(402428.32,488806)
PI-9	300.00	53.28	N52° 26' 30.75"E	(402539.22,488976.40)	(402581.41,488998)
PI-10	130.00	67.81	N82° 17' 45.67"E	(402724.53,489040.86)	(402783.88,489071)
PI-11	130.00	52.60	N68° 38' 45.61"E	(402823.17,489080.72)	(402870.76,489102)
PI-12	250.00	98.84	N10° 17' 48.47"E	(403199.58,489433.97)	(403232.03,489526)
PI-13	150.00	22.60	N13° 27' 13.19"E	(403292.47,489923.58)	(403297.73,489945)
PI-14	200.00	116.36	N1° 06' 08.47"E	(403333.00,490055.60)	(403336.20,490170)
PI-15	120.00	31.08	N8° 08' 37.81"W	(403318.31,490230.96)	(403313.92,490261)
PI-16	50.00	48.85	N28° 42' 33.18"W	(403312.79,490350.64)	(403290.25,490392)

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

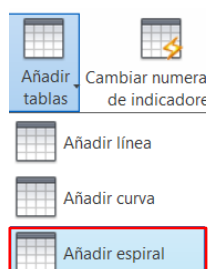
Procedemos a modificar y agregar nuevos encabezados. Para tener una adecuada presentación se realiza cambios en los colores, la distribución y las dimensiones del cuadro mostrado en la *Figura 17*.

Figura 17 Cuadro de curvas editado

Cuadro de curvas													
PI #	R (m)	a	Le (m)	F (m)	E (m)	C (m)	TE	TS	PI	PC	PT	Coordenada PC	Coordenada PT
PI-1	300.00	11.20	58.66	1.43	1.44	58.57	29.42	29.42	0+541.17	0+511.74	0+570.40	(401762.11,487768.49)	(401796.67,487814.09)
PI-2	300.00	13.10	68.59	1.96	1.97	68.44	34.44	34.44	0+947.45	0+913.00	0+981.59	(401966.63,488100.52)	(402017.61,488161.65)
PI-3	200.00	34.45	120.27	8.97	9.39	118.46	62.01	62.01	1+476.71	1+414.69	1+534.96	(402166.97,488568.18)	(402236.92,488662.29)
PI-4	250.00	30.35	132.43	8.72	9.03	130.89	67.81	67.81	2+624.79	2+556.98	2+689.41	(403072.29,489253.91)	(403155.45,489354.88)
PI-5	330.00	14.38	82.70	2.59	2.61	82.48	41.57	41.57	2+953.83	2+912.27	2+994.96	(403247.09,489558.13)	(403271.34,489638.97)
PI-6	280.00	22.70	110.95	5.48	5.59	110.22	56.21	56.21	3+407.93	3+361.72	3+462.67	(403332.79,489888.39)	(403330.03,490098.58)
PI-7	120.00	17.54	36.73	1.40	1.42	36.59	18.51	18.51	3+580.96	3+562.05	3+598.78	(403308.03,490195.50)	(403305.47,490232.00)
PI-8	90.00	50.62	79.52	8.64	9.56	76.96	42.66	42.66	3+744.93	3+702.36	3+781.88	(403314.05,490335.22)	(403287.03,490407.28)
PI-9	60.00	78.42	82.12	13.51	17.44	75.86	48.95	48.95	3+912.15	3+863.19	3+945.32	(403226.67,490463.89)	(403219.87,490539.24)

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.



Lo siguiente es crear el cuadro de curvas espirales. El proceso es similar al de las curvas simples, en este caso se selecciona **Añadir espiral** y posteriormente se escogemos el estilo que fue creado: “Etiqueta de S”, para numerar las curvas espirales, el resultado se aprecia en la *Figura 18*.

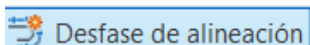
Figura 18 Cuadro de curvas espirales

Cuadro de espirales											
S #	A	R (m)	L (m)	K	X	Y	PI	PC	PT	Coordenadas PC	Coordenadas PT
S1	60.99	INFINITY	31.00	15.49	30.95	1.33	1+444.59	1+423.90	1+454.90	(402170.15,488576.83)	(402182.07,488605.42)
S2	60.99	120.00	31.00	15.49	30.95	1.33	1+506.41	1+496.06	1+527.06	(402206.95,488637.96)	(402231.41,488656.96)

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

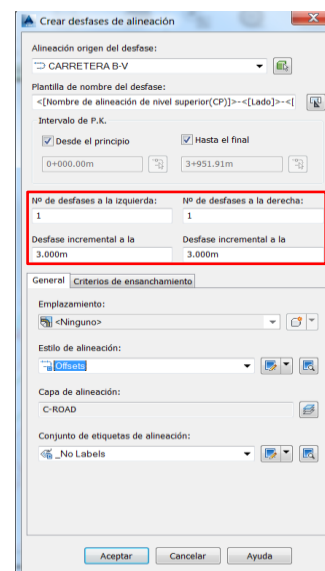
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

2.4.2.5 Creación sobreanchos según la norma



Utilizando el comando **Desfase de alineación**, se presenta una ventana en la que configuramos el ancho típico de cada carril y definimos los parámetros de la norma para el sobreancho en el interior de las curvas.

El programa definirá el sobreancho utilizando la fórmula simple de la AASHTO, posteriormente los resultados obtenidos serán comparados con los valores entregados al calcular el ensanchamiento mediante la aplicación de la fórmula adoptada de la normativa de diseño geométrico del MTOP.



Dentro de la ficha *Criterios de ensanchamiento* se aplica únicamente el ensanchamiento en la parte interior de las curvas, se define el peralte máximo de 8%, se indica que la calzada contara con bombeo, se establece el ancho por carril de 3m y una distancia entre el eje posterior y la parte frontal del vehículo de 7.5 metros aproximadamente, correspondiente a un camión simple de dos ejes SU mostrado en la *Figura 19*, el resultado se puede apreciar en los valores arrojados en la Tabla 7 y en la *Figura 20*.

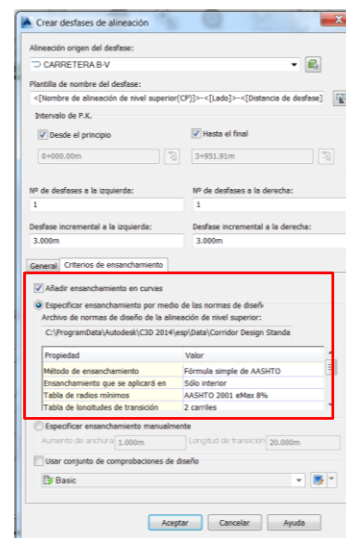
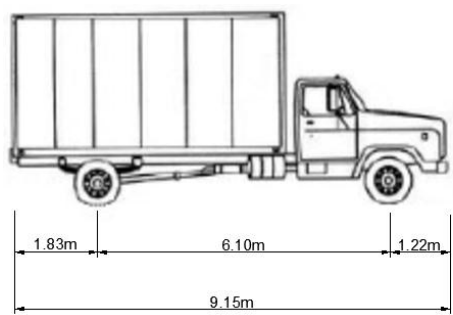


Figura 19 Camión simple de dos ejes SU



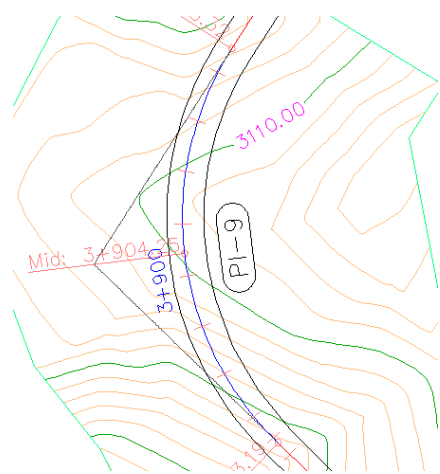
Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas (MTOP)

Tabla 7 Valores de sobreancho fórmula simple de AASHTO

PI #	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PI-5	PI-6	PI-7	PI-8	PI-9
S (m)	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	1

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Figura 20 Sobreancho en las curvas horizontales



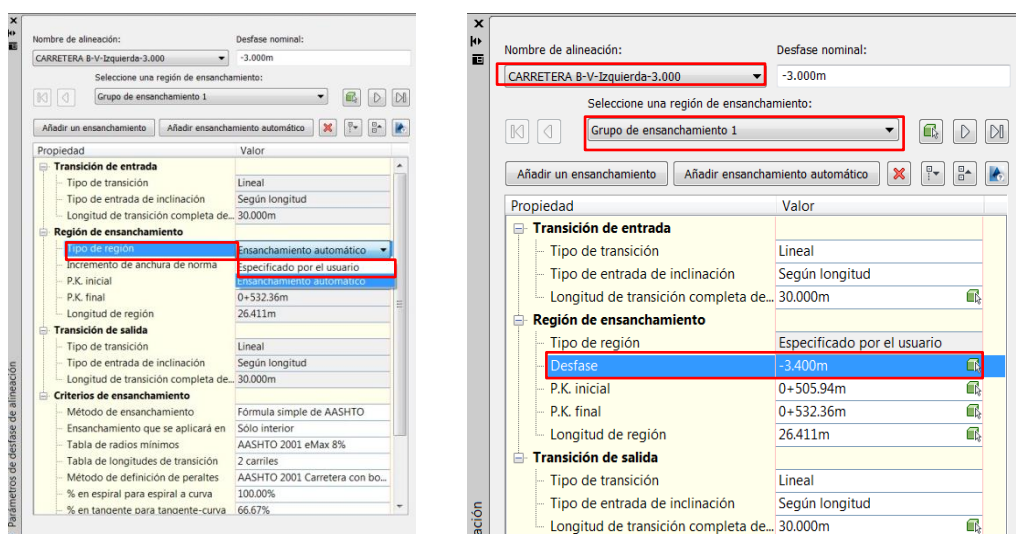
Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

2.4.2.6 Edición de sobreanchos



Para cambiar el valor de un sobreancho se usa la opción **Parámetros de desfase**, así se abre una ventana que nos permite elegir la alineación y el grupo de ensanchamiento, para determinar un valor de sobreancho que estimamos conveniente, en la opción *Tipo de región* seleccionamos la opción *Especificado por el usuario* y no la opción de *Ensanchamiento automático*. De esta manera podemos definir en cualquier curva el desfase desde el eje de la vía.



Los valores de sobreancho quedarán definidos como se muestra en la Tabla 8, siendo los calculados con la fórmula brindada por el MTOP los que se implementan en el diseño, únicamente en el interior de las curvas con radio menor a 160m (7, 8 y 9).

El cálculo del sobreancho S está determinado por la siguiente ecuación:

$$S = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{0.1V}{\sqrt{R}}$$

Donde:

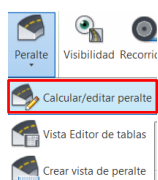
- n = 2 Número de carriles.
- L = 6.1m Distancia entre ejes (m).
- V = 35 Km/h Velocidad de diseño (Km/h).
- R Radio de curvatura (m).
- S Sobreancho (m).

Tabla 8 Valores de sobreancho para el interior de las curvas

Curva Nro	R (m)	S del programa (m)	S calculado (m)
PI-1	300	0.2	0.3
PI-2	300	0.2	0.3
PI-3	200	0.3	0.4
PI-4	250	0.2	0.4
PI-5	330	0.2	0.3
PI-6	280	0.2	0.3
PI-7	120	0.4	0.6
PI-8	90	0.6	0.8
PI-9	60	1	1.1

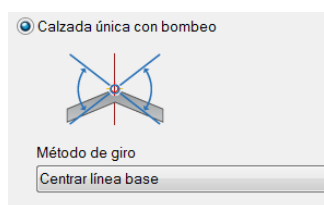
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

2.4.3 Peraltes



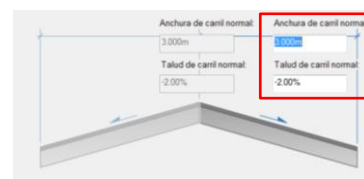
En Peralte se encuentran los principales comandos de creación y visualización, mediante la instrucción **Calcular/editar/peralte** se puede definir los parámetros para generar el peralte.

2.4.3.1 Configuración de peralte



Fijamos el método de giro desde la línea base, el ancho normal del carril de 3 metros, el bombeo de la calzada de 2% y los demás parámetros de la norma establecidos anteriormente. Es importante que antes de finalizar este

procedimiento se debe marcar la opción **Resolver solapamiento automáticamente** así el programa da la mejor solución a estos inconvenientes de diseño presentes entre curvas continuas.



Definición de peraltes

Archivo de normas de diseño: C:\ProgramData\Autodesk\C3D 2014\esp\Data\Corridor Des

Tabla de peraltes: AASHTO 2001 eMax 8%

Tabla de longitudes de transición: 2 carriles

Método de definición de peraltes: AASHTO 2001 Carretera con bombeo

Fórmula para transición del peralte

% en tangente para tangente-curva: 66.67%

% en espiral para espiral a curva: 100.00%

Suavizado de curva

☐ Aplicar suavizado de curva Longitud de curva: 20.000m

☒ Resolver solapamiento automáticamente  Esta opción sólo se aplica a la alineación completa.

< Atrás Siguiente > Finalizar Cancelar Ayuda

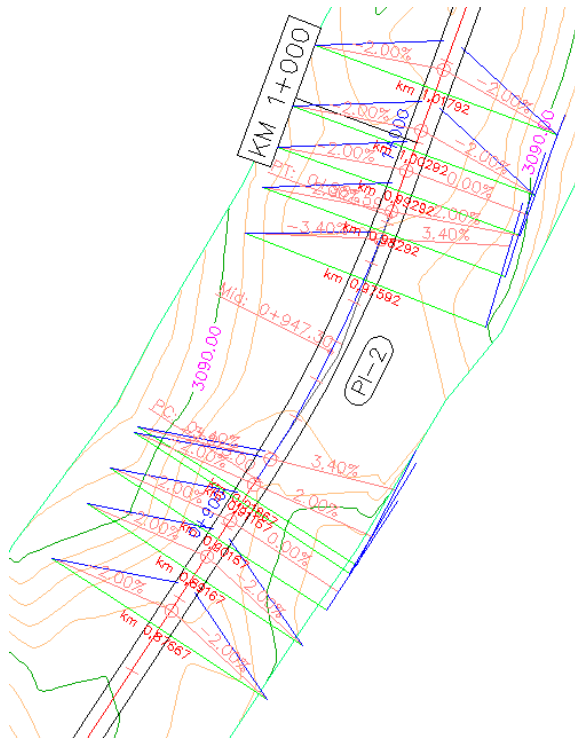
2.4.3.2 Visualización y edición de datos de peralte

 Vista Editor de tablas La función **Vista Editor de tablas** permite el acceso a la ventana en la que se muestran las curvas y los datos del peralte. Además se los puede modificar si fuera necesario.

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longi...	Solap...	Arcén exterior i...	Carril exterior i...	Carril exterior d...	Arcén exterior ...
Curva.1								
Región de entrada d...	0+335...	0+377...	42.000...					
Finalizar arcén nor...	0+335...				-5.00%	-2.00%	-2.00%	-5.00%
Desvanecimiento ...	0+350...	0+360...	10.000...					
Finalizar bombe...	0+350...				-2.00%	-2.00%	-2.00%	-5.00%
Bombeo desva...	0+360...				0.00%	0.00%	-2.00%	-5.00%
Escurrentia	0+360...	0+377...	17.000...					
Bombeo desva...	0+360...				0.00%	0.00%	-2.00%	-5.00%
Bombeo inverti...	0+370...				2.00%	2.00%	-2.00%	-5.00%
Inicio de curva	0+371...							
Iniciar sección ...	0+377...				3.40%	3.40%	-3.40%	-5.00%
Región de salida de ...	0+443...	0+443...	0.000m					
Finalizar sección p...	0+443...				3.40%	3.40%	-3.40%	-5.00%
Curva.2								
Región de entrada d...	0+505...	0+505...	0.000m					
Iniciar sección per...	0+505...				-5.80%	-5.80%	5.80%	5.80%
Región de salida de ...	0+532...	0+532...	0.000m					
Finalizar sección p...	0+532...				-5.80%	-5.80%	5.80%	5.80%

Se visualiza el resultado en la *Figura 21*, en la que podemos apreciar la variación del peralte entre las tangentes y las curvas.

Figura 21 Transición del peralte en el alineamiento horizontal



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

El diseño horizontal completo de la carretera se detalla en el plano correspondiente (Anexo 4).

CAPÍTULO III

DISEÑO VERTICAL

3.1 Normas de diseño

3.1.1 Distancia de visibilidad de parada⁸

La distancia de visibilidad hace referencia al segmento de carretera que es visible para un conductor, esta debe tener una extensión tal que permita al conductor de un vehículo que transita con una velocidad cercana a la del diseño reaccionar y detener el vehículo antes de colisionar con un obstáculo fijo en la calzada.

La distancia de visibilidad de parada D_p es la suma de dos distancias:

- a) La distancia recorrida desde que se avista un obstáculo en la calzada hasta la aplicación de los frenos d_{pr} .
- b) La distancia requerida para detener el vehículo desde que se empieza a aplicar los frenos d_f .

$$D_p = d_{pr} + d_f \quad (\text{Ec. 32})$$

Las recomendaciones brindadas por la AASHTO para el diseño están basadas en las habilidades y experiencia del conductor que han sido tomadas en pruebas de carretera y por esta razón consideran un tiempo de percepción reacción t_{pr} de 2.5 segundos.

$$d_{pr} = \frac{V_o}{3.6} (t_{pr}) \quad (\text{Ec. 33})$$

⁸Chocontá R, Pedro (2004). Diseño geométrico de vías (2a Ed.), Bogotá, p. 108-110

$$d_{pr} = 0.7V_c \quad (\text{Ec. 34})$$

La distancia de frenado de un vehículo que transita a la velocidad de diseño (35Km/h), esta distancia la podemos calcular con la siguiente ecuación que considera la geometría de la carretera y la fricción sobre la superficie.

$$d_f = \frac{V_c^2}{254*(f)} \quad (\text{Ec. 35})$$

El coeficiente de fricción f se calcula por medio de la siguiente ecuación.

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} \quad (\text{Ec. 36})$$

Así tenemos la siguiente formulación obtenida de las anteriores para determinar la distancia de visibilidad de parada.

$$D_p = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254*(f)} \quad (\text{Ec. 37})$$

Siendo:

D_p Distancia de visibilidad de parada (m)

V_c Velocidad de circulación del vehículo (Km/h)

f Coeficiente de fricción en la interacción de las llantas con el pavimento

En la Tabla 9 se muestran los valores de los coeficientes de fricción longitudinal sobre pavimento húmedo, ya que se considera éste como el caso más desfavorable, también se observan los valores de distancias de visibilidad mínimas para las velocidades de diseño dadas. De igual manera se debe tener en cuenta que este coeficiente de fricción en todo el trayecto no es constante sin embargo tomarlo de esta manera no influye considerablemente en los cálculos.

Tabla 9 Coeficientes de fricción longitudinal para pavimento mojado

Velocidad de diseño.	Coeficiente de fricción. Pavimento mojado.	Distancia mínima de visibilidad de parada,
40	0.39	40
50	0.36	55
60	0.35	70
70	0.33	90
80	0.32	110
90	0.31	135
100	0.30	160

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

Calculando el valor de la distancia de visibilidad de parada tenemos.

$$D_p = 0.7V_c + \frac{V_c^2}{254 * (f)}$$

$$D_p = 0.7 * 33 + \frac{33^2}{254 * (0.4)}$$

$$D_p = 33.7m$$

Se asume un valor para la distancia de visibilidad de parada $D_p = 35m$.

3.1.2 Distancia de visibilidad de rebasamiento⁹

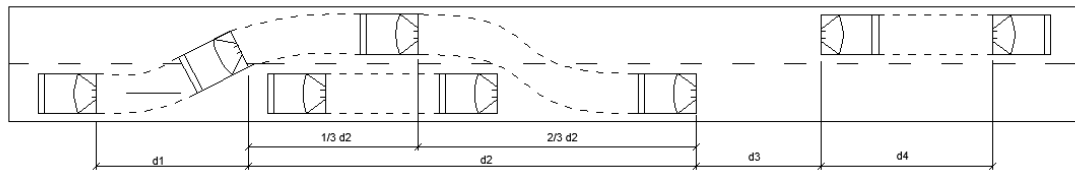
Las maniobras de adelantamiento realizadas por los vehículos más rápidos en una vía para rebasar a otros son realizadas irrumpiendo el carril contrario, se debe contar con una suficiente distancia de visibilidad para ejecutar la maniobra de adelantamiento de manera segura y evitar el tráfico que viene en sentido contrario.

⁹Cárdenas G, James (2002). Diseño geométrico de carreteras, Bogotá, p. 317-318

La distancia mínima de la visibilidad de rebasamiento se determina sumando las siguientes cuatro distancias:

- d1) La distancia que transcurre durante la percepción reacción y durante la aceleración inicial al punto para la invasión del carril izquierdo.
- d2) La distancia recorrida durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.
- d3) La distancia que existe después de realizarse la maniobra entre el vehículo adelantante y el vehículo que transita en sentido opuesto por el carril izquierdo. Toma valores entre los 30m a 91m según pruebas realizadas por la AASHTO.
- d4) La distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto se considera $\frac{2}{3}$ de d2.

Figura 22 Distancia de visibilidad para el rebasamiento



Fuente: Chocontá, Pedro. Diseño geométrico de vías.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Las distancias se pueden establecer utilizando la siguiente tabla y con ayuda de las ecuaciones que se expondrán a continuación:

Tabla 10 Parámetros para calcular la distancia de visibilidad de adelantamiento

Velocidad (Km/h)			t1	a	t2	d3
Diseño	Operación	Adelanto	(seg)	(kmh/seg)	(seg)	(m)
55	47	63	3.6	2.25	9.3	30
70	60	76	4.0	2.30	10.0	50
85	70	86	4.3	2.35	10.7	75

Fuente: The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

$$d1 = 0.14 * t1(2V - 2M + at_1) \quad (\text{Ec. 38})$$

Siendo:

V Velocidad promedio del vehículo rebasante (Km/h).

M Diferencia entre la velocidad de adelanto y la de operación. La AASHTO asume un valor de 16 Km/h.

a Aceleración promedio (Kmh/seg).

t_1 Tiempo de la maniobra inicial (seg).

$$d2 = 0.28 * V * t_2 \quad (\text{Ec. 39})$$

Donde:

t_2 : Tiempo en el que el vehículo que rebasa ocupa el carril izquierdo (seg).

$$d4 = 0.28 * \frac{2}{3} * V * t_2 \quad (\text{Ec. 40})$$

La ecuación completa de visibilidad de rebasamiento es la siguiente.

$$Da = 0.14 * t1(2V - 2M + at_1) + 0.28 * V * t_2 + d3 + 0.28 * \frac{2}{3} * V * t_2 \quad (\text{Ec. 41})$$

La mínima distancia de visibilidad para el rebasamiento para una velocidad de 35Km/h es de 130m.

3.2 Pendientes¹⁰

Las pendientes o tangentes verticales son tramos rectos unidos mediante curvas verticales, estas deben proporcionar velocidades de operación constantes, para ello se consigue evitando que las pendientes sean muy pronunciadas o que tengan grandes longitudes. Como recomendación los valores de pendiente menores al 3% proporcionan una mejor economía y mayor velocidad de circulación, en cambio las pendientes altas proporcionan menores velocidades de circulación y por lo tanto una economía desfavorable.

Las pendientes máximas se usan específicamente en situaciones donde resulte favorable desde el punto de vista económico, con el objetivo de salvar obstáculos en tramos cortos y evitar longitudes críticas.

También se considera una pendiente mínima de 0.5% a raíz de la necesidad de garantizar el drenaje para calzada.

Tabla 11 Pendientes máximas recomendadas **para el diseño de la carretera**

Velocidad de diseño (kph)	Pendientes máximas (%)
50	6-8
65	5-7
80	4-6
95	3-6
110	3-5

Fuente: Chocontá, Pedro. Diseño geométrico de vías.

¹⁰Chocontá R, Pedro (2004). Diseño geométrico de vías (2a Ed.), Bogotá, p. 137-139

3.3 Curvas verticales¹¹

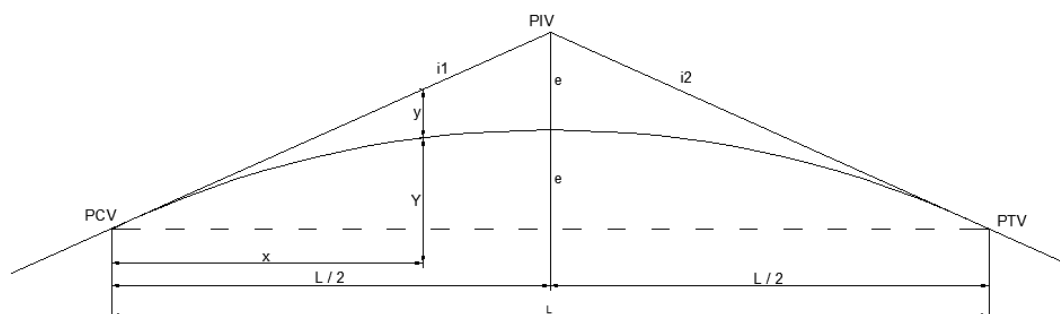
Es común el uso de arcos parabólicos que enlazan y suavizan la transición entre las tangentes verticales, debiendo estos ser de simple aplicación y que proporcionen una buena apariencia a la vía. Se pueden clasificar por la forma en cóncavas o convexas, o por la proporción de sus tangentes en curvas verticales simétricas y asimétricas.

Curvas verticales simétricas

Este tipo de curva es simétrica respecto al punto de intersección de las tangentes PIV. Se caracteriza por usar la parábola de segundo grado donde las cotas equivalen al cuadrado de las abscisas.

Los elementos de esta curva y las expresiones usadas se muestran a continuación.

Figura 23 Curva vertical simétrica



Fuente: Chocontá, Pedro. Diseño geométrico de vías.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Siendo:

PIV Punto de intersección de las tangentes.

PCV Punto inicial de la curva vertical; punto de tangencia.

¹¹Chocontá R, Pedro (2004). Diseño geométrico de vías (2a Ed.), Bogotá, p. 139-163

PTV	Punto final de la curva vertical; punto de tangencia.
y	Diferencia de ordenada entre la tangente y la rasante.
x	Distancia al punto de tangencia.
e	Externa.
L	Longitud de la curva vertical, en su proyección horizontal.
i1	Pendiente de entrada.
i2	Pendiente de salida.

$$A = i2 - i1 \quad (\text{Ec. 42})$$

$$e = \frac{A*L}{8} \quad (\text{Ec. 43})$$

$$r = \frac{A}{L} \quad (\text{Ec. 44})$$

$$y = \frac{1}{2}rx^2 \quad (\text{Ec. 45})$$

Para determinar la cota máxima o mínima de la curva vertical se usa la siguiente expresión.

$$x = \frac{i1*L}{i1-i2} \quad (\text{Ec. 46})$$

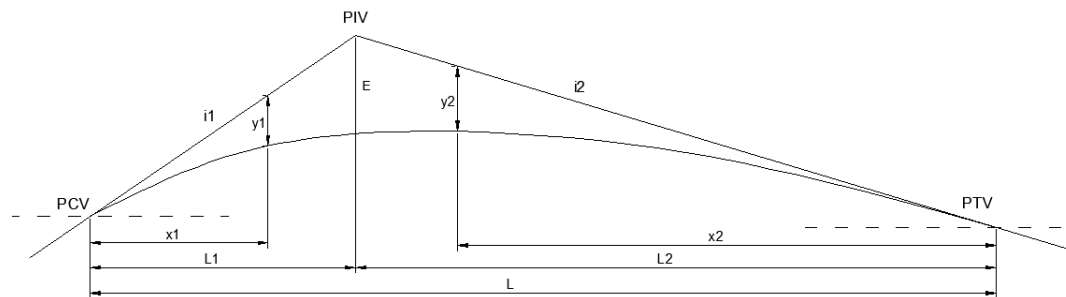
Siendo:

A	Diferencia algebraica de gradientes.
e	La externa.
y	La diferencia de ordenada de la tangente y la rasante.
x	Distancia al punto de tangencia.
i1	Pendiente de entrada, en decimal.
i2	Pendiente de salida, en decimal.

Curvas verticales asimétricas

La curva vertical asimétrica difiere de la simétrica al presentar una geometría donde en uno de sus lados es menos extenso que el otro, este caso puede presentarse por alguna restricción en alguno de sus extremos.

Figura 24 Curva vertical asimétrica



Fuente: Chocontá, Pedro. Diseño geométrico de vías.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Donde:

PIV Punto de intersección de las tangentes.

PCV Punto inicial de la curva vertical; punto de tangencia.

PTV Punto final de la curva vertical; punto de tangencia.

y1 Diferencia de ordenada entre la tangente y la rasante en el tramo de entrada.

y2 Diferencia de ordenada entre la tangente y la rasante en el tramo de salida.

x1 Distancia al punto de tangencia en el tramo de entrada.

x2 Distancia al punto de tangencia en el tramo de salida.

e Externa.

L1 Longitud en el tramo de entrada de la curva vertical, en su proyección horizontal.

L2 Longitud en el tramo de salida de la curva vertical, en su proyección horizontal.

i1 Pendiente de entrada.

i2 Pendiente de salida.

$$e = \frac{A L_1 L_2}{2(L_1 + L_2)} \quad (\text{Ec. 47})$$

En el tramo de entrada

$$y = \left(\frac{x}{L_1}\right)^2 e \quad (\text{Ec. 48})$$

En el de salida

$$y = \left(\frac{x}{L_2} \right)^2 e \quad (\text{Ec. 49})$$

Siendo:

- A Diferencia algebraica de gradientes.
- e La externa.
- y La diferencia de ordenada de la tangente y la rasante.
- x Distancia al punto de tangencia.
- i1 Pendiente de entrada, en decimal.
- i2 Pendiente de salida, en decimal.

Longitud mínima de las curvas verticales

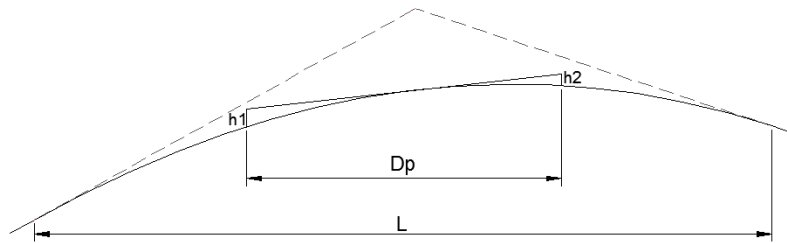
Para que la circulación vehicular sea segura, la longitud de las curvas verticales debe garantizar una correcta distancia de visibilidad para los conductores, en el caso de las curvas cóncavas influye significativamente la distancia iluminada por los faros de los vehículos.

Curva vertical convexa

Para establecer su longitud mínima se toma en cuenta dos casos.

Caso 1: Cuando la distancia de visibilidad de parada es menor a la longitud de la curva
 $D_p < L$.

Figura 25 Distancia de visibilidad en una curva vertical convexa, caso 1



Fuente: Chocontá, Pedro. Diseño geométrico de vías.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Siendo:

A Diferencia algebraica de gradientes.

L Longitud de la curva vertical.

Lmín Longitud mínima de la curva vertical.

Dp Distancia de visibilidad de parada.

$$L_{mín} = \frac{A\% \cdot Dp^2}{2 \cdot (\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2} \quad (\text{Ec. 50})$$

La normativa AASHTO asigna una altura del ojo del conductor $h1=1.5\text{m}$ y una altura del objeto divisado sobre la calzada $h2=0.15\text{m}$.

$$L_{mín} = \frac{A\% \cdot Dp^2}{425} \quad (\text{Ec. 51})$$

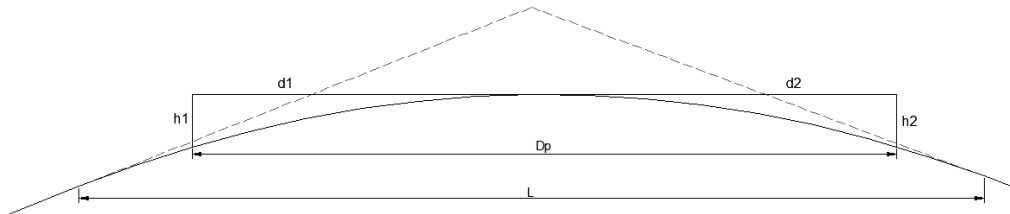
La relación entre la distancia de la curva expresada en metros y el resultado obtenido como porcentaje de la diferencia algebraica entre gradientes, es L/A esta relación es equivalente a K , es usada para determinar la longitud de las curvas verticales considerando diferentes velocidades de diseño.

$$L = K \cdot A\% \quad (\text{Ec. 52})$$

$$K = \frac{Dp^2}{425} \quad (\text{Ec. 53})$$

Caso 2: Cuando la distancia de visibilidad de parada es mayor a la longitud de la curva
 $Dp > L$.

Figura 26 Distancia de visibilidad en una curva vertical convexa, caso 2



Fuente: Chocontá, Pedro. Diseño geométrico de vías.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Siendo:

L Longitud de la curva vertical.

$L_{mín}$ Longitud mínima de la curva vertical.

Dp Distancia de visibilidad de parada.

$$L_{mín} = 2Dp - \frac{425}{A\%} \quad (\text{Ec. 54})$$

El valor del coeficiente angular K calculado para las curvas verticales convexas es:

$$K = \frac{Dp^2}{425}$$

$$K = \frac{35^2}{425}$$

$$K = 3$$

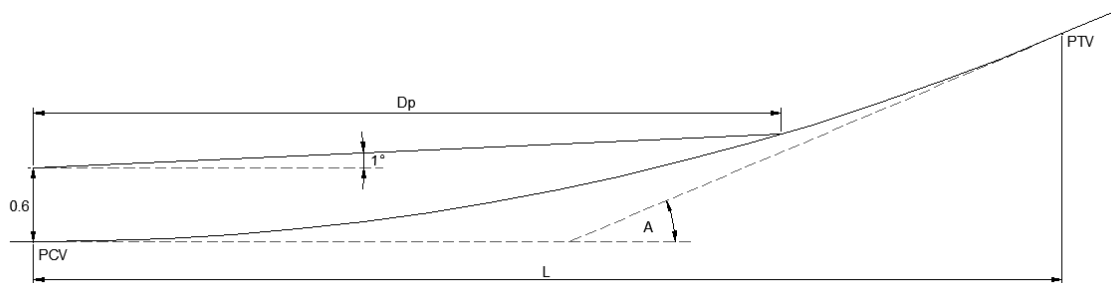
Curva vertical cóncava

Para determinar la longitud de este tipo de curva hay que considerar dos aspectos muy importantes que son el periodo de día y el periodo de noche. Se debe tener presente que en el día no existe mayor inconveniente, sin embargo en la noche la distancia que ilumina los faros de los vehículos debe ser como mínimo la distancia de visibilidad de parada. Además de esto se consideran otros criterios.

1) Distancia de visibilidad nocturna

Se asume que los faros delanteros del vehículo están a una altura de 0.6m del pavimento y que el ángulo que se forma entre la horizontal y el rayo de luz liberado por los faros es de 1 grado.

Figura 27 Distancia de visibilidad nocturna en una curva cóncava



Fuente: Chocontá, Pedro. Diseño geométrico de vías.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Se usa la siguiente formulación.

$$L_{mín} = \frac{A\% \cdot Dp^2}{122 + 3.5 \cdot Dp} \quad (\text{Ec. 55})$$

$$L = K \cdot A\%$$

$$K = \frac{Dp^2}{122 + 3.5 \cdot Dp} \quad (\text{Ec. 56})$$

2) *Análisis de la comodidad del pasajero*

Este análisis obedece a la incomodidad generada por el efecto de la gravedad y el peso del vehículo que actúan generando una mayor fuerza centrífuga en el cambio de pendiente de la curva cóncava. Cuando la fuerza centrífuga no sobrepasa el valor de 0.3 m/s^2 , no existe incomodidad en la marcha del vehículo.

$$ac = \frac{vd^2}{R} \quad (\text{Ec. 57})$$

$$L_{\text{mín}} = \frac{vd^2 * A\%}{395} \quad (\text{Ec. 58})$$

3) *Análisis del control de drenaje*

En curvas cóncavas como convexas las aguas de la lluvia no representara problemas en el drenaje en sentido longitudinal si por lo menos desde 15 m a partir del vértice de la curva se desarrolla una pendiente por lo menos del 0.3%.

$$L_{\text{mín}} = 42.85 * A\% \quad (\text{Ec. 59})$$

4) *Análisis de la apariencia de la vía*

Para que una curva cóncava cuente con una buena apariencia se establece la siguiente longitud mínima.

$$L_{\text{mín}} = 30 * A\% \quad (\text{Ec. 60})$$

El valor del coeficiente angular K calculado para las curvas verticales cóncavas es:

$$K = \frac{Dp^2}{122 + 3.5 * Dp}$$

$$K = \frac{35^2}{122 + 3.5 * 35}$$

$$K = 5$$

Longitud mínima para cualquier curva vertical

En cualquier caso, de manera práctica y considerando la estabilidad de los vehículos se recomienda la longitud mínima usando la siguiente expresión:

$$L_{\text{mín}} = 0.6 * Vd \quad (\text{Ec. 61})$$

$$L_{\text{mín}} = 0.6 * 35$$

$$L_{\text{mín}} = 21m$$

La mínima distancia de visibilidad para el rebasamiento para una velocidad de 35Km/h es de 130m.

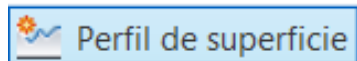
3.4 Diseño vertical en el AutoCAD Civil 3D

3.4.1 Perfiles

3.4.1.1 Creación de perfiles del terreno

Teniendo el alineamiento horizontal completamente definido, se continúa el diseño mediante la obtención del perfil del terreno a lo largo del eje de la carretera que se ha trazado, mediante el comando *perfil de superficie*.

3.4.1.2 Perfil longitudinal



Con la opción **Perfil de superficie**, se crea el perfil del terreno a lo largo del eje longitudinal (Figura 28). Para realizar este procedimiento añadimos la superficie que en el diseño se llama TERRENO y se escoge un estilo de visualización, siendo en este caso usado el *Land Desktop Profile View*. Además, si ingresamos en la ficha **Guitarras** se agregan las bandas para la *transición del peralte*, la de *datos de corte*, la de *datos de relleno* y finalmente la banda

de la *geometría horizontal* que nos servirá en la creación del diseño vertical, ya que nos permite identificar la ubicación de las curvas y tangentes horizontales. Estableciendo estos parámetros, procedemos a Crear la visualización del perfil.

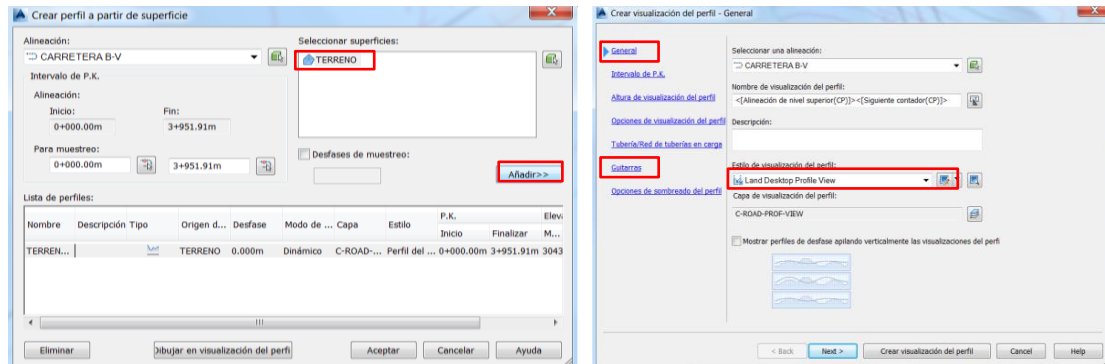
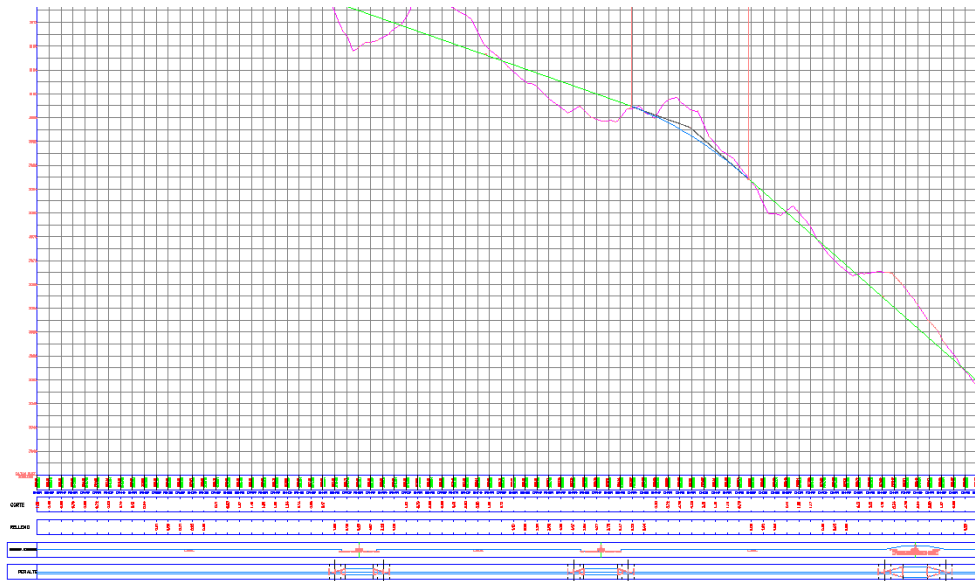


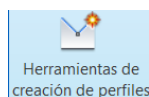
Figura 28 Perfil del terreno a lo largo del alineamiento horizontal



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

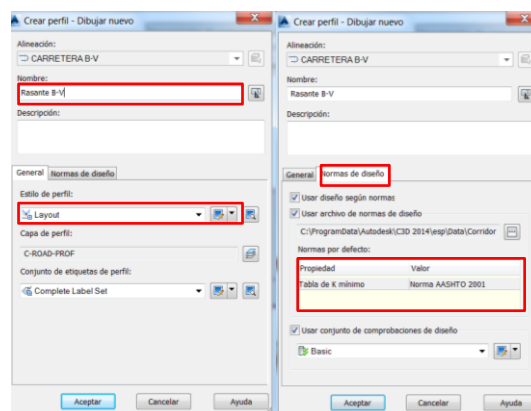
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

3.4.1.3 Diseño del perfil de la rasante según las normas

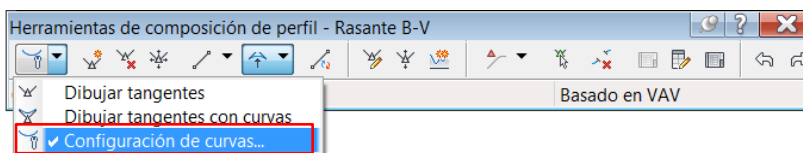


Con el uso de la **Herramientas de creación de perfiles**, es factible realizar el diseño vertical de la carretera. Mediante esta herramienta tenemos acceso a la ventana *Crear perfil* donde asignamos el nombre Rasante B-V y elegimos el *Estilo del perfil* Layout. Posterior a esto en la ficha *Normas de*

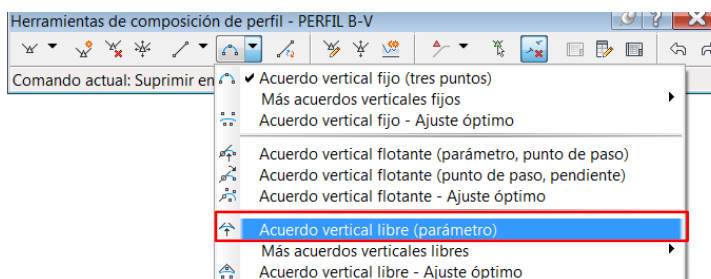
diseño, activamos **Usar diseño según normas** para que el programa indique y confirme si el alineamiento vertical infringe alguna norma.



Una vez que visualizamos la barra **Herramientas de composición de perfil** de **composición de**



perfil, elegimos la opción *Dibujar tangentes* y empezamos a realizar la rasante de la carretera; teniendo en cuenta que las tangentes como las curvas deben adaptarse al perfil del terreno natural. También es importante asignar un área de corte mayor a la de relleno. Por último, hay que tener presente que no se debe ubicar las curvas verticales en tramos que contengan curvas horizontales. Finalizando el trazado de las tangentes, se



procede a insertar las curvas en sus puntos de intersección para lo cual se usa la opción **Acuerdo vertical libre (parámetro)**, especificando la longitud de la curva o el valor de K, siendo estos valores mayores a los definidos en función a la norma.

El reporte del alineamiento vertical se detalla en el **anexo 1** y el diseño propuesto se encuentra en el **anexo 4**.

3.4.1.4 Edición de perfiles

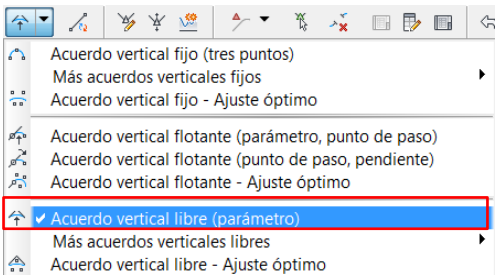
Se puede modificar la ubicación o la dimensión de los elementos del perfil longitudinal simplemente seleccionándolo y desplazando los puntos de anclaje de cada elemento.

También se emplean algunas de las opciones para la edición del perfil, las mismas que se describen a continuación.

	Eliminar subentidad: para eliminar algún elemento del diseño.
	Editor de subentidades: muestra la ventana con los parámetros de los elementos del alineamiento, permitiendo cambiar alguno de los parámetros por no cumplir con alguna norma o por otra necesidad, se usa conjuntamente con la opción <i>Seleccionar VAV</i> .
	Seleccionar VAV: se usa para seleccionar el elemento cuyos parámetros van a ser visualizados o modificados
	Vista de rejilla de perfil: sirve para entrar en la ventana Panorama para visualizar o modificar los datos de los elementos creados en el alineamiento vertical.
	Insertar VAV: se inserta en el diseño vertical un vértice o intersección de tangentes.
	Eliminar VAV: se elimina cualquier vértice vertical creado en el diseño.

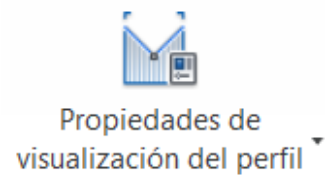
En la ventana *Panorama* podemos revisar los datos correspondientes a todas las entidades del alineamiento vertical que se hayan creado y de ser necesario también pueden ser modificados.

Nº	Bloquear	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curv...	Valor de K	Tipo de subentidad	Longitud de
1		-0+000.00m	3152.000m		-7.80%					
2		0+442.55m	3117.497m	-7.80%	-3.53%	4.26%	Cóncavo	31.309	Parábola simétrica	
3		1+096.96m	3094.377m	-3.53%	-8.81%	5.28%	Convexo	37.397	Parábola simétrica	
4		1+723.15m	3039.190m	-8.81%	14.60%	23.42%	Cóncavo	6.680	Parábola simétrica	
5		1+921.50m	3068.156m	14.60%	0.82%	13.78%	Convexo	11.278	Parábola simétrica	
6		2+180.41m	3070.289m	0.82%	-6.04%	6.86%	Convexo	9.236	Parábola simétrica	
7		2+389.32m	3062.507m	-6.04%	1.36%	7.40%	Cóncavo	10.662	Parábola simétrica	
8		3+048.74m	3072.573m	1.36%	14.32%	12.96%	Cóncavo	7.318	Parábola simétrica	
9		3+260.60m	3102.911m	14.32%	-6.16%	20.48%	Convexo	8.443	Parábola simétrica	
10		3+510.44m	3087.509m	-6.16%	8.22%	14.39%	Cóncavo	6.751	Parábola simétrica	
11		3+643.91m	3098.484m	8.22%	-0.86%	9.08%	Convexo	6.097	Parábola simétrica	
12		3+818.83m	3096.978m	-0.86%	4.44%	5.30%	Cóncavo	9.811	Parábola simétrica	
13		3+960.52m	3103.264m	4.44%						



Si se requiere insertar una curva vertical parabólica entre dos tangentes, se usa la opción **Acuerdo vertical libre**, en la que tenemos que proporcionar el valor de la longitud de la curva o el valor de K.

3.4.1.5 Estilos y presentación



Lo primero que se realiza es modificar el abscisado para que muestre en un intervalo de 20 metros la cota del terreno y la del proyecto, (Figura 29). Al seleccionar el perfil del terreno creado es posible elegir la opción **Propiedades de visualización del perfil**, con lo cual accedemos a la ventana de propiedades en donde se modificará la presentación. Dentro de la ficha *Guitarras* cambiamos a 20m el valor del Intervalo principal y secundario. En la banda de *elevaciones y estaciones* se define *Perfil 1* como TERRENO y el Perfil 2 como Rasante B-V. Para la banda de *corte* se establece el *Perfil 1* como TERRENO y el *Perfil 2* como Rasante B-V. Para la banda de *relleno* se define el *Perfil 1* como Rasante B-V y el *Perfil 2* como TERRENO.

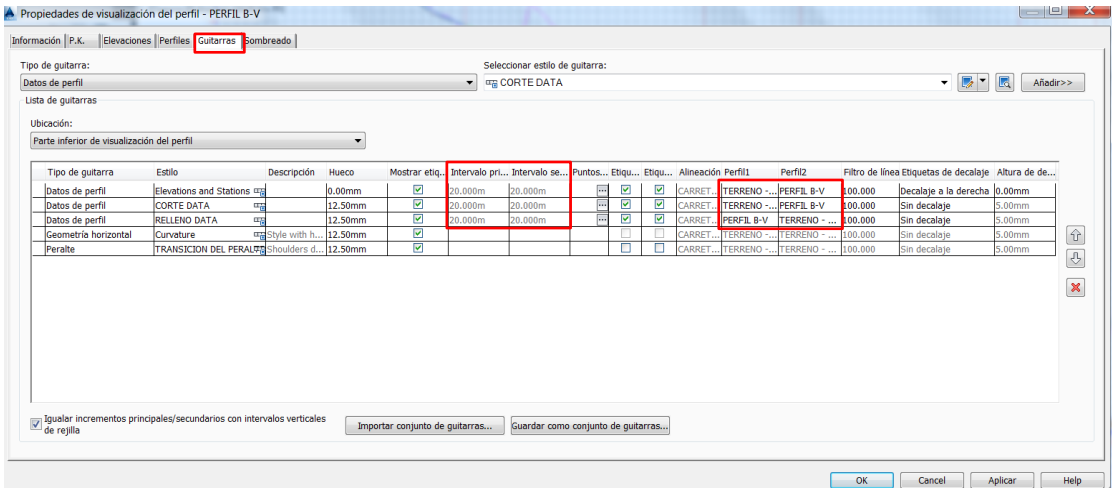
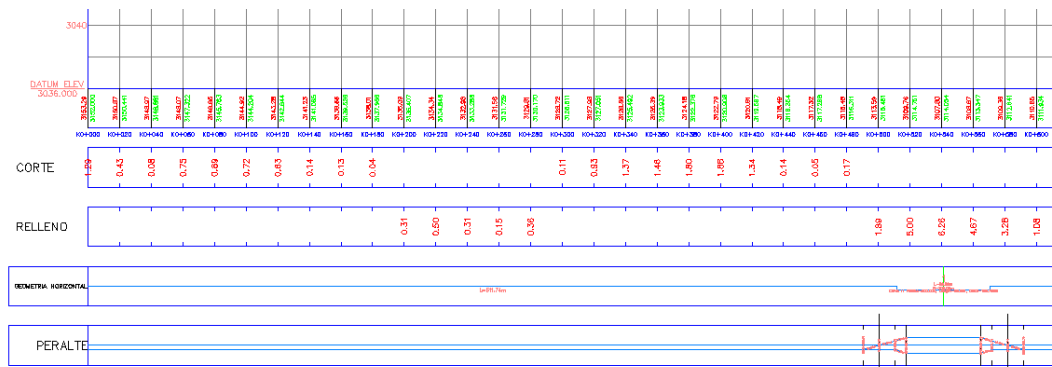


Figura 29 Formato de visualización del perfil vertical editado



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Para presentar un sombreado de color rojo para el corte y azul para el relleno en el perfil (Figura 30), se escoge la ficha **Sombreado** ubicada también dentro de **Propiedades de visualización del perfil**. Para el corte tenemos la opción *Área de desmonte*, establecemos en el Contorno superior el TERRENO y para el inferior la Rasante B-V. Ingresamos a *Edición del estilo* para definir el color rojo y un sombreado sólido.

Para el relleno elegimos la opción *Área de terraplén*, establecemos el Contorno superior para la Rasante B-V y para la inferior el TERRENO. Ingresamos a *Edición del estilo* para definir el color azul y un sombreado sólido.

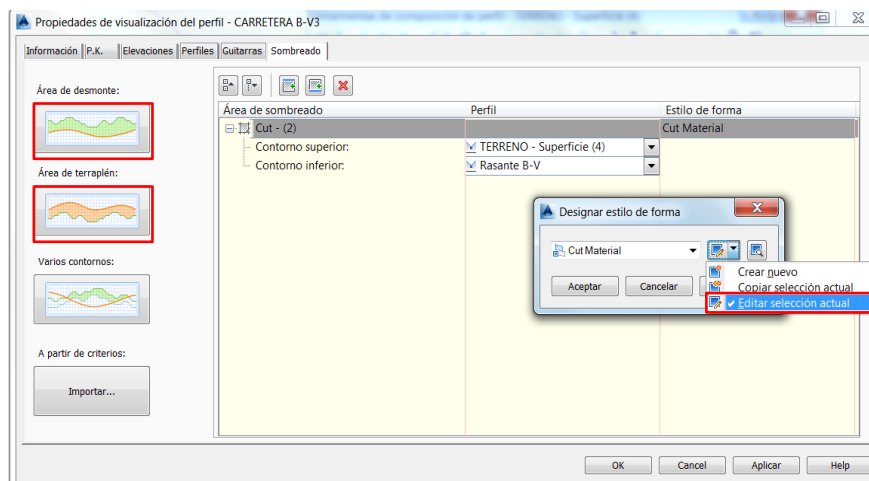
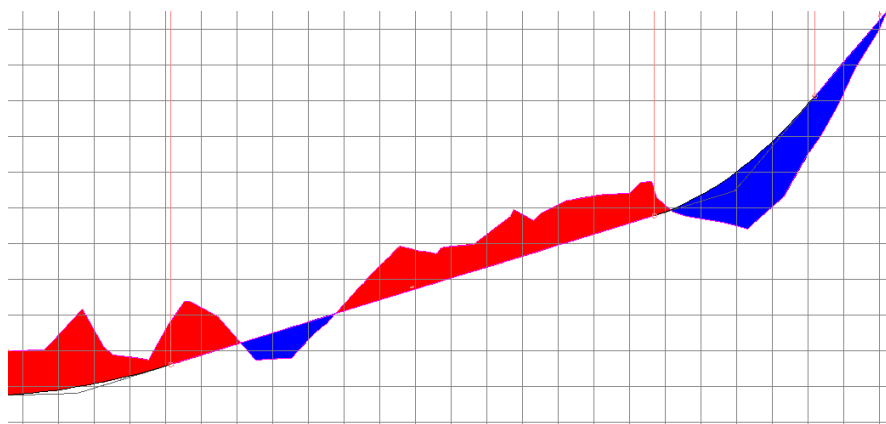


Figura 30 Sombreado del corte y relleno en el perfil vertical



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

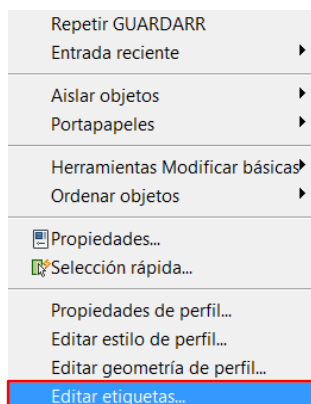
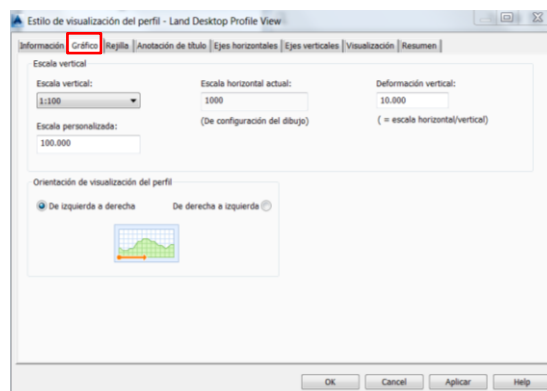
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.



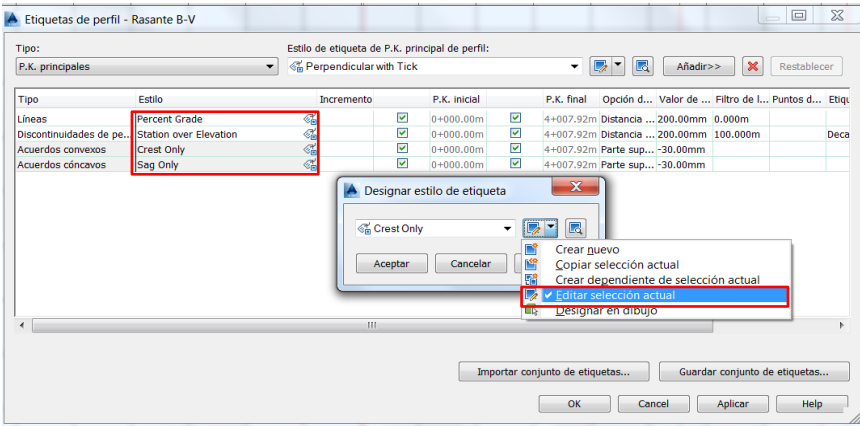
Editar estilo de visualización del perfil

El

comando *Editar estilo de visualización de perfil* facilita el acceso a la ventana de estilos que contiene algunas opciones para modificar de la presentación del perfil. Al seleccionar la ficha Gráfico se puede definir la escala vertical que en este caso es 1:100.



Finalmente, configuramos el etiquetado del perfil ingresando a **Editar etiquetas**, inmediatamente se presenta una ventana en la cual tenemos el etiquetado para las tangentes, las estaciones y para las curvas cóncavas y convexas. Las etiquetas son modificadas mediante la edición de su estilo.



El diseño vertical completo de la carretera se detalla en el plano correspondiente (**Anexo 4**).

CAPÍTULO IV

DISEÑO TRANSVERSAL

4.1 Calzada

La calzada es la parte de la carretera en la que se realiza la circulación vehicular, ésta puede estar constituida por dos o más carriles. El carril debe tener el ancho necesario para permitir el tránsito de una fila de vehículos. Mediante el análisis del nivel de servicio y la capacidad se puede determinar el ancho y el número de carriles de la calzada.

4.2 Taludes

Los taludes representan una superficie inclinada que limitan la explanación, éstos varían en función de la estabilidad del terreno, la visibilidad, la apariencia y del aprovechamiento de los bancos de préstamo de material.

4.3 Cortes

Los taludes de corte se realizan generalmente a continuación de las cunetas laterales y su grado de inclinación y altura depende de estudios geotécnicos. El diseño debe establecer la menor inclinación permisible para obtener un menor movimiento de tierras.

4.4 Rellenos

Los taludes de relleno son determinados en función de la calidad del material usado para el relleno y debe ser diseñado con la menor pendiente admisible.

4.5 Sección transversal típica

La sección transversal típica del diseño es la que se mantiene en todo el proyecto, ésta se diseña estimando el volumen del tráfico que va a soportar durante toda su vida útil, otro aspecto que debe ser considerado simultáneamente es el de mantener un costo de construcción asequible.

4.6 Diagrama de masas¹²

El diagrama de masas es una gráfica de volumen de material acumulado desplazado a partir de una estación inicial. Si la línea del diagrama asciende hacia valores positivos indica corte y si desciende hacia los valores negativos representa el relleno. El análisis del movimiento de tierras está separado en tramos definidos por la intersección de la curva de masas y la línea de equilibrio en la cual el volumen acumulado es cero.

El diagrama de masas contribuye con el establecimiento de la distancia de sobre-acarreo y la porción de tierras que debe ser acarreada más allá de los límites del acarreo libre.

Acarreo libre: es la distancia a la que se hace el movimiento de un volumen sin requerir de trabajos elaborados o en el caso de contratos sin llegar a un pago adicional.

Sobre acarreo: es el transporte de los materiales a una distancia mayor a la del acarreo libre y se obtiene multiplicando el volumen a mover por la distancia que hay del centro de gravedad del corte al centro de gravedad del terraplén.

4.7 Diseño transversal el AutoCAD Civil 3D

4.7.1 Creación de ensamblajes y subensamblajes

Los ensamblajes establecen la sección transversal de la vía, éstos están compuestos por subensamblajes que definen los componentes estructurales de la sección típica. A continuación se detalla el procedimiento a seguir para la creación de ensamblajes y subensamblajes:

¹²Chocontá R, Pedro (2004). Diseño geométrico de vías (2a Ed.), Bogotá, p. 215-219

- 1) Elegimos la opción **Crear ensamblaje**, aparece instantáneamente una ventana en la cual colocamos el nombre de la sección típica SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5EN1. aceptamos y hacemos clic sobre una parte vacía del área de dibujo y se crea el ensamblaje (Figura 31).

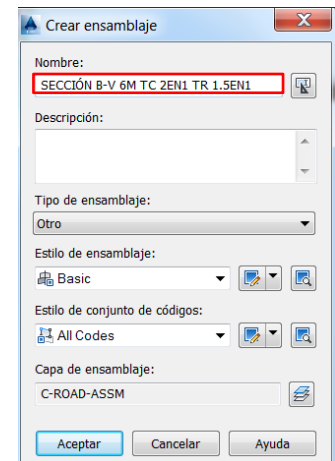
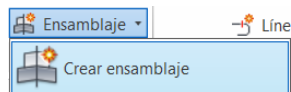


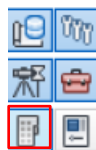
Figura 31 Visualización del objeto ensamblaje



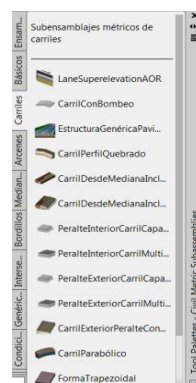
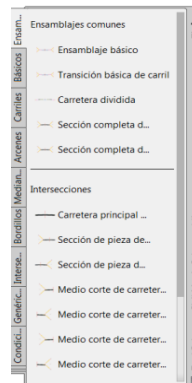
Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

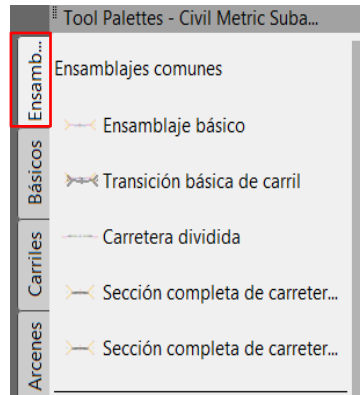
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

- 2) Es necesario mostrar la **Paleta de herramientas**, que contiene ensamblajes y subensamblajes,



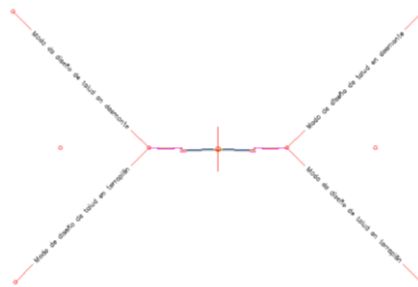
algunos de los cuales servirán para el diseño. Éstos están divididos por categorías y se muestran en diferentes pestañas.





3) Si se desea agregar un ensamblaje desde la *Paleta de herramientas*, solo necesitamos hacer clic sobre el ensamblaje seleccionado y luego sobre un espacio vacío del área de dibujo (Figura 32).

Figura 32 Ensamblaje de una sección completa de carretera

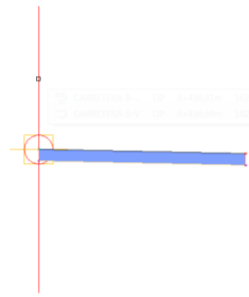


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

- 4) Para agregar un subensamblaje en el modelo hay que conectarlo directamente a un ensamblaje o por medio de otro subensamblaje que previamente haya sido conectado a un ensamblaje, para ello debemos seleccionarlo desde la *Paleta de herramientas* haciendo clic sobre éste y posteriormente otro clic sobre un ensamblaje (Figura 33) o sobre un punto de conexión presente en otro subensamblajes (Figura 34).

Figura 33 Conexión de un ensamblaje y un subensamblaje



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

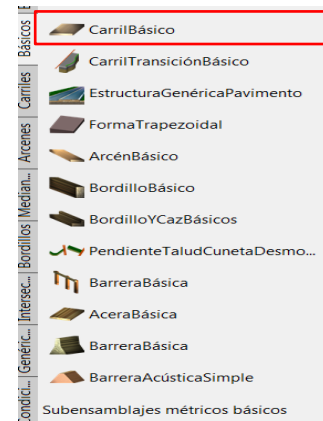
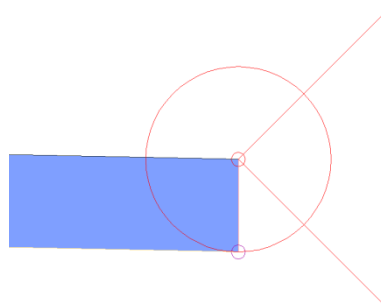
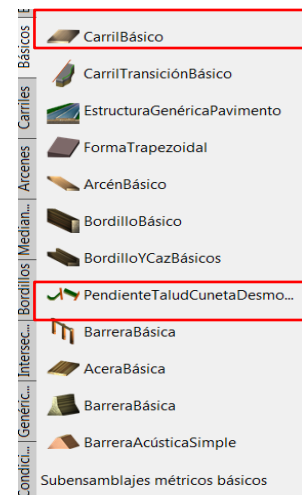


Figura 34 Conexión entre subensamblajes



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.



4.7.1.1 Calzada típica de 2 ejes de pavimento flexible, con cuneta y bordillo

Para realizar la calzada típica de la sección transversal se procede de la siguiente manera:

- 1) Agregamos al dibujo un ensamblaje de *Sección completa de carretera principal* (Figura 35), esta opción tiene la cualidad de estar ya configurada para ajustarse a las condiciones de peralte y sobreebanco del diseño.

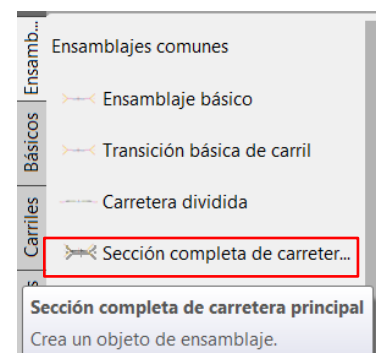
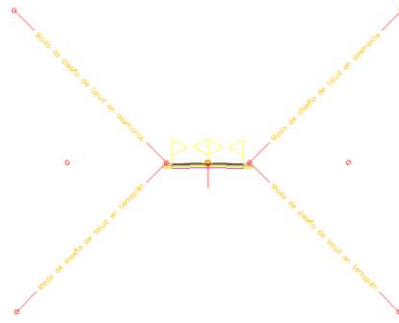


Figura 35 Ensamblaje de una sección completa de carretera principal

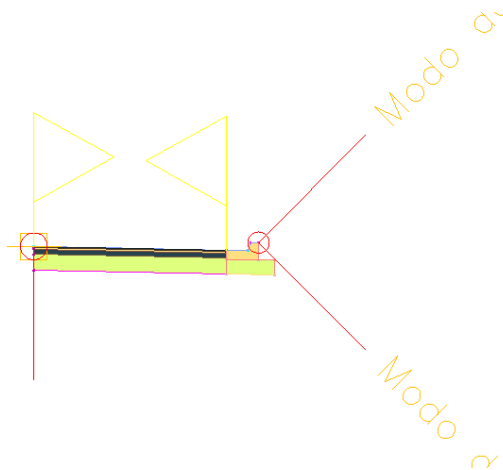


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

- 2) Antes de establecer el ensamblaje con la geometría y características análogas a la de la sección típica se debe considerar la simetría que existe respecto al eje central de la sección; lo que posibilita eliminar uno de los lados del ensamblaje con la finalidad de simplificar la configuración del ensamblaje ya que una vez que se haya definido un lado se utilizará el comando *simetría* para completar la sección de la carretera. (Figura 36).

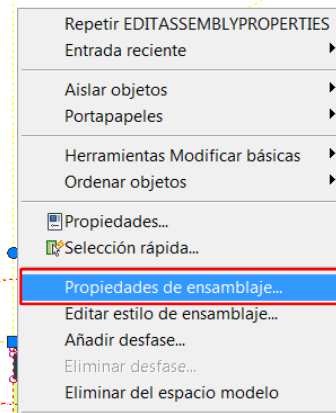
Figura 36 Ensamblaje del lado derecho de la sección transversal



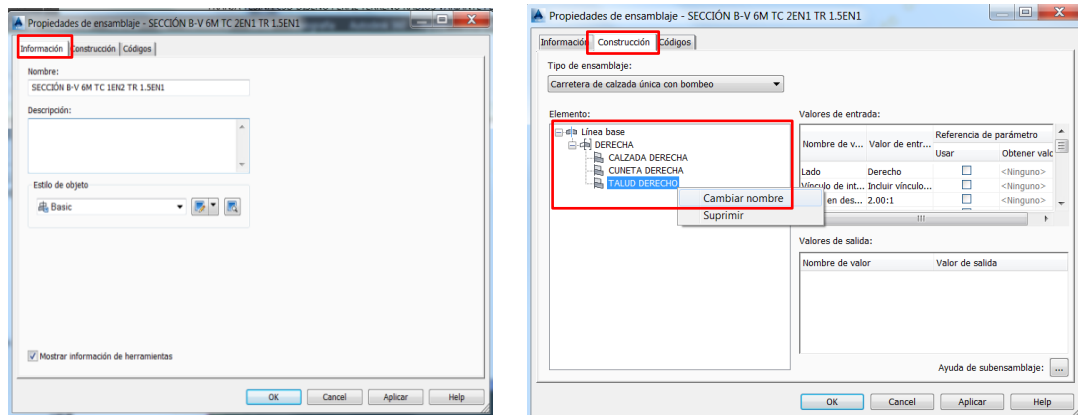
Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

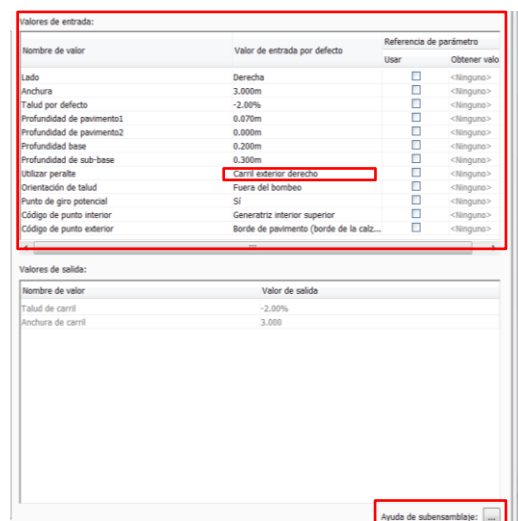
- 3) A partir de este ensamblaje se eliminan los elementos o subensamblajes innecesarios y se agregan otros de acuerdo a la sección típica. Al contar con todos los elementos que conforman la sección típica, procedemos a la configuración y dimensionamiento del ensamblaje. Haciendo clic derecho escogemos la opción **Propiedades de ensamblaje**.



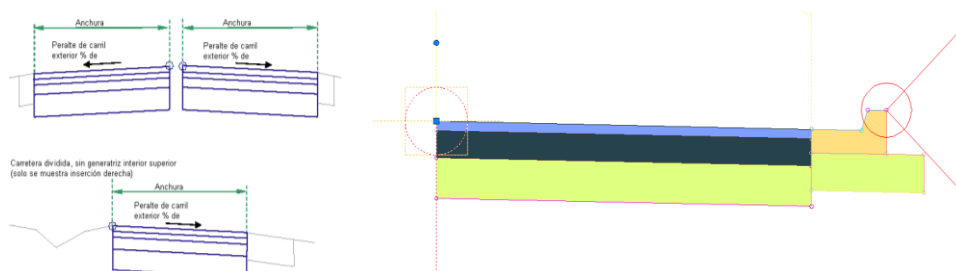
- 4) En la ventana de propiedades se definen los nombres del ensamblaje y de los subensamblajes que forman parte de éste, los nombres ingresados referencian el lado derecho puesto que se escogió modificar a este lado.



- 5) Ingresamos los datos que definen las características de la calzada, éstos son obtenidos de la sección típica y de las características del proyecto, de ser necesario se recurre a la *Ayuda de subensamblaje*, en donde se encuentran detallados los diferentes *valores de entrada*.



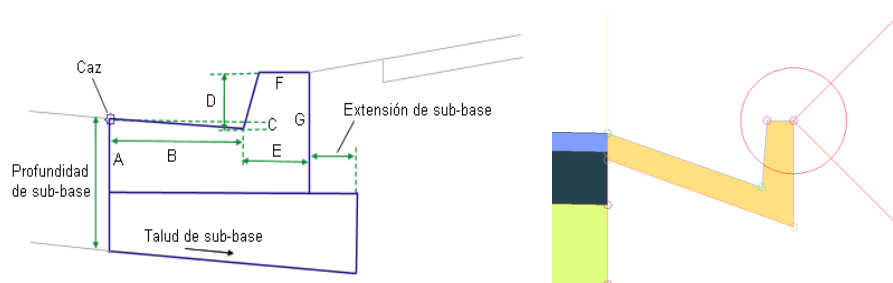
Nota: El valor de entrada de la opción *Utilizar peralte* se asigna como *Carril exterior* con la finalidad de que se modele el peralte en la sección transversal de la carretera.



- 6) Ingresamos los *valores de entrada* que definen la forma de la cuneta (**Anexo 3**), los cuales también son obtenidos de la sección tipo. Consultando la *Ayuda del subensamblaje* es posible definir los *valores de entrada* más fácilmente.

Valores de entrada:			
Nombre de valor	Valor de entrada por defecto	Referencia de parámetro	
		Usar	Obtener valor ...
Punto de inserción	Borde del caz	☐	<Ninguno>
Método de talud del caz	Talud fijo	☒	<Ninguno>
Talud del caz	-35.00%	☐	<Ninguno>
Orientación de talud de caz	Fuera del bombeo	☐	<Ninguno>
Profundidad de sub-base	0.000m	☐	<Ninguno>
Extensión de sub-base	0.000m	☐	<Ninguno>
Método de talud de sub-base	Talud de carril exterior	☐	<Ninguno>
Talud de sub-base	-2.00%	☐	<Ninguno>
Dimensión A (mm/pulgada)	100.000mm	☐	<Ninguno>
Dimensión B (mm/pulgada)	580.000mm	☐	<Ninguno>
Dimensión C (mm/pulgada)	200.000mm	☐	<Ninguno>
Dimensión D (mm/pulgada)	250.000mm	☐	<Ninguno>
Dimensión E (mm/pulgada)	120.000mm	☐	<Ninguno>
Dimensión F (mm/pulgada)	100.000mm	☐	<Ninguno>
Dimensión G (mm/pulgada)	400.000mm	☐	<Ninguno>

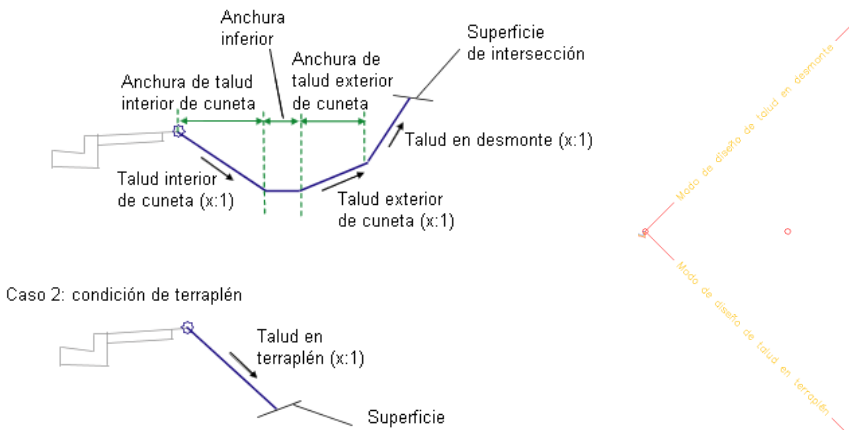
Nota: Se ha establecido el valor de entrada del *método del talud del caz* como *talud fijo*, con el propósito de que se mantenga el mismo valor del talud de la cuneta a lo largo del alineamiento



- 7) También se proporcionan datos que definen las características de los taludes, presentes en la sección típica. Hay que tener en consideración que en el programa se ingresa tanto en la relación de corte como en la de relleno, primero el valor horizontal y luego el vertical (H:V). En *Ayuda de subensamblaje*, se proporciona toda la información acerca de los valores de entrada.

Valores de entrada:

Nombre de valor	Valor de entrada por defecto	Referencia de parámetro	
		Usar	Obtener valor ...
Lado	Derecho	☐	<Ninguno>
Vínculo de intersección	Incluir vínculo de intersección	☐	<Ninguno>
Talud en desmonte	0.50:1	☐	<Ninguno>
Talud en terraplén	1.50:1	☐	<Ninguno>
Talud interior de cuneta	0.00:1	☐	<Ninguno>
Anchura de talud interior de cuneta	0.000m	☐	<Ninguno>
Anchura inferior	0.000m	☐	<Ninguno>
Talud exterior de cuneta	0.00:1	☐	<Ninguno>
Anchura de talud exterior de cuneta	0.000m	☐	<Ninguno>
Opción de redondeo	Ninguno	☐	<Ninguno>
Redondear por	Longitud	☐	<Ninguno>
Parámetro de redondeo	0.500m	☐	<Ninguno>
Triangulación de redondeo	6	☐	<Ninguno>
Colocar material revestido	Ninguno	☐	<Ninguno>
Límite 1 del talud	1.00:1	☐	<Ninguno>
Color del material 1	0.300m	☐	<Ninguno>



- 8) Ya creado y definidos todos los datos de la parte derecha del ensamblaje se usa la instrucción **simetría** para completar el ensamblaje Figura 37.

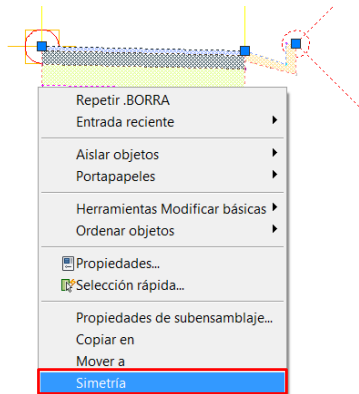
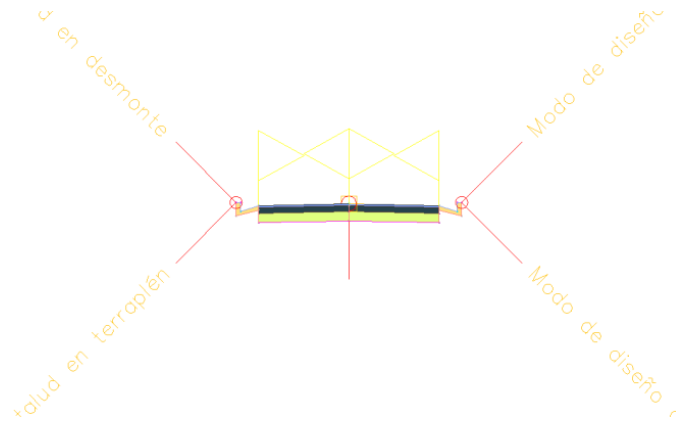


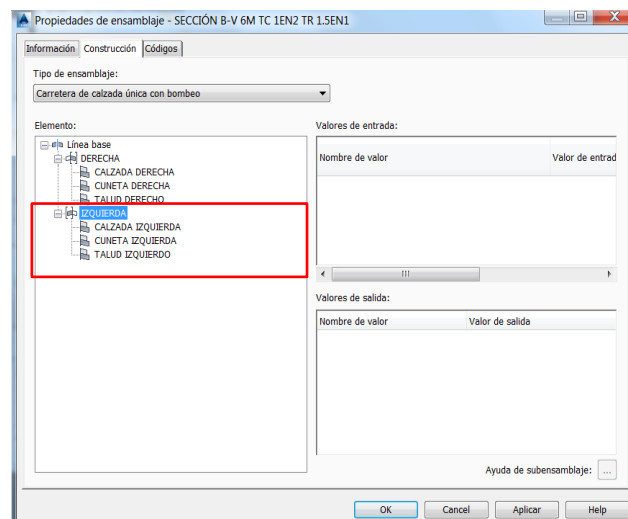
Figura 37 Ensamblaje de la sección típica de la carretera



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

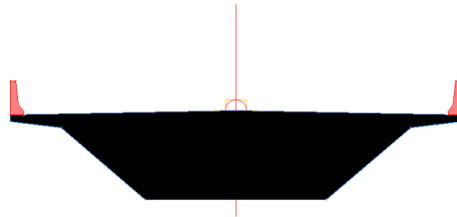
- 9) Con la sección completa es necesario modificar la denominación de los elementos del lado izquierdo que han sido creados, para ello debe ingresarse nuevamente a las **Propiedades de ensamblaje**.



4.7.1.2 Puentes

El programa cuenta con tres subensamblajes de puentes disponibles desde la ficha *Puentes* de la *Paleta de herramientas*, estos tienen que conectarse a un ensamblaje, además se debe definir sus *valores de entrada* ingresando a las *propiedades*.

Figura 38 Ensamblaje de una sección típica para puentes



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Nota: En el diseño de esta carretera no ha sido necesario la inclusión de puentes.



4.7.1.3 Muros de contención

Los muros de contención son subensamblajes que se incluyen en el diseño desde la ficha *Muros* de la *Paleta de herramientas* estos deben conectarse a un ensamblaje directamente o indirectamente si es conectado a otro subensamblaje. La geometría del mismo se modifica ingresando a las *propiedades de ensamblaje* (Figura 39).

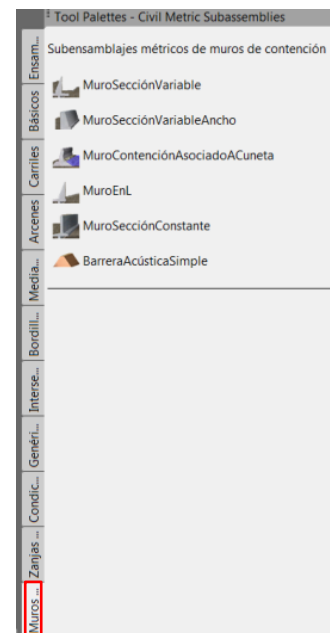
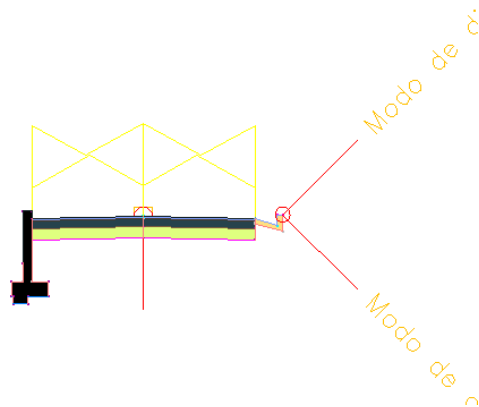


Figura 39 Ensamblaje de una sección transversal con muro de contención

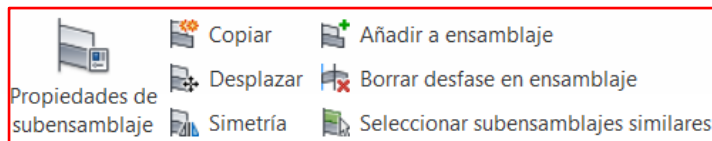


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Nota: En el diseño de esta carretera no ha sido necesario la inclusión de muros de contención.

4.7.1.4 Administración y edición de ensamblajes y subensamblajes

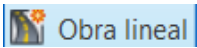


Ingresando a las propiedades de los ensamblajes y subensamblajes tendremos la

facilidad de modificar muchos de los aspectos que definen estos elementos, además se usan algunas herramientas de gran utilidad en la edición del diseño tales como copiar, desplazar, simetría, añadir a ensamblaje, borrar desfase en ensamblaje y seleccionar subensamblajes similares.

4.7.2 Creación de obras lineales (corredores)

La obra lineal o corredor es el modelado de la carretera, que se crea al fusionar la superficie, el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y la sección típica. Estos elementos por lo tanto son prerequisites de la obra lineal.



Cumpliendo con lo requerido procedemos a ejecutar la instrucción **Obra lineal** y así acceder a la ventana *Crear obra lineal*. Completamos los siguientes campos.

Alineación: CARRETERA B-V.

Perfil: RASANTE B-V.

Ensamblaje: SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5EN1.

Superficie de objeto: TERRENO.

Crear obra lineal

Nombre: CORREDOR B-V

Descripción:

Estilo de obra lineal: Basic

Capa de obra lineal: C-ROAD-CORR

Alineación: CARRETERA B-V

Perfil: Rasante B-V

Ensamblaje: SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5

Superficie de objetivo: TERRENO

☒ Definir línea base y parámetros de región

Aceptar Cancelar Ayuda

Todos hacen referencia a los distintos elementos del proyecto que fueron creados.

A continuación se abre la ventana para asignar los objetivos de los subensamblajes. Realizamos la configuración de tal manera que los taludes se intercepten con la superficie del TERRENO y que la calzada se ajuste a su respectivo desfase tanto izquierdo como derecho del alineamiento.

Asignación de objetivo

Nombre de obra lineal: CORREDOR B-V

Nombre de ensamble: SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5EN1

P.K. inicial: 0+000.00

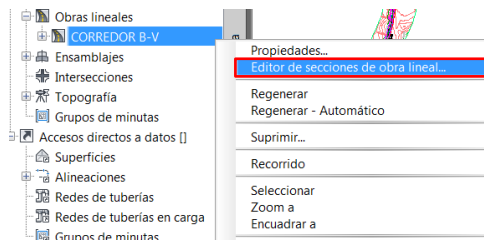
P.K. final: 3+951.91

Objetivo	Nombre de objeto	Subensamblaje	Grupo de ensamblajes
<Haga clic aquí para definir todo>			
Superficies	TERRENO	TALUD DERECHO	DERECHA
	TERRENO	TALUD IZQUIERDO	IZQUIERDA
Objetivos de anchura o desfase	CARRETERA B-V-Derecha-3.000	CALZADA DERECHA	DERECHA
	CARRETERA B-V-Izquierda-3.000	CALZADA IZQUIERDA	IZQUIERDA
Objetivos de talud o elevación	<Ninguno>	CALZADA DERECHA	DERECHA
	<Ninguno>	CALZADA IZQUIERDA	IZQUIERDA

Aceptar Cancelar Ayuda

Realizado esto se genera el corredor donde es posible analizar los taludes de corte y relleno sobre la superficie del terreno, el color rojo representa el corte y el verde el relleno. (**Anexo 4**).

Nota: Los objetivos se asignan a todos los ensamblajes que forman parte un proyecto.



Para verificar la sección típica a lo largo de alineamiento, se localiza la ventana *Toolspace*, dentro de la ficha *Proctor* se busca *Obras lineales* y la desplegamos. Aparece el corredor creado, con clic derecho desplegamos su menú

y escogemos la opción **Editor de secciones de obra lineal**, (Figura 40). Esta herramienta además de permitir la visualización, posibilita realizar ajustes de los parámetros del ensamblaje en cualquier abscisa del alineamiento.

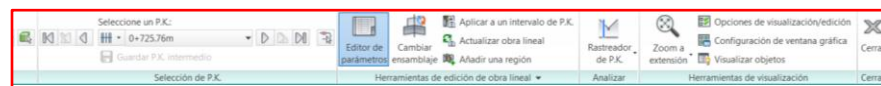
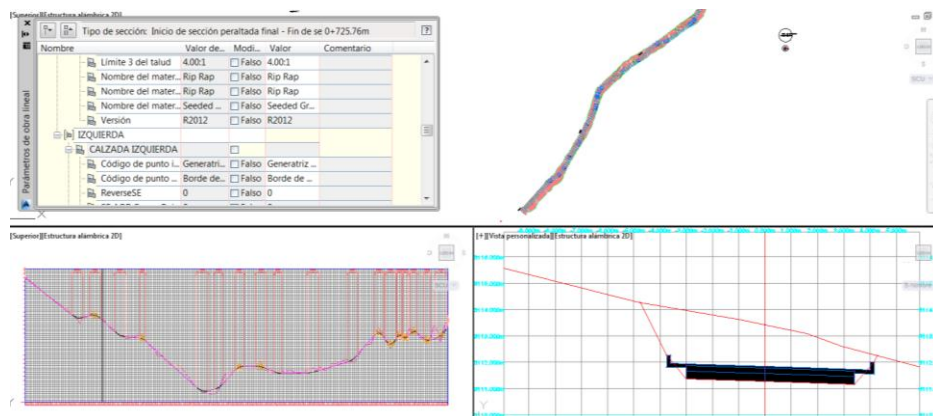


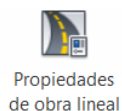
Figura 40 Presentación del editor de secciones



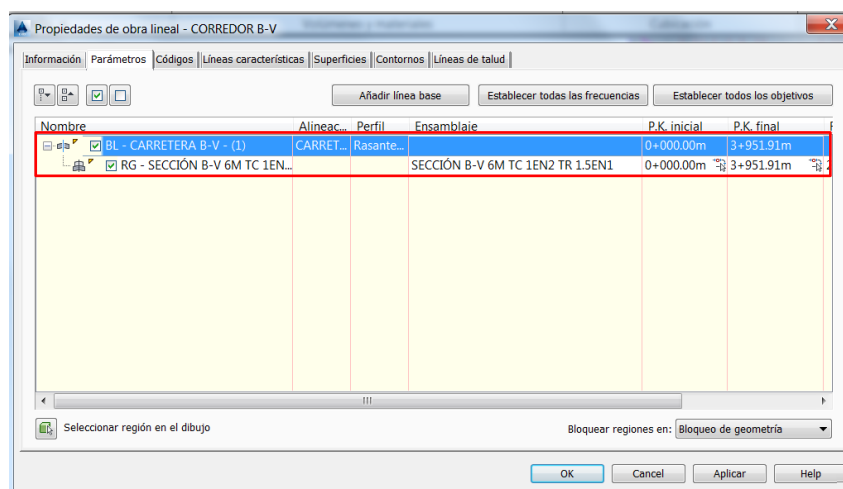
Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

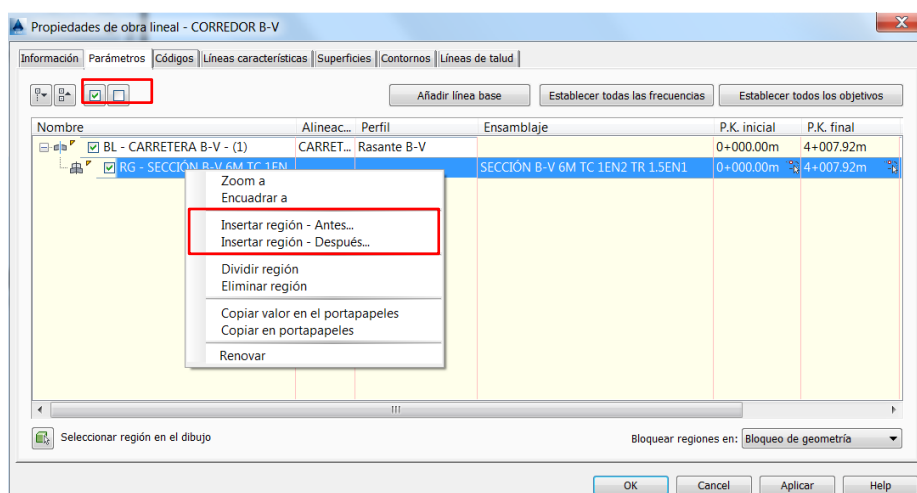
4.7.2.1 Gestión o edición de obras lineales



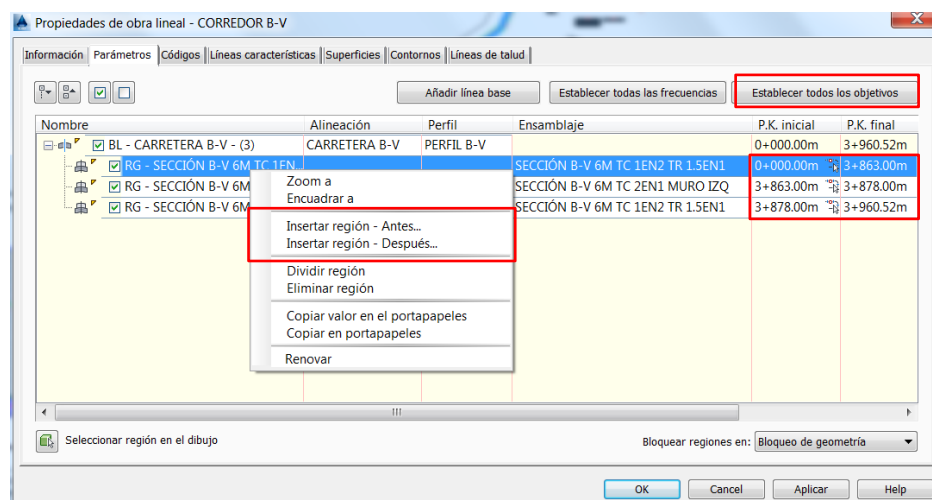
Al ingresar a las propiedades tenemos acceso a la una ventana que nos permite configurar y administrar los diferentes componentes de la obra lineal, desde aquí definiremos las características tridimensionales de la carretera asignando los ensamblajes necesarios y su ubicación dentro del corredor para modelar los elementos constructivos de la carretera.



Como ejemplo, se presenta el caso en el que es necesario incluir en un tramo de la carretera un muro de contención con la finalidad de evitar un excesivo talud de relleno entre la abscisa 3+863 y 3+878 (Figura 41.a). Para ello deberemos contar con tres regiones, en donde la sección con el muro de contención quedara intercalada entre dos secciones típicas. Nos ubicamos en la ficha *parámetros* localizamos el ensamblaje SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5EN1 y hacemos clic derecho sobre este, luego de lo cual se deberá elegir la instrucción *Insertar región*.



La región inicial está compuesta por el ensamblaje SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5EN1, para la intermedia se elige el ensamblaje que incluye el muro de contención SECCION B-V 6M TC 1 EN2 TR 1.5EN1 MURO IZQ y para la última región volvemos a elegir el ensamblaje SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5EN1. Los valores de P.K inicial y P.K final deben ser ingresados de tal manera que se ubique el muro en el tramo correcto (3+863 y 3+878).



Antes de aplicar los cambios se asignan los objetivos para las dos nuevas regiones insertadas, el resultado se puede apreciar en las Figuras 41.b y 41.c.

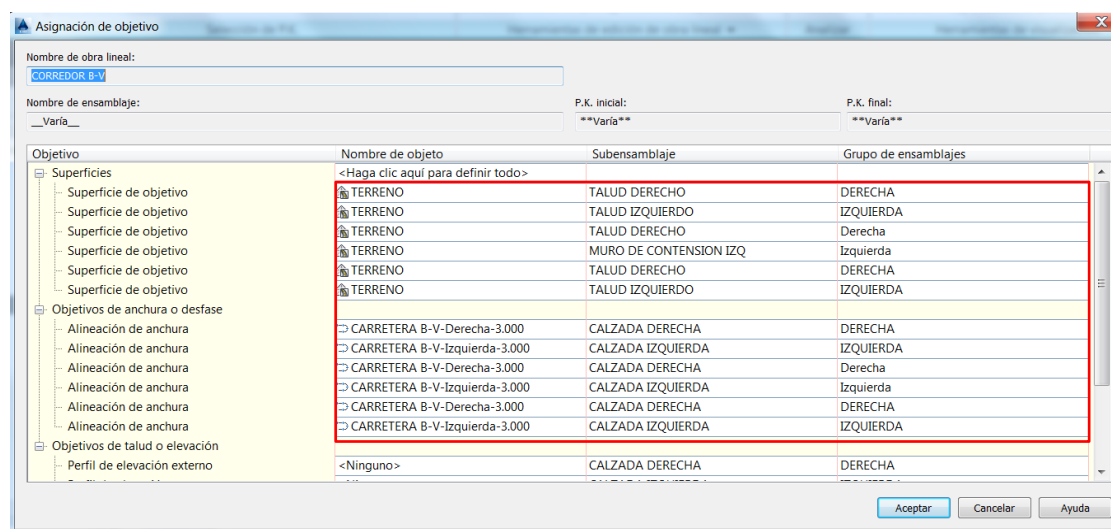
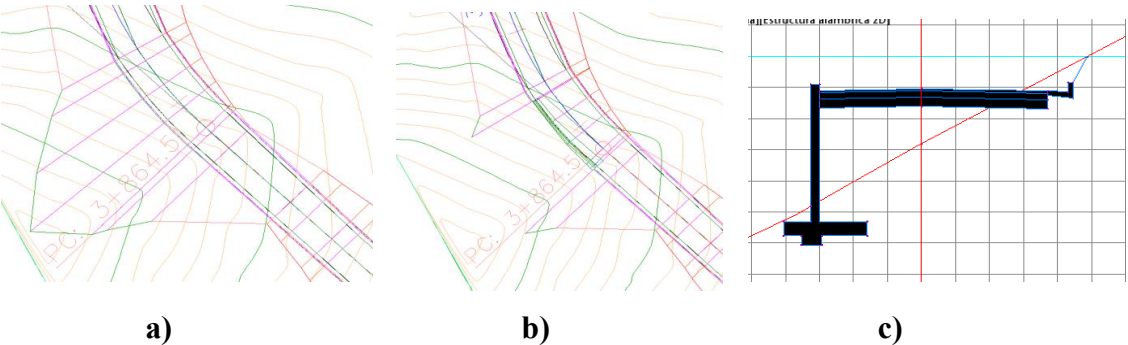
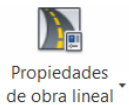


Figura 41 a) Corredor con talud de relleno, b) Corredor con muro de contención, c) Sección transversal de carretera con muro de contención



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

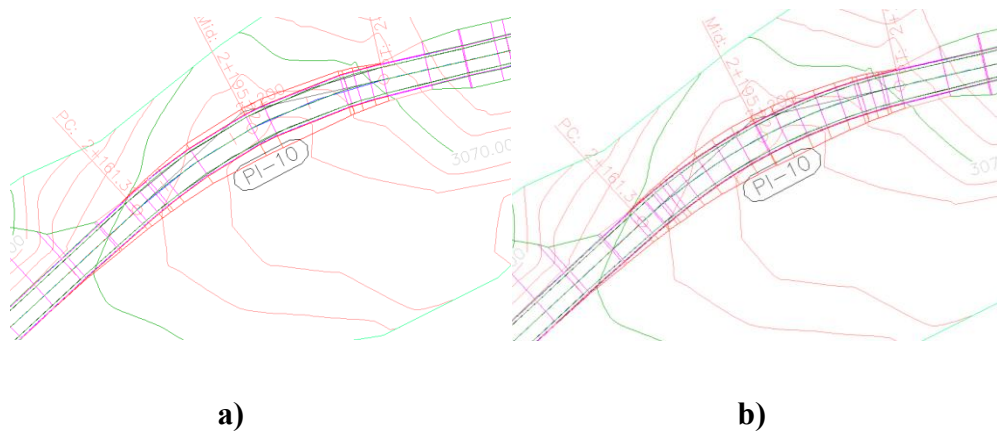
4.7.2.2 Visualización y edición de secciones de obra lineal



También mediante el acceso a las **Propiedades de obra lineal**, es posible realizar modificaciones en el apartado visual, con la finalidad de obtener una vista más detallada del corredor principalmente en las curvas, ingresamos en la opción *Establecer todas las frecuencias*. La ventana de frecuencias permite modificar los valores y el resultado de los cambios realizados se refleja en la visualización de la obra lineal (Figura 42.b).

Propiedad	Valor
General	
Nombre de obra lineal	CORREDOR B-V
Nombre de línea base	**Varía**
Inicio de intervalo actual	**Varía**
Fin de intervalo actual	**Varía**
Aplicar ensamble	
En tangentes	20.000m
En curvas	5.000m
En espirales	5.000m
En curvas de perfil	20.000m
En puntos de geometrí...	Sí
En puntos críticos de p...	Sí
En puntos de geometrí...	Sí
En puntos altos o bajos...	Sí
En puntos de geometrí...	Sí

Figura 42 a) Obra lineal con poco detalle, b) Obra lineal con más detalle

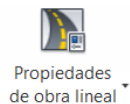


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014.

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

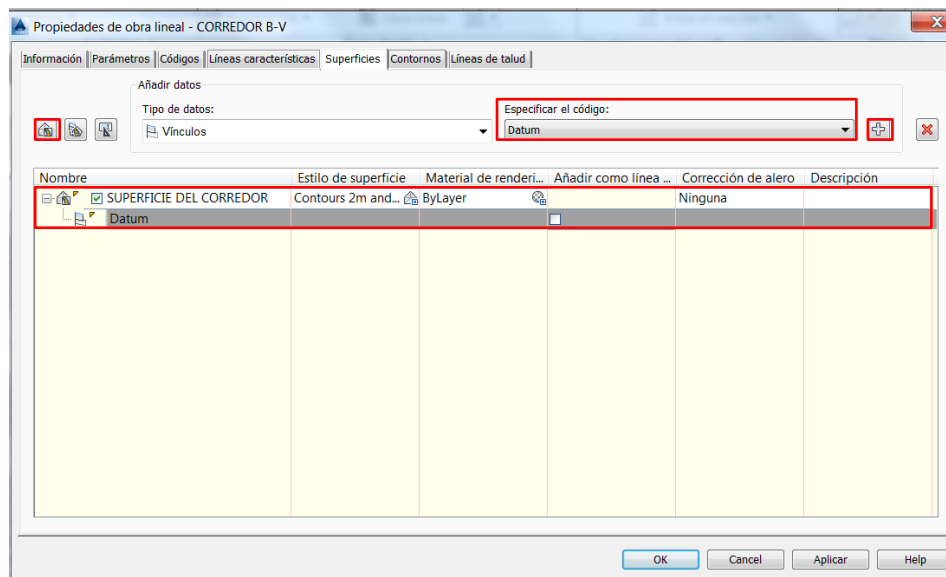
4.7.3 Secciones transversales

4.7.3.1 Configuración de las líneas de muestreo



Propiedades de obra lineal

Antes de configurar las líneas de muestreo, debemos crear la superficie del corredor de la carretera que ha sido finalmente definido en el diseño. Para lo cual se ingresa a las **Propiedades de obra lineal** y en la ficha *Superficies* usamos la instrucción *Crear una superficie de obra lineal*, a continuación en *Especificar el código* escogemos *Datum* y lo agregamos mediante el signo +.



Por otra parte, accedemos a la ficha *Contornos* para delimitar adecuadamente la superficie del corredor, desplegando el menú de la superficie creada, seleccionamos *Añadir automáticamente* y escogemos la opción *Daylight*. Realizando estos pasos se obtiene la superficie como se muestra en la *Figura 43.b*, en donde podemos apreciar las curvas de nivel creadas dentro del corredor.

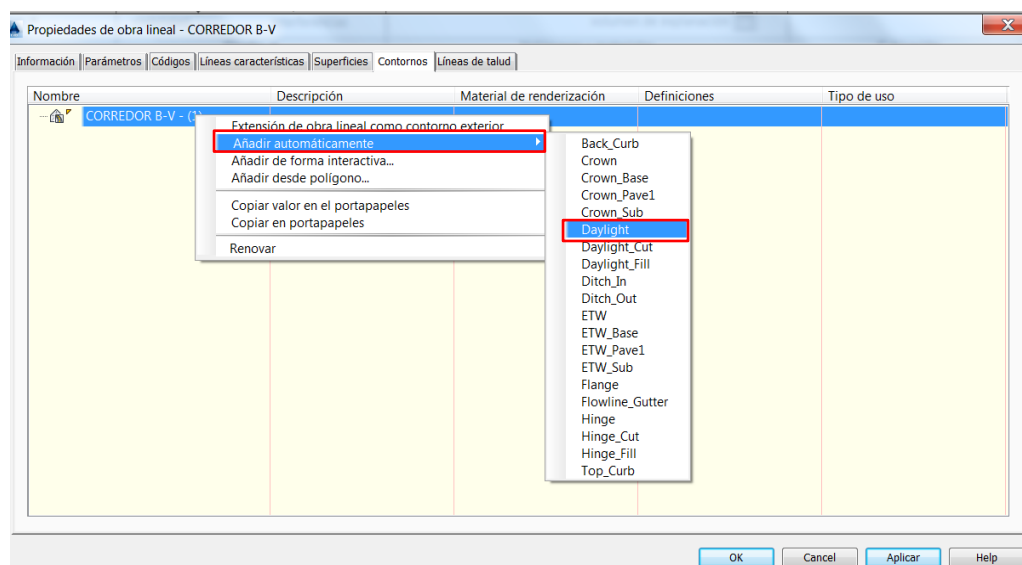
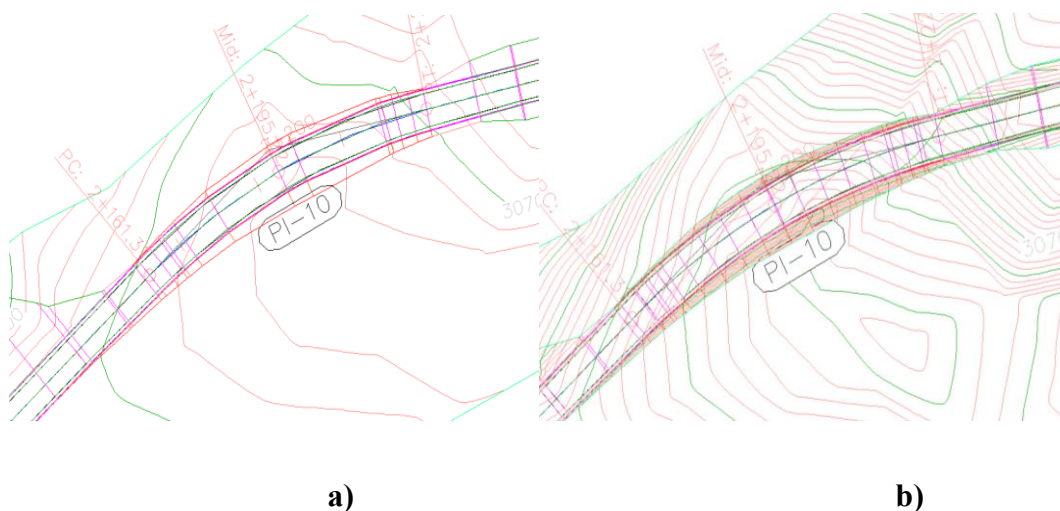
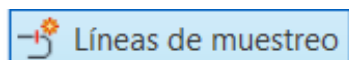


Figura 43 a) Corredor de la carretera, b) Superficie del corredor

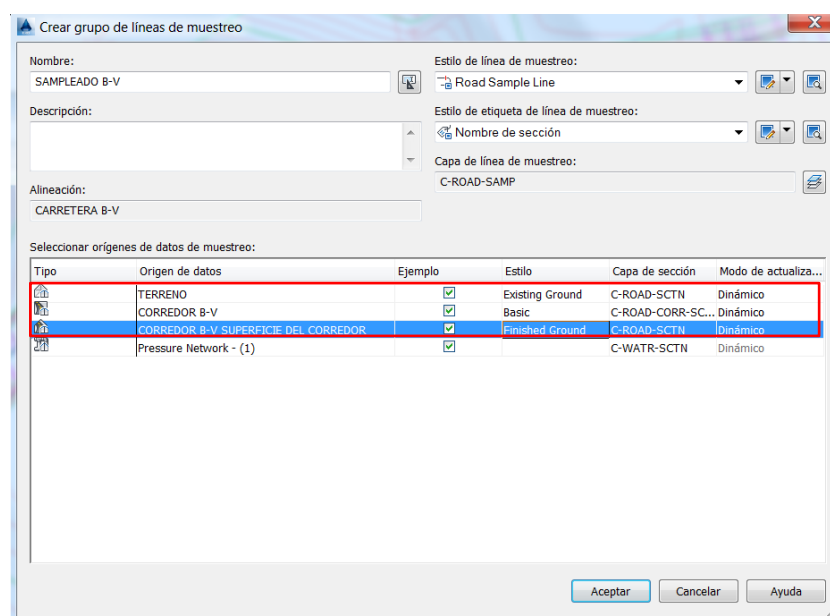
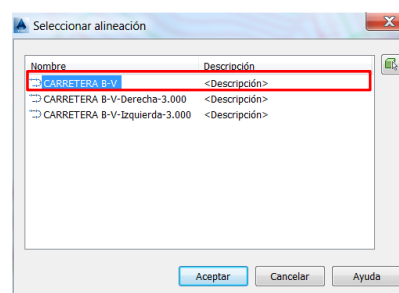


Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

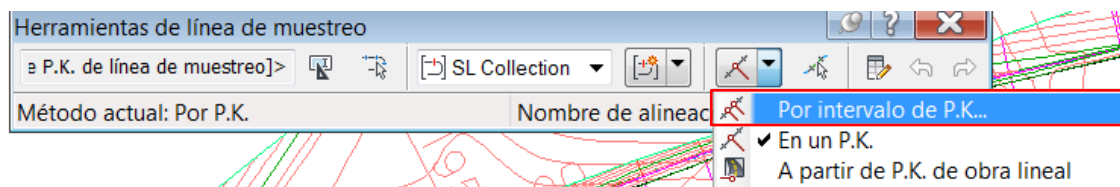
Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

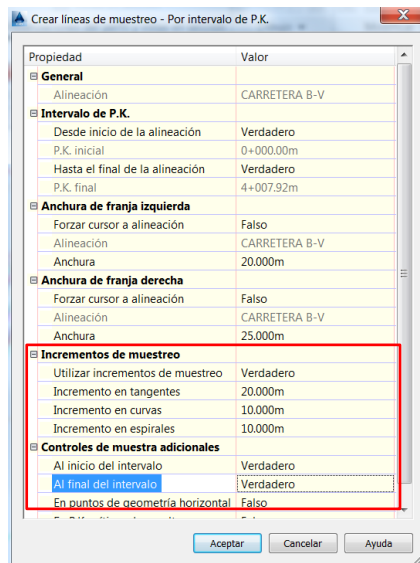


Con la superficie del corredor creada es factible usar el comando **Líneas de muestreo**, para indicar de dónde se obtendrán las secciones transversales. Elegimos el eje principal, aparece la ventana Crear grupo de líneas de muestreo en la que asignamos un nombre **SAMPLEADO B-V** y verificamos que esté presentes el corredor, la superficie del corredor y superficie del terreno.



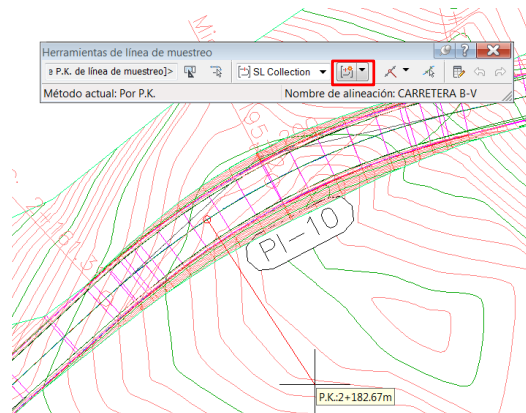
A continuación aparecerán las **Herramientas de línea de muestreo**, estas herramientas permiten marcar las estaciones del alineamiento. Con el objetivo de marcar las estaciones en intervalos de 20 metros en las tangentes y 10 metros en curvas utilizamos la opción *Por intervalo de P.K.*



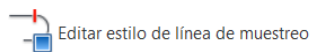


Accedemos a la ventana para definir el intervalo en donde se marcará cada estación tanto en curvas como en tangentes. Además, se puede modificar el ancho de la línea de muestreo e insertar puntos adicionales de muestreo.

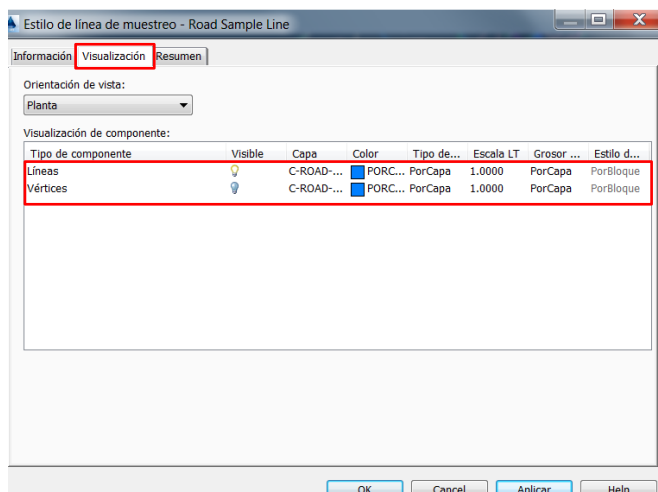
La opción *En un P.K.* se usa para marcar estaciones en cualquier punto de interés a lo largo del eje de la carretera.



4.7.3.2 Estilos y visualización de las líneas de muestreo

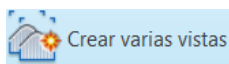


Para efectuar la modificación del color de las líneas de muestreo se usa el comando **Editar estilo de la líneas de muestreo** con lo cual tendremos acceso a la ventana *Estilo de línea de muestreo* y posteriormente a la ficha *visualización* en la cual asignamos el color de las líneas.



Las líneas de muestreo se presentan en el **anexo 4**.

4.7.3.3 Obtención de las secciones transversales



Para obtener las secciones transversales se utiliza la opción **Crear varias vistas**, podemos configurar fácilmente puesto que el parámetro más importantes que se deben establecer es el desfase a partir del eje central de la carretera. Se ha determinado un desfase de 25 metros a ambos lados. El resultado se aprecia en la *Figura 44*.

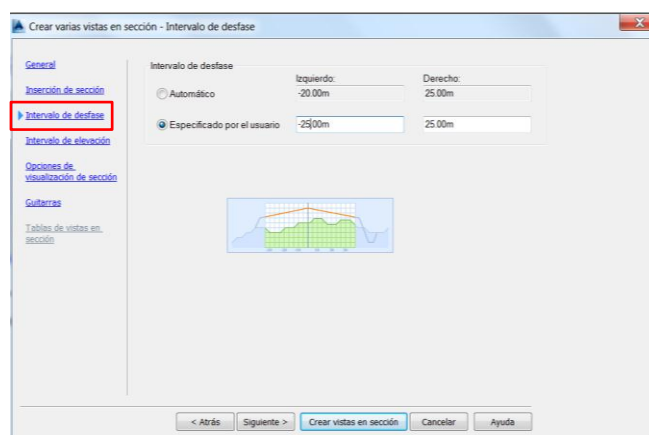
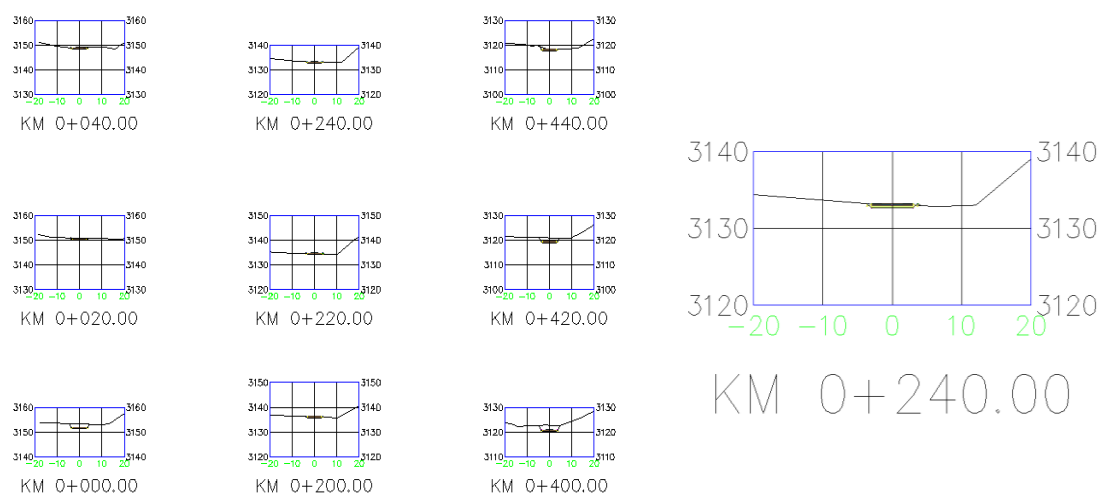


Figura 44 Presentación de las secciones transversales



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

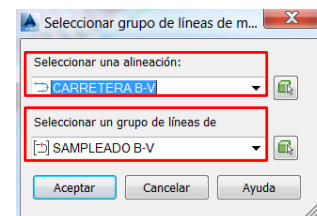
Todas las secciones de la carretera se incluyen en el **anexo 4**.

4.7.4 Análisis de materiales y de cantidades

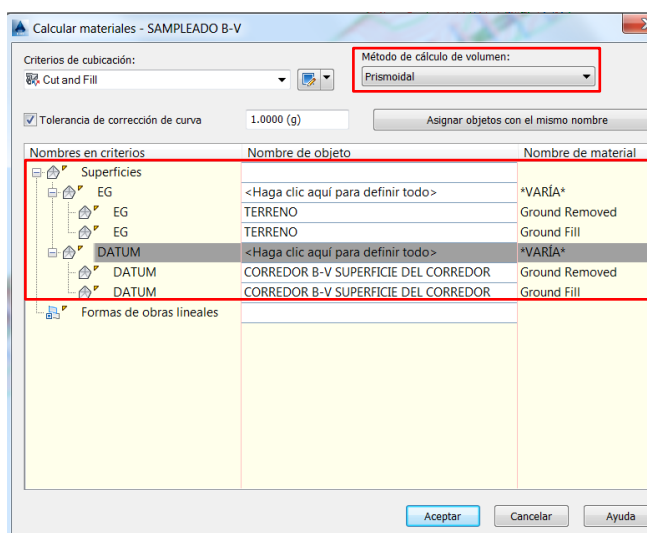


Las opciones para el cálculo de materiales e informes, están disponibles en la *Cinta de opciones* en la ficha *Analizar*, la instrucción **Calcular materiales**, permite definir los parámetros más importantes en el cómputo de cantidades.

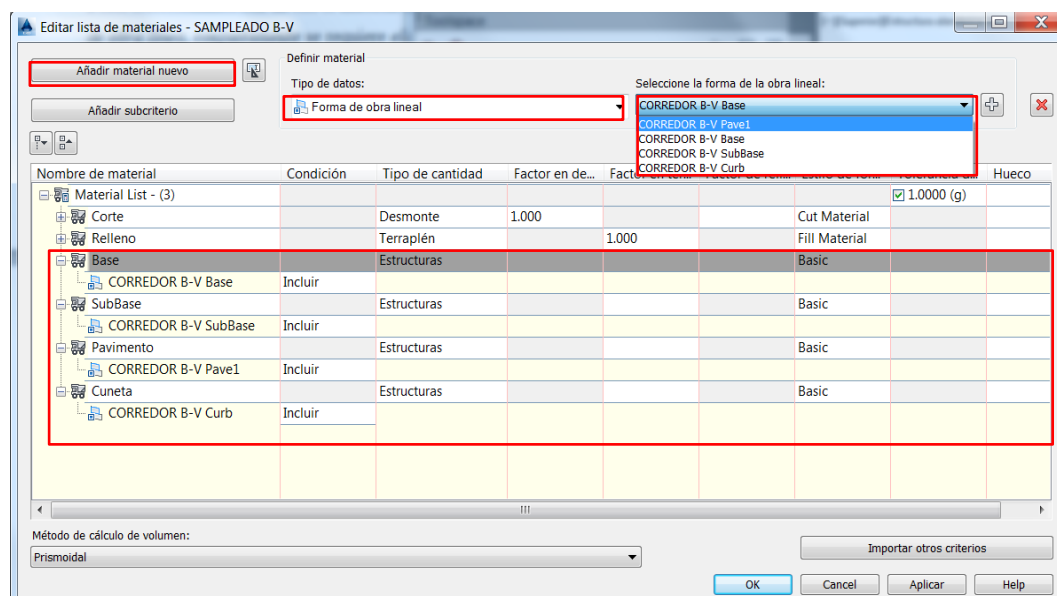
Seleccionamos la alineación y el sampleado creados anteriormente.



Después de haber realizado la actividad anterior, aparece una ventana para configurar el cálculo de materiales en la que tenemos que definir la superficie del terreno y la superficie del corredor. El método empleado para el cómputo de los volúmenes será el *Prismoidal*.



Ingresando nuevamente en **Calcular materiales** se abre una nueva ventana con el corte y el relleno formando parte de la lista de materiales. Procedemos a usar la opción *añadir material nuevo* para ingresar un nuevo ítem a la lista de materiales, definimos el *tipo de cantidad* como *estructura* posterior a esto seleccionamos con un clic el material añadido y en la opción tipo de datos se elige *formato de obra línea*, conjuntamente se requiere elegir la forma de la obra lineal y se agrega a la lista mediante el signo (+). Este procedimiento se realiza para todos elementos de la sección tipo, que se requiera computar sus volúmenes.





A continuación tenemos que obtener los reportes, para lo cual utilizaremos principalmente el comando de **Informe de volúmenes**, que entrega un informe en formato XLM. En la ventana *Presentar cubicaciones* se elige el alineamiento y el grupo de líneas de muestreo que forman parte del diseño de carretera.

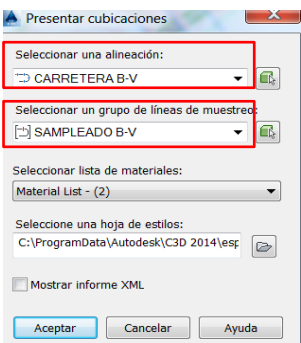


Figura 45 Reporte de volúmenes en formato XLM

Informe de volumen

Proyecto: C:\Users\fernando\appdata\local\temp\FINAL CON MURO Y SUPERFICIE Y SECCIONES Y CALCULO VOL_1_2_6947.svs

Alineación: CARRETERA B-V
Grupo de líneas de muestreo: SAMPLEADO B-V
P.K. inicial: 0+000.000
P.K. final: 4+007.923

P.K.	Área de desmonte (metros cuadrados)	Volumen de desmonte (metros cúbicos)	Volumen reutilizable (metros cúbicos)	Área de terraplén (metros cuadrados)	Volumen de terraplén (metros cúbicos)	Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)	Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)	Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)	Vol. neto acumul. (pies cúbicos)
0+000.000	18.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	11.31	293.54	293.54	0.00	0.00	293.54	293.54	0.00	293.54
0+040.000	9.22	205.02	205.02	0.00	0.00	498.56	498.56	0.00	498.56

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.



Otra opción usada para insertar una tabla con el informe de volúmenes en el área de dibujo es el de **Tabla de volúmenes totales**, en la ventana *Crear tabla de volúmenes totales* se elige el alineamiento de la carretera, el grupo de líneas que ya fueron creados y se configura la presentación de la tabla.

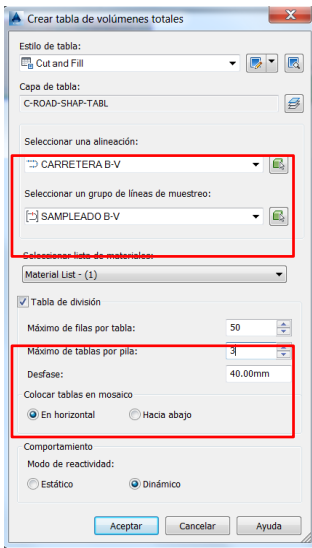
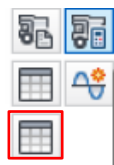


Figura 46 Cuadro de volúmenes totales

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	0.00	18.32	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	11.31	0.00	293.54	0.00	293.54
0+040.00	0.00	9.22	0.00	205.02	0.00	498.56
0+060.00	0.00	10.90	0.00	200.96	0.00	699.52
0+080.00	0.00	12.56	0.00	234.34	0.00	933.86
0+100.00	0.00	11.16	0.00	237.06	0.00	1170.92
0+120.00	0.00	11.53	0.00	226.88	0.00	1397.80
0+140.00	0.00	10.05	0.00	215.63	0.00	1613.42
0+160.00	0.00	9.93	0.00	199.85	0.00	1813.27
0+180.00	0.00	8.38	0.00	182.86	0.00	1996.13
0+200.00	0.02	5.74	0.11	140.32	0.11	2136.45
0+220.00	0.06	4.72	0.68	104.38	0.79	2240.83

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.



Teniendo los materiales de la sección tipo creados podemos usar la opción **Tabla de volúmenes de material**, permitiéndonos seleccionar el material del que se desea introducir su tabla de volúmenes dentro del área de dibujo.

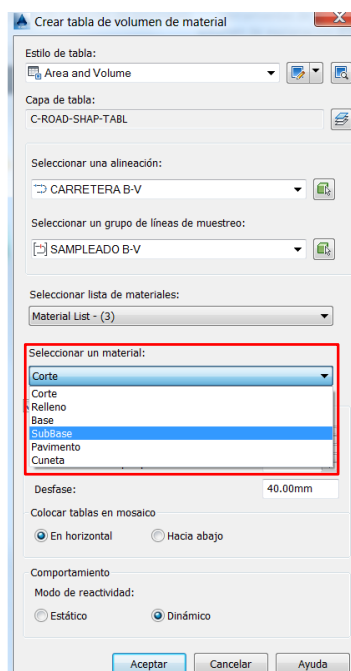


Figura 47 Cuadro de volúmenes de material

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+000.00	0.21	0.00	0.00
0+020.00	0.21	4.11	4.11
0+040.00	0.21	4.11	8.23
0+060.00	0.21	4.11	12.34
0+080.00	0.21	4.11	16.45
0+100.00	0.21	4.11	20.56
0+120.00	0.21	4.11	24.68
0+140.00	0.21	4.11	28.79
0+160.00	0.21	4.11	32.90
0+180.00	0.21	4.11	37.02

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

Otra manera de obtener reportes es por medio de la opción **Report manager** contenida en la ficha *Caja de herramientas* del *Toolspace*. El procedimiento es simple ya que solo debemos hacer doble clic sobre el tipo de informe que se requiere luego de lo cual aparecerá una ventana de configuración que de ser necesario se procede a modificar algún parámetro y posteriormente se exporta el informe en formato XML.

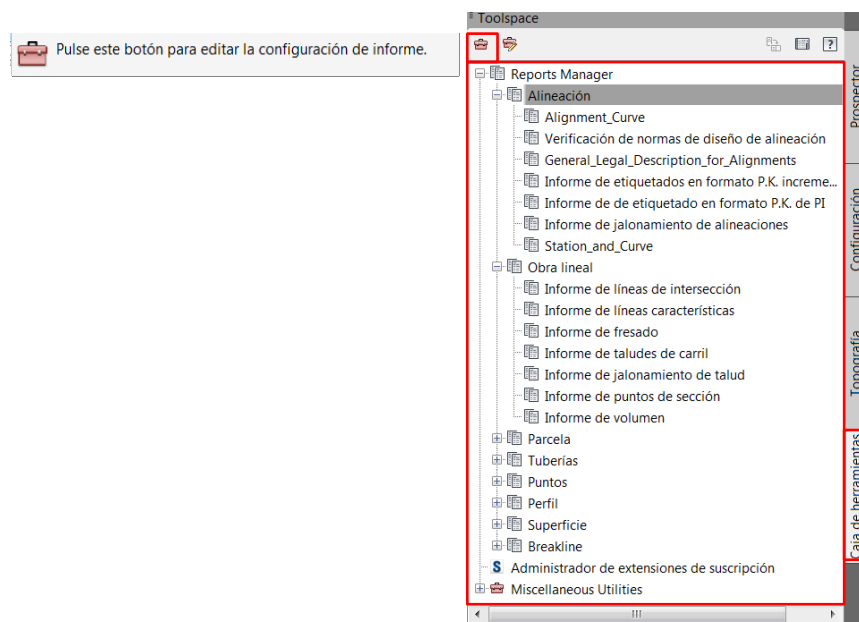


Figura 48 Reporte del alineamiento horizontal en formato XML

Alignment: CARRETERA_B-V

Description:

Tangent Data			
Description	PT Station	Northing	Easting
Start:	0+00.000	487396.423	401410.547
End:	3+71.432	487672.395	401659.145

Tangent Data			
Parameter	Value	Parameter	Value
Length:	371.432	Course:	N 42° 00' 46.1162" E

Curve Point Data			
Description	Station	Northing	Easting
PC:	3+71.432	487672.395	401659.145
RP:		487471.605	401882.044
PT:	4+49.649	487723.067	401718.438

Circular Curve Data			
Parameter	Value	Parameter	Value
Delta:	14° 56' 18.2286"	Type:	RIGHT
Radius:	300.000		
Length:	78.217	Tangent:	39.332
Mid-Ord:	2.546	External:	2.567
Chord:	77.996	Course:	N 49° 28' 55.2305" E

Fuente: AutoCAD Civil 3D 2014

Elaborado por: Blandín, Fernando. 2014.

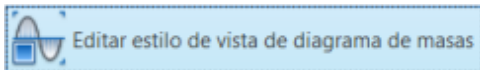
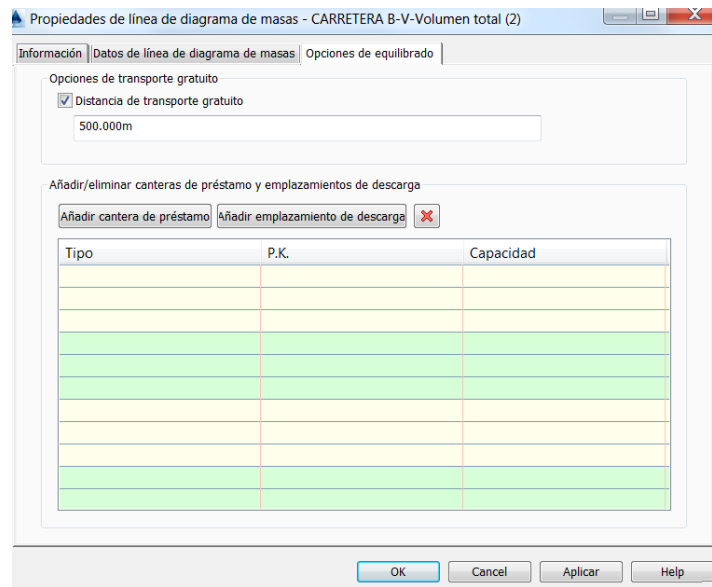
Los reportes del proyecto generados se detallan en el **anexo 1**.

4.7.4.1 Diagrama de masas



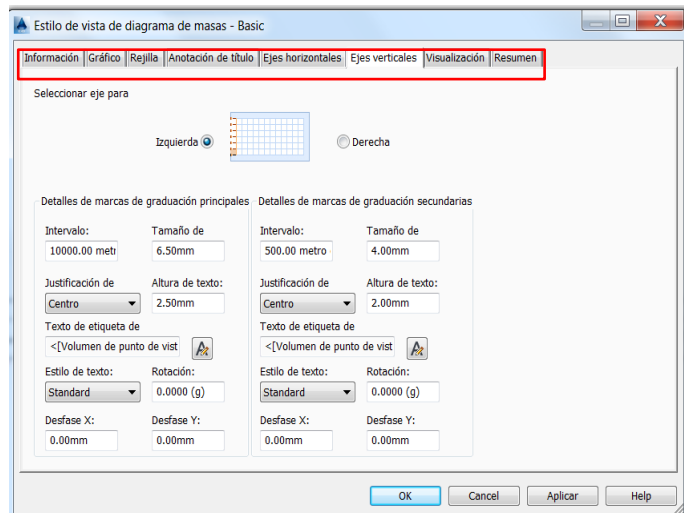
La opción **Diagrama de masas** facilita la inclusión en el diseño de este reporte de manera sencilla, en la ventana *Crear diagrama de masas* se debe seleccionar la alineación y el grupo de líneas de muestreo que hemos creado. También se define un nombre para el diagrama en este caso **DIAGRAMA DE MASAS B-V** y se configuran las opciones de visualización.

Se accede a la ficha Opciones de equilibrado en donde se ha definido una distancia de transporte gratuito de 500m.

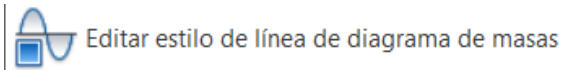


Por medio de la instrucción **Editar estilo de vista de diagrama de masas** se realiza la configuración de la parte visual del diagrama, para lo cual se presenta una ventana con varias fichas en las cuales accederemos para modificar esencialmente la ubicación y el tamaño del texto para las etiquetas del diagrama.

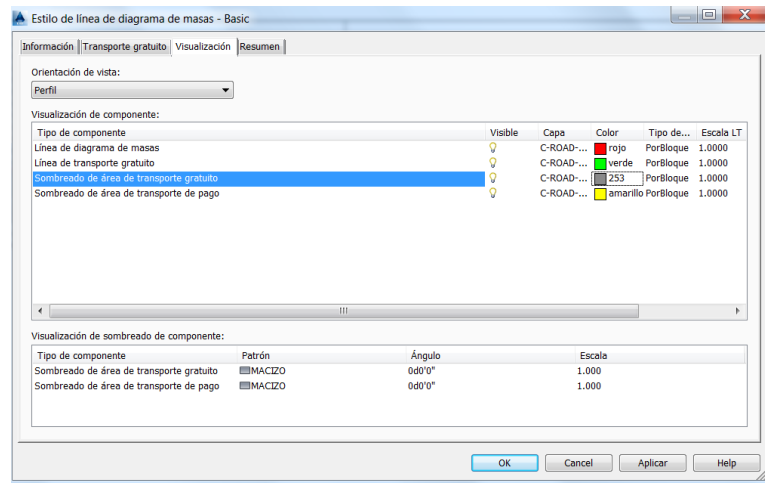
Accediendo a la ficha *Gráfico* se procede a introducir el valor de 0.01 para la deformación vertical.



En la opción **Editar estilo de línea de diagrama de masas** se configura la presentación



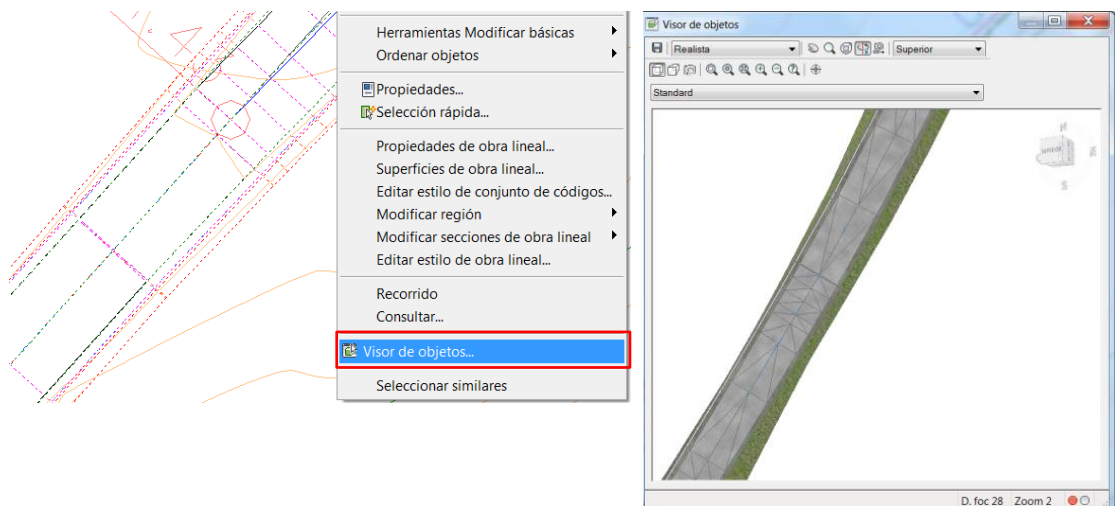
del sombreado del transporte gratuito y del transporte de pago.



El diagrama de masas se presenta en el **anexo 4**.

4.7.5 Vista Tridimensional de elementos

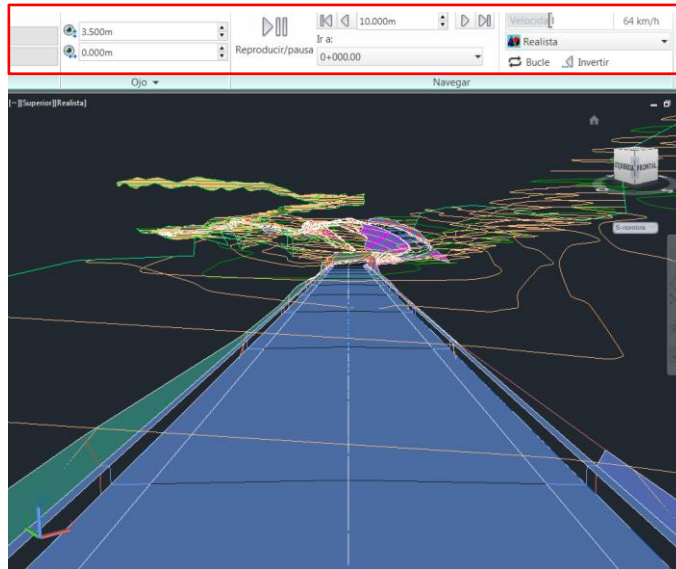
Se usa la opción **Visor de objetos** para ingresar a una ventana de visualización donde se genera el modelo tridimensional de cualquier objeto creado en el área de dibujo, por lo que nos servirá para apreciar de mejor manera los detalles del corredor de la carretera que ha sido creado.





Recorrido

También es factible usar la instrucción **Recorrido** la cual simula un modelo tridimensional desde la perspectiva de un vehículo en movimiento a lo largo de la carretera diseñada. Cuenta con varias opciones que son configurables para modificar la visualización en donde definimos la velocidad de 35km/h y la altura de la vista del conductor en 1.5m.



4.7.6 Presentación final del proyecto

Con el diseño de la carretera finalizado se procede a la creación de los planos de impresión, en un formato de lámina A0. En los cuales se incluirá el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y datos relevantes del diseño geométrico. También se incluirá los planos de las secciones transversales.

Nota: La escala de impresión elegida es de 1:1000.

CAPÍTULO V

PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES

5.1 Análisis de precios unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 31

RUBRO: Excavación a máquina con retroexcavadora material sin clasificar 0 - 2m UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Retroexcavadora	1	30	30	0.033	0.99	
SUBTOTAL M					0.99	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Peón	1	2.78	2.78	0.033	0.09	
Ayudante de operador	1	3.02	3.02	0.033	0.1	
Operador de Retroexcavadora	1	3.02	3.02	0.033	0.1	
SUBTOTAL N					0.29	
MATERIALES						
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0	
TRANSPORTE						
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.28
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %				0.26
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %				0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.54
		VALOR OFERTADO				1.54

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 31

RUBRO: Replanteo y Nivelación de Vías

UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Estación Total k (Incluye 2 Prismas + Bastón + Trípode)	1	2.67	2.67	0.1	0.27
SUBTOTAL M					0.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	2.82	2.82	0.1	0.28
Peón	1	2.78	2.78	0.1	0.28
Topógrafo 1: experiencia de hasta 5 años	1	3.02	3.02	0.1	0.3
SUBTOTAL N					0.86
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Clavos Multiuso Sin Cabeza (1" A 2")	kg	0.05	2.48	0.12	
Tira Eucalipto 4x5 Cm - 3 M	u	0.15	0.93	0.14	
SUBTOTAL O					0.26
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1.39
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			0.28
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.67
		VALOR OFERTADO			1.67

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 31

RUBRO: Excavación a máquina con retroexcavadora material de alta consolidación 0- 2m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	30	30	0.065	1.95
SUBTOTAL M					1.95
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Ayudante de operador	1	3.02	3.02	0.065	0.2
Operador de Retroexcavadora	1	3.02	3.02	0.065	0.2
SUBTOTAL N					0.4
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			2.35
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			0.47
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			2.82
		VALOR OFERTADO			2.82

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 31

RUBRO: Excavación a máquina con retroexcavadora, material roca

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Compresor 185 CFM, 165 HP	1	23.79	23.79	0.32	7.61
Retroexcavadora JCB 214	1	36.78	36.78	0.32	11.77
SUBTOTAL M					19.38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	2.78	5.56	0.32	1.78
Ayudante de operador	1	3.02	3.02	0.32	0.97
Operador de Retroexcavadora	1	3.02	3.02	0.32	0.97
Operador de compresor	1	3.02	3.02	0.32	0.97
SUBTOTAL N					4.69
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Mecha		m	4	0.48	1.92
Dinamita		taco	4	0.6	2.4
Fulminante		u	6	0.4	2.4
SUBTOTAL O					6.72
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			30.79
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			6.16
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			36.95
		VALOR OFERTADO			36.95

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 31

RUBRO: Excavación Manual en material sin clasificar 0- 2m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	2.50 %MO	0.17			0.17
SUBTOTAL M					0.17
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	2.78	2.78	2.5	6.95
SUBTOTAL N					6.95
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					7.12
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					1.42
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					8.54
					VALOR OFERTADO
					8.54

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 31

RUBRO: Excavación Manual en material alta consolidación 0- 2m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	3.50 %MO	0.34			0.34
SUBTOTAL M					0.34
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	2.78	2.78	3.5	9.73
SUBTOTAL N					9.73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					10.07
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					2.01
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					12.08
					VALOR OFERTADO
					12.08

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 31

RUBRO: Entibado continuo

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor de carpintería	1	0.25	0.25	0.5	0.13
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	2.82	2.82	0.5	1.41
Peón	1	2.78	2.78	0.5	1.39
Inspector de Obra	1	3.06	3.06	0.5	1.53
SUBTOTAL N					4.33
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Clavos Multiuso Sin Cabeza (1" A 2")	kg	0.25	2.48	0.62	
Pingos de eucalipto	m	1	0.8	0.8	
Tira Eucalipto 4x5 Cm - 3 M	u	1	0.93	0.93	
Tablones	u	1.6	1.6	2.56	
SUBTOTAL O					4.91
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					9.37
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					1.87
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					11.24
					VALOR OFERTADO
					11.24

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 8 de 31

RUBRO: Entibado discontinuo

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor de carpintería	1	0.25	0.25	0.25	0.06
SUBTOTAL M					0.06
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	2.82	2.82	0.25	0.71
Peón	1	2.78	2.78	0.25	0.7
Inspector de Obra	1	3.06	3.06	0.25	0.77
SUBTOTAL N					2.18
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Clavos Multiuso Sin Cabeza (1" A 2")	kg	0.25	2.48	0.62	
Pingos de eucalipto	m	1	0.8	0.8	
Tira Eucalipto 4x5 Cm - 3 M	u	1	0.93	0.93	
Tablones	u	0.8	1.6	1.28	
SUBTOTAL O					3.63
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			5.87
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			1.17
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			7.04
		VALOR OFERTADO			7.04

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 9 de 31

RUBRO: Suministro e instalación de tubería de acero corrugado (D=900mm, e=2mm)

UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.29			0.29
Excavadora 340LC, 247 HP	1	41.2	41.2	0.3	12.36
SUBTOTAL M					12.65
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	2	2.82	5.64	0.25	1.41
Peón	5	2.78	13.9	0.25	3.48
Fierrero	0.2	2.82	0.56	1	0.56
Inspector de Obra	0.1	3.06	0.31	1	0.31
SUBTOTAL N					5.76
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Asfalto	gl	2	2.5	5	
Tubería de acero corrugado D=900	m	1	200	200	
SUBTOTAL O					205
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de materiales	tn/km	1	0.37	12.95	
SUBTOTAL P					236.36
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					236.36
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					47.272
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					283.632
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					283.632

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 10 de 31

RUBRO: Subrasante conformación y compactación con equipo pesado

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2	0.4	0.8	0.012	0.01
Rodillo Vibratorio	1	35	35	0.012	0.42
Motoniveladora	1	45	45	0.012	0.54
SUBTOTAL M					0.97
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Inspector de Obra	1	3.06	3.06	0.012	0.04
Operador de Rodillo autopropulsado	1	3.02	3.02	0.012	0.04
Ayudante de operador	2	3.02	6.04	0.012	0.07
Operador de motoniveladora	1	3.02	3.02	0.012	0.04
SUBTOTAL N					0.19
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1.16
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			0.23
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.39
		VALOR OFERTADO			1.39

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 11 de 31

RUBRO: Sub - base Granular clase I - conformación y compactación con equipo pesado

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2	0.4	0.8	0.045	0.04
Rodillo Vibratorio	1	35	35	0.045	1.58
Motoniveladora	1	45	45	0.045	2.03
Tanquero de agua	1	25	25	0.045	1.13
SUBTOTAL M					4.78
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Inspector de Obra	1	3.06	3.06	0.045	0.14
Operador de rodillo neumático	1	3.02	3.02	0.045	0.14
Ayudante de operador	2	3.02	6.04	0.045	0.27
Chofer profesional (Estrc.Oc.C1)	1	4.16	4.16	0.045	0.19
Operador de motoniveladora	1	3.02	3.02	0.045	0.14
SUBTOTAL N					0.88
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Sub-base Clase I		m3	1.25	12	15
SUBTOTAL O					15
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
Transporte de sub-base		Km/m3	8	0.22	1.76
SUBTOTAL P					1.76
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			22.42
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			4.48
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			26.9
		VALOR OFERTADO			26.9

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 12 de 31

RUBRO: Base Granular clase I - tipo A conformación y compactación con equipo pesado

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	2	0.4	0.8	0.045	0.04
Rodillo Vibratorio	1	35	35	0.045	1.58
Motoniveladora	1	45	45	0.045	2.03
Tanquero de agua	1	25	25	0.045	1.13
SUBTOTAL M					4.78
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Inspector de Obra	1	3.06	3.06	0.045	0.14
Operador de rodillo neumático	1	3.02	3.02	0.045	0.14
Ayudante de operador	2	3.02	6.04	0.045	0.27
Chofer profesional (Estrc.Oc.C1)	1	4.16	4.16	0.045	0.19
Operador de motoniveladora	1	3.02	3.02	0.045	0.14
SUBTOTAL N					0.88
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Base clase I - Tipo A	m3	1.25	14	17.5	
SUBTOTAL O					17.5
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de base	m3/Km	8	0.22	1.76	
SUBTOTAL P					1.76
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			24.92
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			4.98
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			29.9
		VALOR OFERTADO			29.9

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 13 de 31

RUBRO: Imprimación asfáltica con barrido mecánico

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Tanquero distribuidor de asfalto	1	35	35	0.0085	0.3
Escoba mecánica	1	20	20	0.0085	0.17
SUBTOTAL M					0.47
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	4	2.78	11.12	0.0085	0.09
Operador de Distribuidor de asfalto	1	3.02	3.02	0.0085	0.03
Operador de barredora autopropulsada	1	3.02	3.02	0.0085	0.03
SUBTOTAL N					0.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Diesel	gl	0.0792	1.05	0.08	
Asfalto RC	lt	0.24	0.4	0.1	
SUBTOTAL O					0.18
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.8
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					0.16
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.96
VALOR OFERTADO					0.96

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 14 de 31

RUBRO: Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cargadora	1	45	45	0.004	0.18
Equipo menor	1	1	1	0.004	0
Rodillo Vibratorio	1	35	35	0.004	0.14
Rodillo Neumático	1	35	35	0.004	0.14
Planta asfáltica	1	134	134	0.004	0.54
Terminadora de asfalto	1	70	70	0.004	0.28
SUBTOTAL M					1.28
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	8	2.78	22.24	0.004	0.09
Operador Cargadora Frontal	1	3.02	3.02	0.004	0.01
Inspector de Obra	1	3.06	3.06	0.004	0.01
Operador de rodillo neumático	1	3.02	3.02	0.004	0.01
Operador de Rodillo autopropulsado	1	3.02	3.02	0.004	0.01
Operador responsable de planta asfáltica	1	3.02	3.02	0.004	0.01
Operador de Terminadora de Asfalto	1	3.02	3.02	0.004	0.01
SUBTOTAL N					0.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Diesel	gl	2.16	1.05	2.27	
Aditivo para asfalto	Kg	0.03	5.79	0.17	
Asfalto AP3	lt	12	0.35	4.2	
Material triturado 3/4	m3	0.03	13	0.39	
Material 3/8	m3	0.045	13	0.59	
Polvo de trituración	m3	0.045	13	0.59	
SUBTOTAL O					8.21
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de mezcla asfáltica	m3/km	0.9	0.2	0.18	
SUBTOTAL P					0.18
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %					1.96
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.78
VALOR OFERTADO					11.78

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 15 de 31

RUBRO: Cuneta y bordillo incorporado de 10x40cm de hormigón simple f'c=210 kg/cm2

UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.14			0.14
SUBTOTAL M					0.14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro de obra	1	3.02	3.02	0.33	1
Albañil	1	2.82	2.82	0.33	0.93
Peón	1	2.78	2.78	0.33	0.92
SUBTOTAL N					2.85
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Encofrado metálico para vías		ml	1	1.75	1.75
Hormigón Simple f'c=210Kg/cm2		m3	0.075	109.88	8.24
SUBTOTAL O					9.99
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			12.98
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			2.6
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			15.58
		VALOR OFERTADO			15.58

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 16 de 31

RUBRO: Hormigón Simple f'c=210Kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1.00 %MO	0.23			0.23
Concretera de un Saco	1	3	3	1	3
SUBTOTAL M					3.23
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Maestro de obra	1	3.02	3.02	1	3.02
Albañil	2	2.82	5.64	1	5.64
Peón	5	2.78	13.9	1	13.9
SUBTOTAL N					22.56
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena	m3	0.8	20	16	
Agua	m3	0.15	0.83	0.12	
Grava puesta en obra	m3	0.75	20	15	
Cemento	saco	7	7	49	
SUBTOTAL O					80.12
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de materiales	m3/Km	20	0.2	4	
SUBTOTAL P					4
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					109.91
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					21.98
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					131.89
					VALOR OFERTADO
					131.89

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 17 de 31

RUBRO: Cargado de Material a mano

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	6	2.78	16.68	0.2	3.34
SUBTOTAL N					3.34
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					3.34
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					0.67
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					4.01
					VALOR OFERTADO
					4.01

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 18 de 31

RUBRO: Cargado de Material a maquina

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cargadora	1	45	45	0.025	1.13
SUBTOTAL M					1.13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Engrasador o Abastecedor	1	2.82	2.82	0.025	0.07
Operador Cargadora Frontal	1	3.02	3.02	0.025	0.08
SUBTOTAL N					0.15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					1.28
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					0.26
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					1.54
					VALOR OFERTADO
					1.54

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 19 de 31

RUBRO: Transporte de materiales hasta 6 km

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta 8 m3	1	32	32	0.045	1.44
SUBTOTAL M					1.44
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Chofer Volqueta	1	4.16	4.16	0.045	0.19
SUBTOTAL N					0.19
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1.63
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			0.33
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.96
		VALOR OFERTADO			1.96

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 20 de 31

RUBRO: Sobre acarreo de materiales para desalojo lugar determinado por el Fiscalizador
Distancia > 6 Km

UNIDAD: m3/Km

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta 8 m3	1	32	32	0.008	0.26
SUBTOTAL M					0.26
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Chofer Volqueta	1	4.16	4.16	0.0008	0
SUBTOTAL N					0
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0.26
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			0.05
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			0.31
		VALOR OFERTADO			0.31

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 21 de 31

RUBRO: Letrero de Información del Proyecto

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1	1	1	0.7	0.7
SUBTOTAL M					0.7
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	2.82	2.82	0.7	1.97
Peón	2	2.78	5.56	0.7	3.89
SUBTOTAL N					5.86
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Hormigón(letreros 2.40*1.20)		m3	1	112	112
Letrero informativo de proyecto		u	1	220	220
SUBTOTAL O					332
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			338.56
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			67.71
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			406.27
		VALOR OFERTADO			406.27

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 22 de 31

RUBRO: Pintura marcas de pavimento 1 franja

UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Franjeadora	1	2	2	0.0453	0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Chofer Licencia Tipo E	1	4.16	4.16	0.0453	0.19
Inspector de Obra	0.1	3.06	0.31	0.0453	0.01
Ayudante de operador	2	3.02	6.04	0.0453	0.27
SUBTOTAL N					0.47
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Pintura de pavimento		gl	0.01	25	0.25
Diluyente		gl	0.002	15	0.03
SUBTOTAL O					0.28
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0.84
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			0.17
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.01
		VALOR OFERTADO			1.01

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 23 de 31

RUBRO: Guarda caminos (doble viga)

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	2.82	2.82	1	2.82
Peón	2	2.78	5.56	1	5.56
SUBTOTAL N					8.38
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón F'c=180kg/m3	m3	0.15	120	18	
Guarda caminos	u	1	45.54	45.54	
SUBTOTAL O					63.54
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					71.92
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					14.38
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					86.3
					VALOR OFERTADO
					86.3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 24 de 31

RUBRO: Señalización vertical (velocidad máxima) de 0.6m x 0.6m

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0.4	0.4	1	0.4
SUBTOTAL M					0.4
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	2.78	2.78	1	2.78
SUBTOTAL N					2.78
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Letrero de velocidad máxima señalización vertical		u	1	91.5	91.5
SUBTOTAL O					91.5
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			94.68
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			18.94
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			113.62
		VALOR OFERTADO			113.62

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 25 de 31

RUBRO: Parante con base de hormigón, 20 usos

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0.4	0.4	0.22	0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	2.82	2.82	0.22	0.62
Peón	2	2.78	5.56	0.22	1.22
SUBTOTAL N					1.84
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Hormigón F´c=180kg/m3		m3	0.01	120	1.2
Varilla de 10mm x 12 m		u	0.001	7.25	0.01
SUBTOTAL O					1.21
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			3.14
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			0.63
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			3.77
		VALOR OFERTADO			3.77

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 26 de 31

RUBRO: Valla de madera para advertencia de sitio de obra

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0.4	0.4	0.5	0.2
SUBTOTAL M					0.2
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	2.82	2.82	0.5	1.41
Peón	1	2.78	2.78	0.5	1.39
SUBTOTAL N					2.8
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Valla de advertencia	u	1	15	15	
SUBTOTAL O					15
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					18
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					3.6
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					21.6
					VALOR OFERTADO
					21.6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 27 de 31

RUBRO: Valla de advertencia de obras y desvió

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1	1	1	0.4	0.4
SUBTOTAL M					0.4
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil	1	2.82	2.82	0.4	1.13
Peón	1	2.78	2.78	0.4	1.11
SUBTOTAL N					2.24
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo
Valla de advertencia		u	1	15	15
SUBTOTAL O					15
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			17.64
		INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %			3.53
		OTROS INDIRECTOS: 0.00 %			0
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			21.17
		VALOR OFERTADO			21.17

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 28 de 31

RUBRO: Señalización con cinta

UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1	1	1	0.014	0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	2.78	2.78	0.014	0.04
SUBTOTAL N					0.04
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cinta plástica	m	1	0.1	0.1	
SUBTOTAL O					0.1
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					0.15
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					0.03
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					0.18
					VALOR OFERTADO
					0.18

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 29 de 31

RUBRO: Bacheo asfáltico común

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.05			0.05
Volqueta 8 m3	1	32	32	0.07	2.24
Rodillo Neumático	1	35	35	0.07	2.45
Cargadora - martillo hidráulico (bob cat)	1	20	20	0.07	1.4
SUBTOTAL M					6.14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Chofer Volqueta	1	4.16	4.16	0.07	0.29
Operador de equipo liviano	1	2.82	2.82	0.07	0.2
Operador de rodillo neumático	2	3.02	6.04	0.07	0.42
SUBTOTAL N					0.91
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón asfáltico	m3	1.25	70	87.5	
SUBTOTAL O					87.5
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					94.55
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					18.91
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					113.46
					VALOR OFERTADO
					113.46

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 30 de 31

RUBRO: Limpieza de alcantarillas

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.42			0.42
SUBTOTAL M					0.42
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	5	2.78	13.9	0.5	6.95
Inspector de Obra	1	3.06	3.06	0.5	1.53
SUBTOTAL N					8.48
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					8.9
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					1.78
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					10.68
					VALOR OFERTADO
					10.68

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 31 de 31

RUBRO: Limpieza de cunetas y encauzamientos

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	5.00 %MO	0.27			0.27
SUBTOTAL M					0.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	5	2.78	13.9	0.32	4.45
Inspector de Obra	1	3.06	3.06	0.32	0.98
SUBTOTAL N					5.43
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)
					5.7
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 20.00 %
					1.14
					OTROS INDIRECTOS: 0.00 %
					0
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					6.84
					VALOR OFERTADO
					6.84

5.2 Presupuesto general

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		OBRAS PRELIMINARES				318,290.12
1,001	500015	Replanteo y Nivelación de Vías	ml	3,959.00	1.67	6,611.53
1,002	500031	Excavación a máquina con retroexcavadora material sin clasificar 0 - 2m	m3	39,157.86	1.54	60,303.10
1,003	500030	Excavación a máquina con retroexcavadora material de alta consolidación 0- 2m	m3	26,105.24	2.82	73,616.78
1,004	500061	Excavación a máquina con retroexcavadora, material roca	m3	3,434.90	36.95	126,919.56
1,005	500046	Excavación Manual en material sin clasificar 0- 2m	m3	2,595.60	9.84	25,540.70
1,006	500009	Excavación Manual en material alta consolidación 0- 2m	m3	1,730.40	14.62	25,298.45
2		ENTIBADOS				7,048.43
2,001	500062	Entibado continuo	m2	320.00	11.24	3,596.80
2,002	500063	Entibado discontinuo	m2	450.00	7.04	3,168.00
3		OBRAS HIDROSANITARIAS				33,468.58
3,001	500055	Suministro e instalación de tubería de acero corrugado (D=900mm, e=2mm)	ml	118.00	283.63	33,468.58
4		PAVIMENTO FLEXIBLE				798,538.16
4,001	500043	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	23,754.00	1.39	33,018.06
4,002	500049	Sub - base Granular clase I - conformación y compactación con equipo pesado	m3	7,250.00	26.90	195,025.00
4,003	500048	Base Granular clase I - tipo A conformación y compactación con equipo pesado	m3	4,833.00	29.90	144,506.70
4,004	500024	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	23,754.00	0.96	22,803.84
4,005	500028	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta	m2	23,754.00	11.78	279,822.12
4,006	500052	Cuneta y bordillo incorporado de 10x40cm de hormigón simple f'c=210 kg/cm2	ml	7,918.00	15.58	123,362.44
5		DESALOJOS				81,952.97
5,001	500011	Cargado de Material a mano	m3	1,356.10	4.01	5,437.97
5,002	500010	Cargado de Material a maquina	m3	32,629.00	1.54	50,248.66
5,003	500012	Transporte de materiales hasta 6 km	m3	9,788.70	1.96	19,185.85
5,004	500013	Sobre acarreo de materiales para desalojo lugar determinado por el Fiscalizador Distancia > 6 Km	m3/Km	22,840.30	0.31	7,080.49
6		SEÑALIZACION				30,389.72
6,001	500039	Letrero de Información del Proyecto	u	1.00	406.27	406.27
6,002	500041	Pintura marcas de pavimento 1 franja	ml	11,877.00	1.01	11,995.77
6,003	500064	Guarda caminos (doble viga)	u	190.00	86.30	16,397.00
6,004	500065	Señalización vertical (velocidad máxima) de 0.6m x 0.6m	u	14.00	113.62	1,590.68
7		IMPACTOS AMBIENTALES				540.05
7,001	500038	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	24.00	3.77	90.48
7,002	500021	Valla de madera para advertencia de sitio de obra	u	14.00	21.60	302.40
7,003	500020	Valla de advertencia de obras y desvío	u	1.00	21.17	21.17
7,004	500037	Señalización con cinta	ml	700.00	0.18	126.00
8		MANTENIMIENTO VIAL				12,725.74
8,001	500069	Bacheo asfáltico común	m3	78.20	113.46	8,873.13
8,002	500070	Limpieza de alcantarillas	m3	66.47	10.68	709.94

8,003	500071	Limpieza de cunetas y encauzamientos	m3	459.45	6.84	3,142.66
SUBTOTAL						1,349,607.29
IVA						12% 136.44
TOTAL						1,273.48

5.3 Especificaciones técnicas

La presente sección contiene las especificaciones especiales de materiales y rubros de obra para la construcción de la carretera Belén - La Voladora, que proceden del manual de Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, MTOP 2002.

A. MATERIALES

A.01. GENERALES: todos los materiales a emplearse en los trabajos de albañilería serán de "Primera Calidad", dentro de su especie, naturaleza y procedencia. El contratista/constructor o jefe de obra está "obligado" a someter a la aprobación del Fiscalizador las muestras respectivas de los materiales a utilizarse.

Los materiales y equipos deben ser transportados adecuadamente y protegidos contra las inclemencias del clima. En todo caso, los materiales y equipos deben ser recibidos a satisfacción por la Fiscalización en el sitio de trabajo.

Los costos de construcción de bodegas para guardar adecuadamente los materiales y equipos, así como las construcciones provisionales de guardianía deben ser considerados en el análisis de los costos indirectos, de los diferentes precios unitarios.

Los materiales, accesorios y demás elementos que forman parte de las obras a ejecutarse deberán ser los indicados en las especificaciones técnicas, en las que describe dimensiones, código, tipo y demás características.

A.02. PIEDRA ESTRUCTURAL: todas las piedras a emplearse en los replantillos para pisos y en general para cualquier finalidad se deberán comprobar que sean graníticas, grises o azules de resistencia, por lo menos de 800 kg/cm^2 . El contratista/constructor deberá limpiarlas y escogerlas de acuerdo al uso que determine el proyecto.

A.03. RIPIO / GRAVA: se calificará a un ripio de "buena calidad" cuando provenga de roca granítica, no deberá ser escamoso, ni laminado, ni de partículas alargadas, deben ser limpios y libres de recubrimientos calcáreos o arcillosos. Su granulometría, será exigida de acuerdo al uso y según la A.S.T.M., INEN 872, para agregar al concreto, los cuales se sujetarán a las especificaciones del hormigón. Deberá ser producto de trituración mecánica o proveniente de natural cantera y se lo empleará previo lavado, que cumpla con requerimientos de granulometría de acuerdo con normas AASHO o A.S.T.M. c-300.

A.04. ARENA: la arena a emplearse será de primera calidad, de color azul, de forma limpia, silíceo y áspera al tacto. El grano será grueso, mediano o fino, mezclado según su empleo, de acuerdo a las dosificaciones del cuadro de hormigones. Las arenas destinadas a hormigón estarán de acuerdo a las normas de tolerancia de la A.S.T.M y la INEN 154.

A.05. MATERIAL DE MEJORAMIENTO:

- 1.- El límite líquido del material ensayado, no será superior al 35 %
- 2.- El índice de plasticidad no será superior al 9%
- 3.- La densificación del material no será menor al 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, de acuerdo al ensayo Proctor Modificado.
- 4.- El tamaño máximo de los granos no será mayor a 3", en caso de presentarse, deberán ser retirados.

Requisitos de graduación

Tamiz	% que pasa
3"	100%
No. 4	30-90
No. 200	0-10

El grado de compactación requerido será del 98% del ensayo Proctor Modificado.

Los ensayos de densidades de campo serán realizados conforme al Método del Densímetro Nuclear.

Las capas a compactar serán no mayores a 25 cm.

La porción que pasa el tamiz No. 40, deberá tener un límite líquido menor o igual a 40% y un índice de plasticidad menor o igual a 15 %, de acuerdo a lo determinado según AASHTO T-89 y T-90.

El Valor Relativo de Soporte (VRS) será mayor 20%.

Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste, no mayor del 50% a 500 revoluciones, determinado según ensayo ASTM 131.

Al considerar que las canteras existentes en la zona, generalmente no cumplen con las condiciones de plasticidad y graduación establecidas, el contratista deberá cribar, mezclar, desmenuzar, quitar o añadir material, conforme sea necesario para obtener un producto que cumpla los requerimientos incluidos anteriormente, el mezclado se lo hará en la cantera o lugar de almacenamiento, no será permitido realizar la mezcla en la obra. Los costos que demandan estos trabajos correrán exclusivamente a cargo del contratista.

La calificación de muestras individuales de material de mejoramiento, no exonera al contratista de la obligación de cumplir las especificaciones, hasta cuando éste haya sido incorporado en obra.

El material deberá ser tendido y conformado sin producir segregación en el mismo y compactado hasta que se obtengan los pesos volumétricos secos requeridos y una superficie uniforme de conformidad a lo especificado.

Los siguientes ensayos se realizarán para control de calidad de construcción de la capa de material de reposición

Densidad máxima y humedad óptima: ensayo AASHTO T-180, método D.

Densidad de campo: ensayo AASHTO T-147.

Las densidades de la capa compactada deberá ser como mínimo el 98%, de la densidad máxima obtenida, según ensayo AASHTO T - 180, método D.

En todos los sitios no accesibles al rodillo, el material de mejoramiento, deberá compactarse mediante el empleo de apisonadoras mecánicas manuales.

Los ensayos de densidad de campo, se harán cada 20 mts, a ambos lados del eje de las plataformas o en los sitios señalados por la Fiscalización. Los puntos para los ensayos serán también seleccionados al azar, disminuyendo esta distancia en zonas en las cuales existan dudas acerca del grado de compactación requerida, si existieren varias franjas o carriles, estos ensayos se efectuarán en cada plataforma.

El promedio del espesor de la capa, no deberá ser mayor o igual al espesor indicado por fiscalización. Las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 0,02 m. de las cotas establecidas.

Cuando el contratista crea que se ha logrado la densidad y la superficie terminada, ya anteriormente indicadas, notificará a la Fiscalización la cual efectuará los ensayos de densidades requeridos y comprobación de los perfiles longitudinales y transversales de acuerdo a lo especificado.

Si se obtienen valores inferiores a la densidad mínima establecida o la superficie no cumple con lo especificado, el Contratista deberá seguir con la compactación y operaciones conexas, hasta obtener la densidad y superficie señalada.

El Contratista para estos trabajos contará con el equipo adecuado y necesario para la debida y oportuna ejecución de los mismos. El equipo deberá tener la aprobación de la Fiscalización antes de ser utilizado en obra.

A.06. POLVO DE PIEDRA: se calificará a un polvo de piedra de "buena calidad", cuando provenga de rocas graníticas y equivalentes (no metafóricas en descomposición), deberá ser limpio, libre de residuos calcáreos o arcillosos. Para la fabricación de hormigón estructural se sujetarán a las especificaciones de hormigones armados.

A.07. CEMENTO: el contratista/constructor usará de preferencia el cemento nacional Portland Standard que cumpla con las especificaciones de la ASTM e INEN 152 tipo I de fabricación nacional. No se utilizarán cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Las características de los cementos extranjeros serán calificadas por los fiscalizadores, pudiendo remitirse a pruebas de laboratorio según normas AASHO o ASTM 150.

A.08. AGUA: Norma 404 ACI. Se empleará únicamente agua potable, proveniente de servicios públicos y será por cuenta del contratista/constructor el valor correspondiente a las instalaciones y acometidas y al consumo de este elemento durante toda la construcción. Para el uso de otra agua se requerirá el visto bueno del Fiscalizador y el correspondiente rediseño de hormigones y morteros. Todos los gastos que se ocasionen correrán a cargo del contratista/constructor. Si no fuere potable el

contratista/constructor deberá entregar al fiscalizador un análisis de laboratorio correspondiente o sujetarse a lo que establece el literal 3.4.2., del C.E.C.79.

A.09. ADITIVOS: el contratista/constructor o jefe de obra podrá utilizar aditivos y otras sustancias correctivas o acelerantes para remediar deficiencias en la graduación de los agregados o en la calidad de los materiales, cuando sea estrictamente necesario previa aprobación del fiscalizador.

B RUBROS GENERALES

1. HORMIGONES:

a.1.) MEZCLADO Y TRANSPORTE

Generalidades

En lo que sigue se refiere a los procedimientos y normas de mezcla y transporte del hormigón, a los cuales se sujetarán estrictamente el contratista/constructor, bajo el control del Fiscalizador.

El hormigón podrá ser mezclado en obra, en una planta mezcladora central o en una mezcladora móvil, del tipo y capacidad aprobados por el Fiscalizador.

El equipo y los procedimientos para mezclar, transportar o colocar el hormigón, deberá hacerse conocer al fiscalizador por lo menos 10 días antes de comenzar el trabajo, para su aprobación.

b.1.) HORMIGÓN MEZCLADO EN OBRA: los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo de que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación el orden de entrada a la mezcladora serán: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer

cuarto del tiempo establecido para el mezclado. Los aditivos inclusores del aire deberán agregarse al agua en las cantidades especificadas en el diseño, en la forma aconsejada por su fabricante o fijada por el Fiscalizador.

El tambor de la mezcladora se operará a la velocidad recomendada por el fabricante y dentro de la capacidad especificada por el mismo.

El tiempo de mezclado será 60 segundos como mínimo para mezcladores de capacidad menor de 0,75 metros cúbicos, y de por lo menos 90 segundos para mezcladores con capacidad de 0,75 metros cúbicos o más, en ningún caso deberá sobrepasar los 5 minutos. El tiempo de mezclado se medirá desde el momento en que todos los ingredientes, excepto el agua, se hayan introducido al tambor. La mezcladora deberá disponer de dispositivos adecuados para el control del tiempo de mezclado.

Cuando las condiciones de la obra impongan el empleo de aditivos que no se hayan establecido en los documentos contractuales, su utilización será permitida previo permiso escrito del Fiscalizador.

No se permitirá el exceso de mezclado ni el reamasado que requiera de adición de agua para conservar la consistencia requerida.

La capacidad mínima de una mezcladora será la equivalente a la de un saco de cemento. El volumen de una mezcla de hormigón deberá prepararse para una cantidad entera de sacos de cemento, excepto cuando se utilice cemento al granel. Los sacos de cemento por cualquier razón hayan sido parcialmente usados o que contengan cemento endurecido serán retirados. La mezcladora deberá limpiarse periódica y minuciosamente, de manera que se asegure una correcta preparación del hormigón cuando se reanude la operación.

Además deberá cumplirse con los requisitos de la NTE INEN 1855-2:02

c.1.) HORMIGÓN MEZCLADO EN PLANTA: el mezclado en planta central cumplirá con los requisitos para mezclado en obra, y con los requisitos de la NTE INEN 1855-1:01. Si se usa para el transporte del hormigón una mezcladora de tambor giratorio, del tipo cerrado y hermético, el tiempo inicial del mezclado en planta central podrá reducirse a 50 segundos y completarse el proceso durante el transporte, siendo este igual al especificado en el siguiente numeral.

d.1.) HORMIGÓN MEZCLADO EN CAMIÓN: las mezcladoras sobre el camión será del tipo del tambor giratorio, impermeables y de construcción tal que el hormigón mezclado forme una masa completamente homogénea.

Los agregados del cemento serán medidos con precisión en la planta central luego de cual se cargará el tambor que transportará la mezcla. La mezcladora del camión estará equipada con un tanque de medición de agua; solamente se llenará el tanque con la cantidad de agua establecida, a menos que se tenga un dispositivo que permita comprobar la cantidad de agua añadida. La cantidad de agua para cada carga podrá añadirse directamente, en cuyo caso no se requiere tanque en el camión.

La capacidad de las mezcladoras sobre el camión será fijada por su fabricante en el volumen máximo que se transportará en cada carga, será el 60% de la capacidad nominal para mezclado, o el 80% del mismo para la agitación el transporte.

El mezclado en tambores giratorios sobre camiones deberá producir hormigón de una consistencia adecuada y uniforme, la que será comprobada por el Fiscalizador, cuando el estime conveniente. El mezclado se empezará hasta dentro de treinta minutos luego de que se haya añadido el cemento al tambor y se encuentre este con agua y los agregados. Si la temperatura del tambor está sobre los 32 grados °C, y el cemento que se utiliza es de fraguado rápido, el límite del tiempo antedicho se reducirá a 15 minutos. La duración del mezclado se establecerá en función del número de revoluciones a la velocidad de rotación señalada por el fabricante. El mezclado que se realice en un tambor giratorio no será inferior a 70 ni mayor que 100 revoluciones. Para verificar la duración del mezclado

se instalará un contador adecuado que indique las revoluciones del tambor; el contador se accionara una vez que todos los componentes del hormigón se encuentre dentro del tambor y se comience el mezclado a la velocidad especificada.

e.1.) TRANSPORTE DE LA MEZCLA: la entrega del hormigón para estructura se hará dentro de un periodo máximo de 1.5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación. En condiciones favorables para un fraguado más rápido, como tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir la entrega del hormigón en un tiempo menor al señalado anteriormente.

El vaciado del hormigón se hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de dos entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado, en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos.

Para el transporte del hormigón se emplearan camiones con tambores giratorios

En el transporte, la velocidad de agitación del tambor giratorio no será inferior a 4RPM. Los métodos de transporte y manejo del hormigón serán tales que faciliten su colocación con la mínima intervención manual y sin causar daños a la estructura o al hormigón mismo.

f.1.) CANTIDAD DE AGUA Y CONSISTENCIA: el agua será medida en volumen o al peso. Si el agua se dosifica por volumen, se incluirá un tanque auxiliar desde el cual se llenará el tanque de medición de agua. Dicho tanque estará equipado con una toma y válvulas exteriores para obtener una correcta medida o cualquier otro dispositivo que garantice una rápida y exacta cantidad de agua entregada por el tanque auxiliar. El volumen del tanque auxiliar deberá ser mayor que del tanque de medición.

Los equipos de medición de agua deberán tener una precisión tal que permitan una tolerancia que se encuentre dentro del 1% de las cantidades indicadas. Para verificar esta tolerancia, se podrá requerir pruebas de calibración.

La consistencia del hormigón será establecida en el diseño aprobado por el Fiscalizador. Para mantener la relación de agua / cemento, manteniendo la misma consistencia del hormigón, se deberá considerar el contenido de agua propio de los agregados, ya que el agua superficial o agua libre ingrese como una adición al agua total de la mezcla.

g.1.) COLADO DEL HORMIGÓN: el concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación al recolocado o al flujo.

El colocado debe efectuarse a tal velocidad que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas de refuerzo y sature todos los intersticios.

No debe colocarse en la estructura el concreto que se haya endurecido parcialmente, o que se haya contaminado con material extraños.

El concreto retemplado o aquél que se haya re-mezclado después del fraguado inicial no debe utilizarse a menos que el Fiscalizador lo apruebe.

Una vez iniciado el colado, éste deberá efectuarse en una operación continua hasta que se termine el colocado del tablero o la sección, de acuerdo con sus propios límites o juntas predeterminadas.

La superficie superior de las capas colocadas verticalmente por lo general debe estar a nivel.

Cuando se necesita juntas de colocado, éstas deberán hacerse de acuerdo con lo dispuesto en “Juntas de construcción”.

Todo concreto deberá compactarse cuidadosamente por los medio adecuados durante la colocación, y acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de las instalaciones ahogadas y dentro de las esquinas de las cimbras.

h.1.) JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN: la superficie de las juntas de construcción de concreto deberá limpiarse.

Inmediatamente de un nuevo colocado de concreto, hay que mojar todas las juntas de construcción y eliminar toda agua estancada.

Las juntas de construcción deben hacerse y ubicarse de manera que no perjudique la resistencia de la estructura. Deberá tomarse medidas para la transferencia del cortante y de otras fuerzas, a través de las juntas de construcción. Los, trabes o losas que se apoyen en columnas o muros no se deben colar o montar, sino hasta que el concreto de los elementos verticales de apoyo dejado de ser plástico.

Las vigas, trabes, cartelas, ábacos y capiteles deberán colocarse monolíticamente como parte del sistema de las losas, a no ser que se indique lo contrario en los planos de diseño.

h.2.) JUNTAS DE DILATACION: se refiere al espacio a dejarse en los remates de ciertos materiales para evitar el agrietamiento de estos generados por cambios de tamaño debido a su contracción natural.

Deben hacerse y ubicarse de manera que no perjudique la resistencia de la estructura. Deberá tomarse medidas para la transferencia del cortante y de otras fuerzas, a través de las juntas de construcción.

Los, trabes o losas que se apoyen en columnas o muros no se deben colar o montar, sino hasta que el concreto de los elementos verticales de apoyo dejado de ser plástico.

i.1.) TOLERANCIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CON HORMIGÓN: las estructuras de hormigón deben ser construidas con las dimensiones exactas señaladas en

los planos, sin embargo es posible que aparezcan variaciones inadvertidas en estas dimensiones. Las variaciones son las siguientes:

- Desviación de la vertical: 5 mm. por cada 5 m.
- Desviación de la horizontal: 5 mm. por cada 5 m.
- Desviación de la lineal: 10 mm. por cada 5 m.

Al exceder estos valores será necesario remover las estructuras al costo del contratista/constructor.

Hormigón	Resistencia	Probar cilindros:
TIPO A	240 kg/cm ² a los 28 días:	3 a los 7 días y 3 a los 28 días
TIPO B	210 kg/cm ² a los 28 días:	3 a los 7 días y 3 a los 28 días
TIPO C	180 kg/cm ² a los 28 días:	3 a los 7 días y 3 a los 28 días

- El promedio de toda la serie de tres pruebas de resistencia consecutiva, es igual o superior a la f_c requerida.
- Ningún resultado individual de la prueba de resistencia es menor que f_c por más de 35 kg/cm².
- Cuando no se cumpla con cualquiera de los dos requisitos anotados, el Contratista debe hacer los cambios correctivos necesarios en el diseño, para incrementar el promedio de los resultados de las pruebas de resistencia subsecuentes.

A más de los requisitos ya mencionados, todo colocado de hormigón representado por un ensayo el cual indique una resistencia menor al 95%, de la resistencia especificada a la compresión a los 28 días, será rechazado.

Si se confirma que el concreto es de baja resistencia (menor al 95 % f_c), a costo del Contratista, este podrá requerir pruebas de corazones dentro de la zona en que se encuentra la falla.

En estos casos deberán tomarse tres corazones, los mismos que deberán ser sumergidos en agua por lo menos 40 horas y probados húmedos.

El concreto de la zona representada por la prueba de corazones se considerará aceptable si el promedio de los tres corazones es por lo menos igual f_c .

El incumplimiento de esta especificación traerá como consecuencia la no aceptación de volumen de hormigón que adolece de baja resistencia y previo al informe del Ingeniero Fiscalizador, la máxima autoridad ordenará el derrocamiento y demolición o destrucción de las losas afectadas, trabajo que estará a cargo, cuenta y costo del Contratista encargado de la entrega del hormigón; incluyendo la reconstrucción de los trabajos efectuados por el derrocamiento, demolición o destrucción antes señalados.

j.1.) FRECUENCIA DE LAS PRUEBAS: las muestras para las pruebas de resistencia de cada clase de concreto colocada cada día deben tomarse por lo menos una vez cada día, por lo menos una vez por cada superficie de losa o muro.

k.1.) MATERIAL:

Cemento Portland: debe conformarse con el ASTM C 150, tipo 1.

Agregado fino: deberá ser arena, que tenga granos limpios, duros, no recubiertos y libres de elementos extraños.

Graduación en porcentaje por peso: Normas ASTM-33-64.	
Que pase tamiz	% de
# 4	95 al 100 %
# 8	80 al 100%
# 16	50 al 85%
# 30	25 al 60%
# 50	15 al 30%
# 100	2 al 10%

No más del 35% pasará a través de un tamiz estándar y quedará retenido en el siguiente tamiz menos estándar. Módulo de finura (sum. de % acumulativo de materiales retenidos entre 100) no debe ser menor a 2.6 ni mayor que 2.9 y no deberá variar más de 0.2.

Agregado grueso: consistirá de piedras trituradas, andesitas, grava u otro material inerte aprobado, que tenga partículas duras, no recubiertas, libres de elementos extraños. Tamaño máximo de partículas.- No mayores que el espacio admitido según las normas. No mayores de 25 mm., para construcciones de 15 cm., o menos de espesor. No mayores de 50 mm., para todo tipo de construcción.

Que pase tamiz	%
37.50 mm.	100%
19.00 mm	35 - 70%
9.50 mm.	10 - 30%

Que pase tamiz	%
26.50 mm.	100%
19.00 mm.	35 - 70%
9.50 mm.	10 - 30%
4.75mm.	0 - 5%

Agregado máximo de 19mm.	
Que pase tamiz	%
19.00 mm.	100%
13.20 mm.	30 - 65%
4.25 mm.	0 - 10%
2.36mm.	0 - 5%

1.1.) BOMBEO DEL HORMIGÓN: el vaciado del hormigón por bombeo se permitirá únicamente si así se especifica en las disposiciones especiales o si es autorizado por el fiscalizador. El equipo deberá funcionar de modo que no produzca vibraciones que pueda dañar el hormigón fresco. El equipo para conducir el hormigón por bombeo, deberá ser de clase y capacidad adecuada para el tipo de trabajo. No se usará tubos de aluminio para conducir el hormigón.

La bomba deberá operarse correctamente produciendo un flujo continuo de hormigón sin cavidades de aire: Cuando el bombeo se haya completado, el hormigón remanente en la tubería, si va a usarse, deberá ser expulsado sin que el hormigón se mezcle con elementos extraños.

m.1.) VACIADO NEUMÁTICO DEL HORMIGÓN: el vaciado del hormigón neumático se permitirá únicamente si así se especifica en las disposiciones especiales o si es autorizado por el fiscalizador. El equipo deberá funcionar de modo que no produzca vibraciones que pueda dañar el hormigón fresco. El equipo para usarse en el vaciado neumático del hormigón, deberá ser de clase y capacidad adecuada para el tipo de trabajo.

La distancia, desde el punto de descarga hasta el depósito, no será mayor de 10m. La descarga será horizontal o hacia arriba de la máquina.

n.1.) CARACTERÍSTICAS GENERALES DE TRABAJO CON HORMIGÓN EN VIGAS, LOSAS, ZAPATAS, COLUMNAS: en vigas simples, el hormigón será depositado empezando en el centro de luz y terminando en los extremos. En vigas el hormigón será colocado en capas horizontales uniformes, a lo largo de toda su longitud.

El hormigonado en losas y zapatas y columnas realizara en operación continua a menos que se indique otra cosa en los planos.

La carga sobre las columnas no se dejará descargar sobre las columnas hasta que haya transcurrido por lo menos 14 días del hormigonado a menos que el fiscalizador permita otro procedimiento.

o.1.) CURADO DEL HORMIGÓN: para el curado correcto del hormigón es necesario que no se produzca la evaporación del agua de la mezcla, hasta que el hormigón haya adquirido su resistencia, se podrá utilizar para el curado cualquiera de los métodos que se describen a continuación.

p.1.) HUMEDECIMIENTO CON AGUA: el agua para curado del hormigón debe ser libre de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica, y debe cumplir además con los requisitos de la norma INEN1108. Las aguas potables sin son consideradas aceptables. Todas las superficies libres deben mantenerse húmedas, mediante rociados convenientemente espaciados, por lo menos durante los 7 primeros días después de su colocación.

q.1.) MEMBRANAS IMPERMEABLES: son aquellos componentes que se rocían sobre todas las superficies expuestas del hormigón fresco, tanto horizontales como verticales, y que forman una fina membrana que impiden la pérdida de agua durante el primer periodo de endurecimiento.

También reduce la alta temperatura del concreto expuesto a la radiación del sol.
Se clasifican en las siguientes categorías:

Tipo 1: Claro translucido sin teñir

Tipo 1D: Claro y translucido con un teñido temporal

Tipo 2: Blanco pigmentado

Estas membranas podrán aplicarse:

1. Antes de que se inicie el curado inicial del hormigón.
2. Después de retirar el encofrado.
3. Después de iniciado el curado húmedo, según se haya propuesto al Fiscalizador y aceptado por él.

Los componentes tipo 1 y 1D, deben formar una membrana translúcida sin color o ligeramente coloreada; si se usa el tipo 1D, se deberá notar la capa coloreada luego de 4 horas de su aplicación. El color de la membrana, cualquiera que se sea, debe desaparecer

luego de que haya transcurrido 7 días de su aplicación, si ha sido directamente expuesta a los rayos solares.

El tipo 2 consistirá en un pigmento blanco y el diluyente necesario, los cuales vendrán premezclados para uso inmediato. El compuesto presentará una apariencia blanco uniforme al ser aplicado sobre una superficie nueva de hormigón a la proporción recomendada por el fabricante.

Los componentes líquidos para las membranas deberán tener una consistencia adecuada, a fin de que pueda ser aplicado fácilmente por rociado. Con rodillo o con brocha, según se especifique, se los debe aplicar en forma uniforme y a una temperatura superior a los 4 grados centígrados.

El compuesto deberá adherirse al concreto fresco en obra, cuando este se encuentre húmedo, endurecido o lo suficientemente resistente para recibir el tratamiento, formando una capa continua que no deberá resquebrajarse, o figurarse, y que sea flexible, sin agrietamiento visible o agujeros, no será pegajosa ni resbaladiza si se camina sobre ella, tampoco dejará marcada huella alguna, debiendo mantener esas propiedades por lo menos 7 días después de su aplicación.

Los componentes que forman esta membrana no se deterioran al unirse con el concreto.

Los componentes que forman la membrana podrán almacenarse por lo menos 6 meses sin sufrir deterioro, siempre que se cumpla las especificaciones del fabricante para el almacenamiento.

La porción volátil de los componentes no serán tóxicos, o inflamable, y no contendrán elementos contaminantes del ambiente.

La prueba de retención de agua en este tipo de membrana, dará como resultado una pérdida de agua de no más de 0.55kg/m² de superficie, en 72 horas.

El compuesto blanco pigmentado (tipo2) deberá tener una reflexión no menor al 60 % de lo correspondiente al óxido de magnesio.

r.1.) LÁMINAS IMPERMEABLES DE PAPEL O POLIETILENO: son aquellas láminas de polietileno o papel impermeable que se coloca sobre la superficie fresca del hormigón, para evitar la evaporación durante el periodo de curado de los hormigones.

Las láminas reflejantes de color blanco son utilizadas, además como aislantes de temperatura, cuando el hormigón se haya expuesto a las radiaciones solares. Las láminas impermeables pueden ser de uno de los siguientes tipos:

1. Papel impermeable color natural o blanco.
2. Lámina de polietileno, color natural y blanco opaco.
3. Lámina de polietileno, color blanco, con trama de fibra de cáñamo.

Si las láminas impermeables se someten a prueba de retención de agua, la pérdida de agua contenida en una muestra deberá limitarse a un máximo de 0.055 Kg/cm^2 en el momento de su coloración.

El papel impermeable estará formado por dos hojas unidas por un material bituminoso, en el que se halle una malla de hilo de fibra con una separación de 3.5 cm. como máximo. El papel será de color natural, con una apariencia uniforme y libre de defectos a simple vista.

El papel impermeable blanco deberá tener este color por lo menos en una de sus caras y debe cumplir con todos los demás requisitos señalados anteriormente

La lámina de polietileno será transparente, de espesor uniforme, sin impresiones y no se emplearán colorantes en su fabricación, excepto la lámina de polietileno colorada, la cual será de color blanco opaco; la lámina estará libre de defectos visibles y tendrá una apariencia uniforme.

La lámina de polietileno color blanco, con trama de fibra de cáñamo, estará construida por capas unidas de tela y polietileno blanco opaco, que formará una lámina uniforme de 0.10 mm de espesor mínimo; estas capas estarán adheridas firmemente para evitar que exista desprendimientos durante su manipuleo y colocación. El polietileno cumplirá con lo señalado en el párrafo anterior y la tela deberá pesar no menos de 300 gr/cm².

2.) HORMIGÓN CICLÓPEO (60% HS, 40% PIEDRA), $f'_c=210$ Kg/cm²: este trabajo consistirá en la mezcla de hormigón de cemento Portland y piedra colocada en forma adecuada de acuerdo a las presentes especificaciones y a lo ordenado por el Fiscalizador.

MATERIALES: El hormigón ciclópeo estará constituido por hormigón de cemento Portland de $f'_c=210$ kg/cm² en un 50 % y 50% de piedra.

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO: el hormigón ciclópeo se formara por la colocación alternada de capa de hormigón y piedra, las mismas que quedarán rodeadas y embebidas completamente en el hormigón, Las piedras serán saturadas en agua antes de su colocación. El colocado de la piedra deberá realizarse de tal forma de no dañar los encofrados o la capa de hormigón adyacente.

3.) CARPETA ASFÁLTICA: la carpeta asfáltica en la casi totalidad de los proyectos será de un espesor promedio de 3 pulg. (7.62 cm.), Luego de la compactación.

El Hormigón Asfáltico será Clase “A” con una granulometría de un tamaño nominal máximo de ¾” (19 mm.).

Todos los agregados serán triturados al ciento por ciento y de preferencia de material aluvial (de río) y/o material de cantera de roca tipo andesítica sana, con un desgaste a la abrasión no mayor al 35%.

Todo el Hormigón asfáltico deberá cumplir el diseño previo establecido de la formula maestra correspondiente donde se determinan los porcentajes de agregados y asfalto, en volumen y en peso así como la temperatura de la mezcla en planta.

El asfalto a utilizarse en el diseño del hormigón asfáltico será necesariamente siempre un asfalto tipo AC20 con un rango de 85% y 100% de penetración.

La carpeta construida con el hormigón asfáltico en referencia deberá cumplir los siguientes parámetros:

- Estabilidad 1800 lb. (mínimo)
- Vacíos 2% - 5%
- Flujo 8 – 16

Las carpetas asfálticas se colocarán sobre vías cuyas mesas de rodadura a nivel de Base Granular previamente imprimadas y/o sobre pavimento existentes a nivel de asfalto previo su bacheo y liga correspondiente

4.) MEZCLA ASFÁLTICA EN PLANTA: la mezcla asfáltica en planta a suministrar será el mismo hormigón asfáltico para la colocación de carpetas asfáltica de 1 ½”, 2” y 3”, es decir un hormigón asfáltico clase “A”, con un tamaño de agregado cuyo diámetro nominal máximo es de ¾”.

5.) BASE GRANULAR: la capa de base granular en los espesores de diseño correspondientes se colocarán sobre estructuras de pavimento preparadas a nivel de material de mejoramiento y/o subrasante natural previamente estabilizada.

El material Base Granular corresponderá a una Base Clase “1” tipo “A” ciento por ciento triturados y deberá cumplir necesariamente con la faja granulométrica correspondiente a Tipo “A” de la tabla 404-1.1 del manual de Especificaciones del MTOP así como los

parámetros Índice de plasticidad (IP) menor a 6; Limite líquido (LI) menor a 25, desgaste a la abrasión menor al 40% y un CBR mayor al 80%.

La preparación de la base granular en referencia debe cumplir la mezcla del material grueso con el fino necesariamente ciento por ciento en planta, es decir las mezclas de los materiales crudos que ingresen a la tolva de la trituradora para su procesamiento.

El material Base Granular a planillar será el volumen recibido en obra del material suelto es decir medido en volquete.

Tabla 404-1.1 Composición granulométrica

Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
TAMIZ	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4" (19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8" (9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
Nº 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, MTOP.

6.) AGREGADOS LIMPIOS TIPO 3/4" Y 3/8": tanto el material tipo 3/4" y 3/8", serán agregados triturados al 100%, exentos de polvos y arcillas, de dureza razonable con un desgaste a la abrasión no mayor al 35%, de geometría cúbica y de procedencia aluvial o de cantera tipo andesítica sana.

7.) MUROS DE CABEZAL: de acuerdo con los planos, los muros de cabzal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras con el muro, salvo si de otra manera lo ordene por escrito el Fiscalizador.

8.) EXCAVACIÓN ESTRUCTURAS

a) Definición

Este trabajo consistirá en la excavación en cualquier tipo de terreno y cualquier condición de trabajo necesario para la construcción de cimentaciones de puentes y otras estructuras, además de la excavación de zanjas para la instalación de alcantarillas, tuberías y otras obras de arte. También incluirá cualquier otra excavación designada en los documentos contractuales como excavación estructural; así como el control y evacuación de agua, construcción y remoción de tablestacas, apuntalamiento, arriostramiento, ataguías y otras instalaciones necesarias para la debida ejecución del trabajo. Todas las excavaciones se harán de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos o por el Fiscalizador.

El relleno para estructuras consistirá en el suministro, colocación y compactación del material seleccionado para el relleno alrededor de las estructuras, de acuerdo a los límites y niveles señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. También comprenderá el suministro, colocación y compactación del material seleccionado de relleno, en sustitución de los materiales inadecuados que se puedan encontrar al realizar la excavación para cimentar las obras de arte.

El material excavado que el Fiscalizador considere no adecuado para el uso como relleno para estructuras se empleará en los terraplenes o, de ser considerado que tampoco es adecuado para tal uso, se lo desechará de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador. No se efectuará ningún pago adicional por la disposición de este material.

b) Especificaciones

Antes de ejecutar la excavación para las estructuras, deberán realizarse, en el área fijada, las operaciones necesarias de limpieza.

El Contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan tomar todos los datos del terreno natural necesarios para determinar las cantidades de obra realizada.

Será responsabilidad del Contratista proveer, a su costo, cualquier apuntalamiento, arriostramiento y otros dispositivos para apoyar los taludes de excavación necesarios para poder construir con seguridad las cimentaciones y otras obras de arte especificadas. No se medirá para su pago ninguna excavación adicional que el Contratista efectúe solamente para acomodar tales dispositivos de apoyo.

Después de terminar cada excavación, de acuerdo a las indicaciones de los planos y del Fiscalizador, el Contratista deberá informar de inmediato al Fiscalizador y no podrá iniciar la construcción de cimentaciones, alcantarillas y otras obras de arte hasta que el Fiscalizador haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase de material de la cimentación. El terreno natural adyacente a las obras no se alterará sin autorización del Fiscalizador.

Tratamiento especial de cimentaciones para estructuras

En la excavación para estructuras, cuando el lecho para la cimentación de obras de arte resulte ser de material inadecuado, según el criterio del Fiscalizador, se realizará la profundización de la excavación, de acuerdo a las instrucciones de él, hasta conseguir una base de cimentación aceptable. Esta excavación adicional se rellenará con material de relleno para estructuras, compactado por capas de 15 cm. de espesor o con hormigón simple clase C, conforme indique el Fiscalizador.

Excavación para alcantarillas

El ancho de la zanja que se excave para una alcantarilla o un conjunto de alcantarillas estará de acuerdo a lo indicado en los planos o como indique el Fiscalizador.

El ancho no podrá ser aumentado por el Contratista para su conveniencia de trabajo.

En caso de que el lecho para la cimentación de las alcantarillas resulte ser de roca u otro material muy duro, se realizará una profundización adicional de la excavación a partir del lecho, hasta $1/20$ de la altura del terraplén sobre la alcantarilla; pero, en todo caso, no menor a 30 cm. ni mayor a 1.00 m. El material removido de esta sobre-excavación será remplazado con material de relleno para estructuras, que será compactado por capas de 15 cm.

Si el material de cimentación no constituye un lecho firme debido a su blandura, esponjamiento u otras características inaceptables, este material será retirado hasta los límites indicados por el Fiscalizador. El material retirado será remplazado con material seleccionado de relleno que se compactará por capas de 15 cm, hasta alcanzar el nivel de cimentación fijado.

El lecho de la zanja deberá ser firme en todo su ancho y longitud. De ser así señalado en los planos o requerido por el Fiscalizador, se dará al lecho una flecha longitudinal en el caso de alcantarillas tubulares transversales.

Cuando se lo especifique en los planos, se efectuará la excavación para alcantarillas tubulares a ser colocadas en la zona del terraplén, después de haberse terminado el terraplén y hasta cierta altura por encima de la cota de alcantarilla, de acuerdo a lo indicado en los planos u ordenado por el Fiscalizador.

Tratamiento especial de cimentaciones para alcantarillas tubulares

En caso de ser requerida una cama especial para las alcantarillas tubulares, se realizará un tratamiento especial de la cimentación, de acuerdo a lo señalado en los planos o indicado por el Fiscalizador.

Por lo general, el tratamiento consistirá en la construcción de una losa de hormigón simple debajo de la alcantarilla o en la colocación de una capa de arena o material

arenoso; también podrá comprender la conformación del lecho a la forma de la tubería a colocarse en la parte inferior exterior de la alcantarilla, hasta el 10% de la altura del tubo. El trabajo de conformación del lecho será considerado como subsidiario de la excavación para la alcantarilla y no será medido para su pago.

Cuando se deba colocar tubería de campana, se formará en la superficie del asiento de tierra o arena las ranuras correspondientes para dar cabida a la campana.

9.) RELLENOS, CONFORMACIONES Y COMPACTACIONES

a) Definición

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar, tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deban realizarse. Las conformaciones y compactaciones comprenden las actividades necesarias para acondicionar la subrasante y rasante de las vías en su ancho total, retirando cualquier material blando o inestable que no pueda ser compactado adecuadamente y reemplazándole con suelo seleccionado, previamente aprobado. Se harán los trabajos necesarios hasta lograr una estructura perfectamente conformada y compactada de acuerdo a las cotas y secciones transversales especificadas. De ser necesario se realizarán trabajos de: escarificación, humedecimiento u oreo y colocación de pedraplén hasta lograr superficies perfectamente compactadas y de acuerdo a las cotas establecidas en los planos del proyecto.

b) Especificaciones

Una vez terminadas las obras a satisfacción de la Fiscalización, según lo establecido en las partes pertinentes de estas Especificaciones, se procederá a realizar los rellenos ya sea con material de mejoramiento y/o con material producto de la propia excavación según se indica esta especificación.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador deberá comprobar Las pendientes y alineaciones del proyecto.

Material para relleno

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que previo el visto bueno del Ingeniero Fiscalizador se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

No debe contener material orgánico.

En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 cm.

Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas con mezcla de tierra y cemento (terrocemento), las proporciones y especificaciones de la mezcla estarán determinadas en los planos o señaladas por el fiscalizador.

Requerimientos especificados de materiales de préstamo

a) Mejoramiento

Para zanjas:

Requisitos de graduación

Tamiz % que pasa

3" 100%

No. 4 30-70

No. 200 0-20

La porción que pasa el tamiz No. 40, deberá tener un límite líquido menor o igual a 35% y un índice de plasticidad menor o igual a 15 %, de acuerdo a lo determinado según AASHTO T-89 y T-90. El Valor Relativo de Soporte (VRS) será mayor 20%. Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste, no mayor del 50% a 500 revoluciones, determinado según ensayo ASTM 131.

Relleno Compactado en zanjas

Por relleno compactado se define la colocación de material proveniente de la propia zanja o de préstamo dispuestas en capas sensiblemente horizontales de no más de 0.30 m (no se permitirá que haya piedras en esta capa de relleno) para la primera capa por encima de la estructura y de 0.20 m de espesor para las subsiguientes, debidamente compactadas, hasta alcanzar las alturas definidas por el proyecto y/o Fiscalización, con una densidad medida en sitio, igual o mayor al 95% de la densidad máxima. La compactación se realizará preferiblemente con compactadores mecánicos, como: rodillo compactador, compactador de talón o rodillo pata de cabra. En zanjas no se aceptará el uso de planchas vibratorias. Sin embargo en la primera capa, el material de relleno irá colocado y compactado debidamente, con pisón manual, en capas de quince (15) centímetros de alto hasta una altura mínima de treinta (30) centímetros por encima de la parte superior de la tubería. El material de relleno será colocado simultáneamente a ambos lados de la tubería con el objeto de prevenir que se produzcan movimientos de la misma. Especial cuidado debe ponerse para conseguir una compactación apropiada a los lados de la tubería hasta alcanzar un grado de compactación moderado que asegure la transmisión de esfuerzos al suelo adyacente. El material que se encuentre demasiado húmedo, será rechazado, y si está demasiado seco deberá ser hidratado antes de utilizarse en el relleno. Para obtener una densidad de acuerdo con lo especificado, el contenido de humedad del material a ser usado en el relleno debe ser óptimo. Si el material se encuentra seco, se añadirá la cantidad necesaria de agua, y, si existe exceso de humedad, será necesario secar el material. Para una adecuada compactación mediante apisonamiento, no será utilizado en el relleno material húmedo excedido con relación a la humedad óptima obtenida en la prueba Proctor T-99, de la AASHTO. El material de

relleno será humedecido fuera de la zanja, antes de su colocación, para conseguir la humedad óptima. En caso contrario para eliminar el exceso de humedad, el secado del material se realizará extendiendo en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua. El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno. Se deberá prever que los tubos o estructuras fundidas en sitio, no sean cubiertos de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período. Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente. En cada caso particular el Ingeniero Fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes. Cuando se utilice tablestacados cerrados de madera colocados a los costados de la tubería antes de hacer el relleno de la zanja, se los cortará y dejará en su lugar hasta una altura de 40 cm sobre el tope de la tubería a no ser que se utilice material granular para realizar el relleno de la zanja. En este caso, la remoción del tablestacado deberá hacerse por etapas, asegurándose que todo el espacio que ocupa el tablestacado sea relleno completo y perfectamente con un material granular adecuado de modo que no queden espacios vacíos. La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en la calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

10.) ENCOFRADOS

a) Definición

Un encofrado es el sistema de moldes temporales o permanentes, metálicos o de madera, que se utilizan para dar una forma determinada al hormigón u otros materiales similares antes de fraguar.

b) Especificaciones

Generalidades

Los encofrados pueden ser rectos o curvos de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños, los cuales deberán estar sujetos rígidamente en su posición correcta, ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, a más de la permeabilidad que deberán presentar con el objeto de evitar la pérdida de la lechada.

Se deberá considerar, al momento de colar el hormigón contra las formas, que éstas estén libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón; de ser el caso, se hará una limpieza adecuada con un cepillo de alambre. Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán ser recubiertas con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Luego de la fundición de los elementos, las formaleas deberán conservarse en su lugar hasta que Fiscalización autorice su remoción, proceso en el cual se tomarán las debidas precauciones de manera que no se afecte al nuevo elemento.

Cuando se utilicen acelerantes, el desencofrado podrá hacerse en el menor tiempo posible de acuerdo a las especificaciones del aditivo utilizado.

Los encofrados deberán construirse de manera que permitan la remoción sin martilleo o uso de palancas contra el hormigón. Los encofrados no permanecerán por más de 15 días a la intemperie antes de ser utilizados; pasado este tiempo serán reconstruidos.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el Constructor dará a conocer a Fiscalización los métodos y materiales que empleará para la construcción y/o colocación de los encofrados. La autorización previa del Fiscalizador para el procedimiento del colado, no relevará al Constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por Fiscalización antes de verter el hormigón.

Encofrados de madera

Los encofrados estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1 cm.

Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos, de un diámetro mínimo de 8 mm roscados de lado a lado, con arandelas y tuercas.

Seguidamente se deberá suministrar a las formaleas los soportes y puntales adecuados, los cuales podrán ser de madera o metálicos extensibles. Dicho apuntalamiento deberá colocarse con una separación adecuada y contraventeados entre sí para mantener su forma y posición y asentados al mismo tiempo sobre una tabla corrida de mínimo 2 cm de espesor.

Se verificará que la madera no esté en un “estado verde” porque se puede retraer antes del vaciado del hormigón, ni demasiado seca porque puede pandearse cuando se humedezca al colocar la mezcla.

Encofrados metálicos

En caso de requerirse módulos metálicos de encofrado, se deberá prever que el espesor de los mismos no sea inferior a 2 mm.

Si se tratará de la construcción de muros, columnas, vigas, losas y demás elementos con una determinada altura proyectada y sea cual sea el material del encofrado, se deberá asegurar y mantener los tableros en su posición vertical, para lo cual, se utilizarán riostras y puntales, ya sean estos últimos pingos y/o metálicos extensibles, según el caso y previa autorización de Fiscalización.

Encofrado metálico para vías

Consiste en la dotación y colocación de encofrados metálicos para la colocación del hormigón.

Antes que se coloquen los moldes metálicos y se comience con la operación de pavimentación, la calzada deberá ser debidamente compactada y conformada de acuerdo a los perfiles longitudinales y transversales establecidos en los planos respectivos, todos los pozos de revisión y otras obras de arte tendrán que haber sido alineados convenientemente a la pendiente adecuada. En todo momento, una suficiente extensión de la calzada tendrá que haber sido preparada para permitir la instalación adecuada de los cofres.

Será responsabilidad del Contratista, el chequeo de los pozos y de otras obras de infraestructura, así como de las pendientes longitudinales y transversales que quedarán a la entera satisfacción del Fiscalizador.

ACONDICIONAMIENTO DE LA CALZADA

La calzada deberá ser examinada para su corrección conveniente y se aceptarán variaciones de 1,5 cm. en exceso o en defecto. Los excesos de material de este valor deberán ser retirados cuanto antes de la misma.

Todas las depresiones que sean mayores a un centímetro y medio deberán llenarse convenientemente utilizando material aprobado que se compacte en dichos lugares o concreto integral con la losa de pavimento. No se pagará compensación alguna en concepto del hormigón empleado para corregir las depresiones de la calzada.

La capa de mejoramiento terminada deberá encontrarse lisa y compacta, cuando se coloca el hormigón deberá estar húmeda. Cuando ésta estuviese seca en el momento de la colocación del hormigón, será humedecida. El método de humedecimiento será uno que no forme barro ni acumulación de agua.

COLOCACION DE LOS MOLDES

Los moldes se colocarán a una distancia de por lo menos 30 metros por delante del punto donde se esté vertiendo el hormigón de tal manera que puedan ser comprobados sus niveles. Los moldes se fijarán en el lugar por medio de los de elementos metálicos (varillas), 3 como mínimo para una longitud de cofre de 3 metros de largo, debiendo colocarse uno de estos elementos cerca de cada extremo de cada uno de los cofres. Las secciones de los moldes se fijarán rígidamente de un modo que carezca de juego o movimiento en cualquier dirección.

Los moldes no podrán desviarse en ningún punto más de 1 cm de su alineamiento correspondiente y serán limpiados y lubricados antes de colocar el hormigón.

Los moldes no podrán ser retirados hasta que el hormigón colocado haya fraguado durante por lo menos 12 horas. Al retirar los moldes, se deberá proceder con cuidado para evitar daños al pavimento.

c) Medición y Forma de Pago

- Los encofrados tanto de madera como metálico se medirán en metros cuadrados con aproximación de dos decimales.
- Para el caso del encofrado metálico para vías, la cantidad a pagarse por este concepto será por metro lineal con aproximación de dos decimales.

En los dos casos anteriores el precio a pagar será de acuerdo al establecido en el contrato.

ESPECIFICACIONES POR ÍTEMS**001. OBRAS PRELIMINARES****1.001 Replanteo y Nivelación de Vías****a) Definición**

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes de la Fiscalización como paso previo a la construcción de una obra civil. Este trabajo deberá realizarse con una precisión suficiente de manera que permita la perfecta ubicación de las obras existentes y de la estructura nueva a ser emplazada.

b) Especificaciones

Cuando la Entidad Contratante no proporcione Topógrafo, el Contratista deberá realizar el Replanteo y Nivelación de la estructura con los planos y demás datos que para el efecto le proporcione la Entidad Contratante.

Este rubro incluye el replanteo y nivelación del terreno original en un número de veces necesarias hasta que se cumpla con los niveles del proyecto y demás condiciones geométricas de la obra.

Se efectuará el replanteo utilizando aparatos topográficos (estación total, nivel, teodolito con alto grado de precisión, etc.), ubicando en el terreno puntos que no serán removidos durante el período de construcción. Todos los puntos a ser replanteados deberán ser comprobados por la Fiscalización.

c) Medición y Forma de Pago

En el caso de replanteo y nivelación de vías, la unidad de medida será por metro lineal con aproximación de dos decimales medido en obra y de acuerdo al precio unitario establecido para este efecto.

1.002 Excavación a máquina con retroexcavadora material sin clasificar 0 - 2m

1.003 Excavación a máquina con retroexcavadora material de alta consolidación 0-2m

1.004 Excavación a máquina con retroexcavadora, material roca.

1.005 Excavación Manual en material sin clasificar 0- 2m

1.006 Excavación Manual en material alta consolidación 0- 2m

a) Definición

Se entenderá por excavación a mano o mecánica los cortes de terreno para conformar plataformas, taludes o zanjas para cimentar estructuras, alojar tuberías u otros propósitos y, la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para construir las obras civiles respectivas. Incluye todas las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

b) Especificaciones

Las excavaciones ya sean de tipo manual o mecánico (excavación en suelo sin clasificar, conglomerado y/o roca), serán efectuadas de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos; en cuyo caso, podrán ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

De preferencia el Contratista utilizará sistemas de excavación mecánicos, debiendo originar superficies uniformes, que mantengan los contornos de excavación tan ajustados como sea posible a las líneas indicadas en los planos, reduciendo al mínimo las sobreexcavaciones. La excavación a mano se empleará básicamente para obras y estructuras menores, donde la excavación mecánica pueda deteriorar las condiciones del suelo, conformar el fondo de las excavaciones hechas a máquina (rasanteo), o cuando por condiciones propias de cada obra la Fiscalización así lo disponga.

Si los resultados obtenidos no son los esperados, la Fiscalización podrá ordenar y el Contratista debe presentar, sistemas alternativos adecuados de excavación, sin que haya lugar a pagos adicionales o diferentes a los constantes en el contrato. Así mismo, si se encontraren materiales inadecuados para la fundación de las obras, la Fiscalización podrá ordenar una sobreexcavación, pagando por este trabajo los mismos precios indicados en el contrato.

Durante el proceso de excavación, el Contratista deberá controlar que cualquier tipo de escorrentía, sea ésta proveniente de aguas servidas, potables, provenientes de lluvias o de cualquier otra fuente que no sea proveniente del subsuelo (aguas freáticas) no afecte la normal ejecución de las obras. Esto lo podrá atenuar mediante la construcción de un drenaje natural a través de la propia excavación; para lo cual el Contratista acondicionará cuando sean requeridas cunetas, ya sea dentro de las excavaciones o fuera de ellas para evacuar e impedir el ingreso de agua procedente de la escorrentía superficial.

Cualquier daño resultante de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a la fundación misma, a las superficies excavadas, a cualquier estructura existente y/o a las propiedades adyacentes, será reparado por el Contratista a su costo y a entera satisfacción de la Fiscalización.

Finalmente se indica que el material proveniente de las excavaciones es propiedad de la entidad contratante y su utilización para otros fines que no estén relacionados con la obra, serán expresamente autorizados por la Fiscalización.

Clasificación de Suelos para Excavaciones

Con base de los resultados de los estudios geológicos y geotécnicos, se ha definido la existencia de suelos de tipo: normal (sin clasificar), conglomerado y roca, en algunos casos con niveles freáticos altos que originarán presencia de agua en las excavaciones. A continuación se particularizan especificaciones para cada caso.

a. Excavación en Suelo Sin Clasificar

Se entenderá por terreno normal aquel conformado por materiales finos combinados o no con arenas, gravas y con piedra de hasta 20 cm. de diámetro en un porcentaje de volumen inferior al 20%.

Es el conjunto de actividades necesarias para remover cualquier suelo clasificado por el SUCS como suelo fino tipo CH, CL, MH, ML, OH, OL, o una combinación de los mismos o suelos granulares de tipo GW, GP, GC, GM, SW, SP, SC, SM, o que lleven doble nomenclatura, que son aflojados por los métodos ordinarios tales como pico, pala o máquinas excavadoras, incluyen boleos cuya remoción no signifiquen actividades complementarias.

b. Excavación en Conglomerado

Se entenderá por conglomerado el terreno con un contenido superior al 60% de piedras (cantos rodados) o pequeños bloques de roca de volumen inferior a 0.30 m³, separados por material suelto, de forma que no exista cementación entre los cantos

c. Excavación en Roca

Se entenderá por roca el material que se encuentra dentro de la excavación que no puede ser aflojado por los métodos ordinarios en uso, tales como pico y pala o máquinas excavadoras sino que para removerlo se haga indispensable el uso de explosivos, martillos mecánicos, cuña u otros análogos.

Cuando el fondo de la zanja sea de conglomerado o roca se excavará hasta 0.15 m. por debajo del asiento del tubo y se llenará luego con arena y grava fina. En el caso de que la excavación se pasara más allá de los límites indicados anteriormente, el hueco resultante

de esta remoción será rellenado con un material adecuado aprobado por el Ingeniero Fiscalizador. Este relleno se hará a expensas del Constructor, si la sobreexcavación se debió a su negligencia u otra causa a él imputable.

Cuando la excavación de zanjas se realice en roca fija, se permitirá el uso de explosivos, siempre que no alteren el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero Fiscalizador de la obra. El uso de explosivos estará sujeto a las disposiciones que prevea el Ingeniero Fiscalizador.

d. Excavación en Suelos de Alta Consolidación

Es la remoción del estrato de alta consolidación, que por su dureza al corte, permite obtener taludes verticales sin riesgo de desmoronamiento que se reconocen por estar compuestos, generalmente de areniscas cementadas, cangagua, arcillas laminares de profundidad. Para la excavación se requiere de equipos especiales como compresores equipados con rompe-pavimentos, no permite el uso de dinamita u otro sistema de explosión.

e. Excavación en Presencia de Agua

La realización de excavación de zanjas con presencia de agua puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes del subsuelo, escorrentía de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas y otros similares; la presencia de agua por estas causas debe ser evitada por el constructor mediante métodos constructivos apropiados, por lo que no se reconocerá pago adicional alguno por estos trabajos.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias no se realizarán excavaciones en tiempo lluvioso. Las zanjas deberán estar libres de agua antes de colocar las tuberías y colectores; bajo ningún concepto se colocarán bajo agua. Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas. Para el caso de instalación de tuberías de drenaje de hormigón con juntas de mortero, se mantendrá seca la zanja hasta que se consiga el fraguado del cemento.

Por las excavaciones de cualquier naturaleza realizadas en presencia de agua no se reconocerá pago adicional.

Profundidad de las Excavaciones

Para el caso de las excavaciones la extracción de material hasta conseguir llegar al plano de asentamiento de la estructura, se establecen las siguientes profundidades de excavación:

- Excavación de 0 a 2 m: se conceptúa como la remoción y extracción de material desde el nivel del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 2 m.
- Excavación de 2 a 4 m se conceptúa como la remoción y extracción de material desde una profundidad de 2 m medidos a partir del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 4 m.
- Excavación de 4 a 6 m se conceptúa como la remoción y extracción de material desde una profundidad de 4 m medidos a partir del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 6 m.

La profundidad mínima para zanjas de alcantarillado y agua potable será 1.20 m más el diámetro exterior del tubo. En ningún caso se excavará con maquinaria tan profundo que la tierra del plano de asiento de los tubos sea aflojada o removida. El último material que se vaya a excavar será removido a mano con pico y pala, en una profundidad de 0.10 m. La conformación del fondo de la zanja y la forma definitiva que el diseño y las especificaciones lo indiquen se realizará a pico y pala en la última etapa de la excavación. Adicionalmente y luego de la aprobación respectiva del Ingeniero Fiscalizador, cuando el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobreexcavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del Ingeniero Fiscalizador sea conveniente.

Tipo de Excavaciones según la manera de ejecutarla***a. Excavación Manual***

Este trabajo consiste en el conjunto de actividades necesarias para la remoción de materiales de la excavación por medios ordinarios tales como picos, palas, puntas, combos, etc. Se utilizará para excavar la última capa de la zanja, o en aquellos sitios en los que la utilización de equipo mecánico sea imposible.

b. Excavación Mecánica

En este caso se utiliza equipo caminero apropiado para la realización de las excavaciones. Este tipo de excavación se utilizará para realizar los respectivos cortes previos a la conformación de los terraplenes donde se implantará las diferentes estructuras. Así mismo para la construcción de sub-drenes, de infraestructura sanitaria o aquellas excavaciones requeridas en el lecho de los ríos para la construcción de los pasos subfluviales.

c. Limpieza de Derrumbes

Antes de efectuarse la limpieza debe considerarse las causas del deslizamiento, y si se a calificado de negligencia, descuido u abandono del frente, el costo de las actividades será de cargo del Contratista, de lo contrario se tomará datos de topografía y se ordenará la limpieza. El rubro se considerará como excavación en tierra y sólo en el caso de bloques de roca de gran tamaño y que se ha utilizado explosivos, se considerará como excavación en roca.

c) Medición y Forma de Pago

Las excavaciones, sean de forma manual o mecánica se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación de dos decimales, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del Fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Constructor.

Para el caso de zanjas, el pago se realizará por el volumen realmente excavado, calculado por franjas y en los rangos determinados en esta especificación, más no calculado por la altura total excavada.

Para el caso de vías, el pago será de acuerdo a los volúmenes realmente excavados considerando los perfiles que representan las vías al momento de iniciar los trabajos de excavación (en este volumen no se considerará el esponjamiento), y hasta la profundidad autorizada por Fiscalización.

Se tomarán en cuenta las sobreexcavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador.

3 OBRAS HIDROSANITARIAS

3.001 Suministro e instalación de tubería de acero corrugado (D=900 mm, e=2 mm)

a) Definición

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas con tubos o arcos de metal corrugado de los tamaños, tipos, calibre, espesores y dimensiones indicados en los planos, y de acuerdo con las presentes especificaciones. Serán colocados en los lugares con el alineamiento y pendiente señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo incluirá el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones, tomas y muros terminales necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Los tubos o arcos de metal corrugado que se utilicen en las carreteras serán de acero o de aluminio, según se estipule en los documentos contractuales.

b) Especificaciones

Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie

galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador.

La excavación y relleno estructural se realizará de acuerdo con lo previsto en las subsecciones D.8.

Los tubos deberán ser colocados en una zanja excavada de acuerdo con la alineación y pendiente indicadas en los planos o por el Fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser preparado en tal forma que ofrezca un apoyo firme y uniforme a todo lo largo de la tubería, Todo tubo mal alineado, indebidamente asentado o dañado será extraído, recolocado o reemplazado por el Contratista a su cuenta.

Las secciones de tubo deberán colocarse en la zanja con el traslapeo circunferencial exterior hacia aguas arriba y con la costura longitudinal en los costados. Las secciones se unirán firmemente con el acoplamiento adecuado. Las corrugaciones de la banda de acoplamiento deberán encajar en las del tubo antes de ajustar los pernos.

c) Medición y Forma de Pago

Las cantidades a pagarse por tubería de metal corrugado serán los metros lineales, medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

La medición se efectuará a lo largo de la tubería instalada y a las instrucciones del Fiscalizador; cualquier exceso no autorizado no será pagado.

4 PAVIMENTO FLEXIBLE

4.001 Subrasante conformación y compactación con equipo pesado

a) Definición

Después de que las plataformas para las vías (nivel de subrasante natural) hayan sido terminadas, serán acondicionadas en su ancho total retirando cualquier material blando o

inestable que no pueda ser compactado adecuadamente y reemplazándole con suelo seleccionado, previamente aprobado por fiscalización. Se harán los trabajos necesarios hasta lograr plataformas perfectamente conformadas y compactadas de acuerdo a las cotas y secciones transversales especificadas. De ser necesario se realizarán trabajos de: escarificación, humedecimiento u oreo, conformación y compactación hasta lograr superficies perfectamente compactadas y de acuerdo a las cotas establecidas en los planos del proyecto.

b) Especificaciones

La compactación se efectuará hasta obtener un peso volumétrico seco igual o mayor al 95% de la densidad máxima obtenida según el ensayo AASHTO T-180 método D, en una profundidad de 0.15 m., a excepción en los suelos arcillosos en los cuales se puede perder estabilidad al ser escarificados en consideración al grado de preconsolidación que presentan los mismos, u en otros tipos de depósitos o formaciones a criterio de la Fiscalización, estos deberán ser conformados y densificados, sin requerimientos en lo referente al grado de compactación. Si su consistencia en ciertas zonas es tal, que impide el trabajo adecuado en el tendido de la capa de subrasante mejorada, antes de ésta deberá ser colocado un pedraplén, cuyo material tendrá un tamaño máximo de 6 pulgadas, el mismo que será compactado hasta lograr su penetración en el estrato de sedimentos finos.

Los ensayos de densidad de campo, se harán cada 20 mts a ambos lados del eje de la vía o en los sitios señalados por la Fiscalización. Los puntos para los ensayos serán también seleccionados al azar, disminuyendo esta distancia en zonas en las cuales existan dudas acerca del grado de compactación requerida, si existieren varias franjas o carriles, estos ensayos se efectuarán en cada una de ellas.

En caso de no encontrarse debidamente compactada las zanjas de la infraestructura sanitaria, será de responsabilidad del Contratista retirar el material hasta el nivel que lo señala la Fiscalización y proceder a compactar en capas máximas de espesor suelto de 0,15 m., hasta obtener pesos volumétricos secos iguales o mayores al 95% AASHTO T-

180 método D, el precio por estos trabajos, se pagará por volumen de material compactado, de acuerdo al desglose de precios unitarios, siempre y cuando los rellenos no hayan sido realizados por el contratista, en este caso no se reconocerá valor alguno.

Después de haberse realizado la pavimentación, será de responsabilidad absoluta del Contratista cualquier daño en la estructura del pavimento que podría suponerse a defectos de compactación de la infraestructura.

c) Medición y Forma de Pago

Las mediciones para la determinación de áreas de subrasante se las efectuará en obra en base a los datos del Proyecto, y será medido en metros cuadrados.

4.002 sub-base clase 1, conformación y compactación en calzadas

a) Definición

En base a consideraciones experimentales y del uso de materiales en obra, se estipula a la mezcla de sub-base granular CLASE I con una plasticidad menor o igual a 9 y un límite líquido menor o igual a 30.

Esta norma se aplicará en los trabajos de pavimento de calzada, rellenos de zanjas, conformación de plataformas, etc.

Este rubro consistirá en la preparación y suministro del material y la colocación de la capa de sub-base, sobre la subrasante natural o mejoramiento conformada y compactada, previa a la autorización del Ingeniero Fiscalizador.

b) Especificaciones

El agregado será el producto de la trituración de fragmentos de roca y de cantos rodados. El material, estará constituido de fragmentos limpios, resistentes y durables, libres de exceso de partículas alargadas. Estabilizados con agregados finos provenientes de la trituración o de un suelo fino seleccionado en caso de que se requiera para cumplir con las especificaciones de granulometría y plasticidad. Además estará exenta de material vegetal, grumos de arcilla u otro material inconveniente.

La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante, previamente preparada conforme lo estipula en las especificaciones dadas para esta capa en los numerales anteriormente anotados, y previa autorización del Ingeniero Fiscalizador. La sub-base granular deberá ser construida en capas que tengan 20 centímetros de espesor como máximo, una vez compactadas.

Los diferentes agregados que constituyen los componentes de la sub-base, serán mezclados en planta central y graduados uniformemente de grueso a fino.

Inmediatamente después de terminada la distribución y conformación del material, se procederá a compactarlo en todo su ancho por medio del rodillo liso, vibratorio, hasta que se obtenga la densidad requerida y una superficie uniforme de conformidad con la alineación, gradiente y sección transversal que consta en los planos.

El promedio del espesor de la sub-base terminada deberá ser igual o mayor que el espesor indicado en el diseño del pavimento, y en ningún punto la cota deberá variar en más de 0.01 m. de lo indicado en los planos.

En todos los sitios no accesibles a los rodillos, el material de sub-base deberá ser compactado íntegramente mediante el empleo de apisonadores mecánicos apropiados.

Luego de la compactación final de la sub-base, la Fiscalización comprobará el espesor y densidad de la misma a intervalos de aproximadamente 20 m lineales a cada lado de las vías o plataformas y/o en los puntos que la fiscalización lo determine. Los puntos para los ensayos serán también seleccionados al azar, disminuyendo esta distancia en zonas en las cuales existan dudas acerca del grado de compactación requerida, si existieren varias franjas o carriles, estos ensayos se efectuarán en cada una de ellas.

La densidad de la capa compactada deberá ser como mínimo el 100% de la máxima densidad obtenida según el ensayo AASHO T-180 método D.

c) Medición y Forma de Pago

Las mediciones para la determinación de volúmenes de subbase clase I se las efectuará en obra en base a los datos del Proyecto, y será medido el volumen compactado, es decir no se considerará el esponjamiento.

Las cantidades determinadas anteriormente se pagarán a los valores de los precios unitarios establecidos en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la extracción, suministro, manipuleo y transporte del material de ser el caso; y toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta sección.

Este rubro se pagará previo a la presentación del informe técnico de granulometría y compactación del laboratorio designado por la fiscalización.

4.003 Base granular clase 1 - tipo A conformación y compactación con equipo pesado***a) definición***

La capa de base granular en los espesores de diseño correspondientes se colocarán sobre estructuras de pavimento preparadas a nivel de material de subbase y/o subrrasante natural previamente estabilizada.

b) Especificaciones

El material Base Granular corresponderá a una Base Clase “1” tipo “A”, ciento por ciento triturados y deberá cumplir necesariamente con la faja granulométrica correspondiente a Tipo “A” de la tabla 404-1.1 del manual de Especificaciones del MTOP así como los parámetros Índice de plasticidad (IP) menor a 6; Limite líquido (LI) menor a 25, desgaste a la abrasión menor al 40% y un CBR mayor al 80%.

La preparación de la base granular en referencia debe cumplir la mezcla del material grueso con el fino necesariamente ciento por ciento en planta, es decir las mezclas de los materiales crudos que ingresen a la tolva de la trituradora para su procesamiento.

Este rubro consistirá en la preparación y suministro del material y la colocación de la capa de base sobre una de mejoramiento debidamente conformado y compactado o, sobre la subrasante natural conformada y compactada, previa a la autorización del Ingeniero Fiscalizador.

El agregado será el producto de la trituración de fragmentos de roca y de cantos rodados en un porcentaje no menor al 60% en peso. El material, estará constituido de fragmentos limpios, resistentes y durables, libres de exceso de partículas alargadas. Estabilizados con agregados finos provenientes de la trituración o de un suelo fino seleccionado en caso de que se requiera para cumplir con las especificaciones de granulometría y plasticidad. Además estará exenta de material vegetal, grumos de arcilla u otro material inconveniente.

La capa de base se colocará sobre la subrasante, previamente preparada conforme lo estipula en las especificaciones dadas para esta capa en los numerales anteriormente anotados, y previa autorización del Ingeniero Fiscalizador. La base granular deberá ser construida en capas que tengan 20 centímetros de espesor como máximo, una vez compactadas.

Los diferentes agregados que constituyen los componentes de la base, serán mezclados en planta central y graduados uniformemente de grueso a fino.

Inmediatamente después de terminada la distribución y conformación del material, se procederá a compactarlo en todo su ancho por medio del rodillo liso, vibratorio, hasta que se obtenga la densidad requerida y una superficie uniforme de conformidad con la alineación, gradiente y sección transversal que consta en los planos.

El promedio del espesor de la base terminada deberá ser igual o mayor que el espesor indicado en el diseño del pavimento, y en ningún punto la cota deberá variar en más de 0.01 m. de lo indicado en los planos.

En todos los sitios no accesibles a los rodillos, el material de base deberá ser compactado íntegramente mediante el empleo de apisonadores mecánicos apropiados.

Luego de la compactación final de la base, la Fiscalización comprobará el espesor y densidad de la misma a intervalos de aproximadamente 20 m lineales a cada lado de las vías o plataformas y/o en los puntos que la fiscalización lo determine. Los puntos para los ensayos serán también seleccionados al azar, disminuyendo esta distancia en zonas en las cuales existan dudas acerca del grado de compactación requerida, si existieren varias franjas o carriles, estos ensayos se efectuarán en cada una de ellas.

La densidad de la capa compactada deberá ser como mínimo el 100% de la máxima densidad obtenida según el ensayo AASTHO T-180 método D.

c) Medición y Forma de Pago

Las mediciones para la determinación de volúmenes de base clase I tipo “A” se las efectuará en obra en base a los datos del Proyecto, y será medido el volumen compactado, es decir no se considerará el esponjamiento.

Las cantidades determinadas anteriormente se pagarán a los valores de los precios unitarios establecidos en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la extracción, suministro, manipuleo y transporte del material de ser el caso; y toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta sección.

Este rubro se pagará previo a la presentación del informe técnico de granulometría y compactación del laboratorio designado por la fiscalización.

4.004 imprimación asfáltica con barrido mecánico

a) Definición

Este trabajo consiste en el suministro y distribución de material asfáltico diluido sobre una superficie de base o sub-base previamente preparada y completamente libre de polvo y de materiales extraños, para lo que se utilizará una barredora mecánica. Para efectuar la imprimación, el Contratista deberá recibir la autorización del Ingeniero Fiscalizador.

En este rubro se considera incluido la limpieza y el humedecimiento en caso que fuera necesario en su superficie, así como el regado de arena, en los lugares que exista exceso de asfalto (no ha penetrado) para efectuar el secado.

b) Especificaciones

El material asfáltico puede estar constituido de un 70% de R.C.2 y un 30% de Kérex; o de cualquier otro tipo de grado de cutback que cumpla con las condiciones requeridas para este objeto, previamente aprobado por la Fiscalización.

El material para la capa secante, si fuese necesaria, estará constituida de una arena limpia y con una de las siguientes granulometrías:

PORCENTAJE EN PESO

TAMIZ	AGREGADO NATURAL		AGREGADO TRITURADO	
1/2"	100	100	100	100
3/8"	100	100	100	90-100
Nº-4	85-100	85-100	60-100	10-30
Nº-8	-----	0-25	0-10	0-8
Nº-50	0-20	-----	-----	-----
Nº-200	0-5	0-2	0-2	0-2

El distribuidor a presión para el riego asfáltico, estará dotado de una rueda que registre la velocidad de recorrido y un tacómetro en metros por minuto, y deberá mantener constante la velocidad requerida para la aplicación. El riego se efectuará mediante el rociado constante sin atomización y en la cantidad requerida (1.00-2.25 lts./m²) y dentro de los límites de temperatura previstos para el efecto. El contratista dispondrá en obra de instrumentos apropiados para indicar y comprobar cualquier momento la temperatura del material asfáltico.

Al momento de distribuir el asfalto de imprimación, la superficie a regarse deberá cumplir con los requisitos pertinentes de densidad y acabado y estará libre de cualquier material suelto o de otro modo objetable. El Ingeniero Fiscalizador podrá disponer que se efectúe un riego de agua antes de aplicarse el material asfáltico de creer conveniente.

Sobre la superficie aprobada, el asfalto de imprimación será distribuido uniformemente en la cantidad que ordene el Ingeniero Fiscalizador (que estará de acuerdo a la calidad y a la naturaleza de la base colocada), así como a la temperatura de aplicación. Se distribuirá solamente cuando la superficie atmosférica a la sombra sea más de 15 grados centígrados o la temperatura de la superficie sea más de 22 grados centígrados y siempre que el temporal no sea lluvioso ni neblinoso, ni con amenaza de lluvias inmediatas.

Para evitar superposiciones en el empalme de dos distribuciones se cerrará de inmediato el distribuidor al terminar el riego de un tramo determinado, y al mismo tiempo se colocará papel grueso debajo de las toberas para asegurar un riego uniforme. Antes de continuar la distribución y para conseguir un empalme correcto, se colocará otro papel grueso en la parte imprimida y comenzará la distribución sobre éste para obtener un riego asfáltico uniforme en toda la superficie.

c) Medición y forma de pago

La capa de imprimación se pagará por metro cuadrado, en el área que corresponde a la base o a la superficie indicada por la Fiscalización. En este precio se incluirá la arena de secado, cuando se requiera.

4.005 CARPETA ASFÁLTICA (e=3") Ho ASF. MEZCLADO EN PLANTA

a) Definición

Este trabajo consistirá en mantenimiento de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

b) Especificaciones

Materiales.- El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.4. El cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2 del MTOP 001-F-2000.

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas. Las mezclas asfálticas a emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75 micrones y el contenido de asfalto en porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2. Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405-4.1.

En el contrato se determinará el tipo y graduación de los agregados, de acuerdo con las condiciones de empleo y utilización que se previene para la carpeta asfáltica.

Tabla 405-4.1 Composición granulométrica

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
3/4" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
1/2" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, MTOP 001-F-2000

Equipo

Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista, podrán ser continuas o por paradas, y deberán cumplir los requisitos que se establezcan más adelante para cada una de ellas específicamente, además de lo cual todas deberán satisfacer las exigencias a) Equipo para manejo del asfalto: Los tanques para almacenamiento del asfalto deberán estar equipados con serpentines de circulación de vapor o aceite que permitan un calentamiento seguro, sin que existan probabilidades de

producirse incendios u otros accidentes; y con dispositivos que posibiliten un control efectivo de temperaturas en cualquier momento. Los tanques para almacenamiento deberán tener capacidad suficiente de reserva para al menos un día de trabajo sin interrupciones; el sistema de circulación a las balanzas de dosificación, mezcladora, etc., deberá tener capacidad suficiente para un caudal uniforme, y deberá estar provisto de camisas de aislamiento térmico y conservación de la temperatura. Deberá proveerse de dispositivos confiables para medición y muestreo del asfalto de los tanques.

b) Secador: La planta deberá estar equipada con un horno secador rotativo para agregados, con suficiente capacidad para proveer los agregados secos y a la temperatura necesaria, a fin de mantener a la mezcladora trabajando continuamente y a su máximo rendimiento. Dispondrá de dispositivos para medición de la temperatura de los agregados al salir del horno, que trabajen con un máximo de error de 5 °C.

El horno secador estará diseñado con una longitud y un número de revoluciones tales que permitan recibir los agregados y movilizarlos hacia la salida en una forma regular y continua, a fin de entregarlos al alimentador de las cribas totalmente secos y en la temperatura necesaria, mediante un flujo permanente, adecuado y sin interrupciones. De todas maneras, el Fiscalizador deberá obtener las muestras necesarias en forma periódica de los agregados transportados a la planta, para comprobar la calidad del secamiento en el núcleo de los mismos.

c) Cribas y tolvas de recepción: La planta dispondrá de las cribas suficientes para tamizar el agregado proveniente del secador y separarlo en las graduaciones requeridas para alojarlas en las diferentes tolvas individuales de recepción.

Los tamices a utilizarse para la separación de las diferentes graduaciones, no permitirán que cualquier tolva reciba más de un 10% de material de tamaño mayor o menor que el especificado.

Las tolvas para almacenamiento del agregado caliente deberán tener tamaño suficiente, para conservar una cantidad de agregados que permita la alimentación de la mezcladora trabajando a su máximo rendimiento. Existirán al menos tres tolvas para las diferentes

graduaciones, y una adicional para el relleno mineral que se utilizará cuando sea necesario. Cada tolva individual estará provista de un desbordamiento que impida la entrada del exceso de material de uno a otro compartimiento, y que descargue este exceso hasta el piso por medio de una tubería, para evitar accidentes.

Las tolvas estarán provistas de dispositivos para control de la cantidad de agregados y extracción de muestras en cualquier momento.

d) Dispositivos para dosificación del asfalto: La planta estará provista de balanzas de pesaje o de dispositivos de medición y calibración del asfalto, para asegurar que la dosificación de la mezcla se halle dentro de las tolerancias especificadas en la fórmula maestra de obra.

El asfalto medido, ya sea por peso o por volumen, deberá ser descargado a la mezcladora, mediante una abertura o una barra esparcidora cuya longitud será al menos igual a las tres cuartas partes de la longitud de la mezcladora, a fin de lograr una distribución uniforme e inmediata al mezclado en seco.

Los dispositivos para la dosificación estarán provistos de medios exactos de medición y control de temperaturas y pesos o volúmenes. La temperatura será medida en la cañería que conduce el asfalto a las válvulas de descarga a la entrada de la mezcladora.

e) Colector de polvo: La planta estará equipada con un colector de polvo de tipo ciclón que recolecte el polvo producido en el proceso de alimentación y mezclado.

Este colector estará diseñado en forma de poder devolver, en caso necesario, el polvo recolectado o parte de él a la mezcladora, o de conducirlo al exterior a un lugar protegido para no causar contaminación ambiental.

f) Laboratorio de campo: Se deberá contar con el equipo necesario para poder realizar ensayos de la categoría 1 según la subsección 810-2.04, con el objetivo de que antes de descargar el cemento asfáltico a los reservorios desde el tanquero-cisterna este sea evaluado y certificado. Se contará también con el equipo necesario para evaluar la composición de las mezclas y la temperatura de fabricación de las mismas.

g) Medidas de seguridad: Las plantas deberán disponer de escaleras metálicas seguras para el acceso a las plataformas superiores, dispuestas de tal manera de tener acceso a todos los sitios de control de las operaciones. Todas las piezas móviles como poleas, engranajes, cadenas, correas, etc., deberán hallarse debidamente protegidas para evitar cualquier posibilidad de accidentes con el personal. El espacio de acceso bajo la mezcladora para los camiones, deberá ser amplio, para maniobrar con facilidad a la entrada y a la salida. El contratista proveerá además de una plataforma de altura suficiente, para que el Fiscalizador pueda acceder con facilidad a tomar las muestras necesarias en los camiones de transporte de la mezcla.

1.- Exigencias especiales para plantas discontinuas:

a) Dispositivos de dosificación: Las balanzas para pesar los agregados deberán ser capaces de producir medidas exactas para cada fracción, con una precisión de 0.5% del peso indicado para cualquier carga. Cada fracción que deba pesarse ingresará a un cajón de pesaje suspendido por las balanzas, con capacidad suficiente para recibir la totalidad de la parada con margen de seguridad para evitar el desborde. El cajón permanecerá cerrado y no deberá perder ningún material, hasta completar la parada total de agregados que ingresarán a la mezcladora el momento de la descarga de una manera instantánea. Los soportes del cajón de pesaje estarán libres de cualquier interferencia para permitir un pesaje efectivo en todo momento.

Las balanzas serán de tipo dial sin resortes, de fabricación comercial reconocida y con escala que permita apreciar al menos 5 Kg, empezando su funcionamiento con un peso máximo de 45 Kg. La capacidad total de la balanza será hasta 1.5 veces la capacidad de la mezcladora por paradas.

El dial deberá estar provisto de agujas para señalar los pesos de cada fracción que se vaya vertiendo en el cajón de pesaje. El movimiento de las agujas estará diseñado para evitar cualquier reflexión sobre el dial y el cristal de protección no deberá permitir refracciones que dificulten la lectura precisa.

La balanza para pesar el material bituminoso deberá ser de idéntica factura que las balanzas para agregados, pero la subdivisión mínima de la escala será de 1 Kg y el dial deberá iniciar el control de pesaje con un peso máximo de 5 Kg. La capacidad de estas balanzas para pesar materiales bituminosos será 1.15 veces mayor que el peso del asfalto a agregar a cada parada.

Las balanzas, tanto para los agregados como para el asfalto deberán ser calibradas tantas veces como el Fiscalizador lo juzgue conveniente para asegurar la continuidad y uniformidad del pesaje. El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la calibración, incluyendo las pesas apropiadas, y deberá prestar todas las facilidades para que se efectúe la comprobación a satisfacción del Fiscalizador.

La precisión del equipo para medir el asfalto estará dentro del 0.5% de tolerancia sobre cualquier peso requerido.

Una vez pesado el asfalto que se utilizará en una parada, se accionarán las válvulas manual o automáticamente, para descargar el asfalto dentro de la mezcladora en un lapso máximo de 15 segundos. La descarga del asfalto deberá producirse en cuanto la mezcladora termine su período de mezclado de los agregados en seco.

b) Mezcladora: La mezcladora será de paletas giratorias dobles, para mezcla tipo amasado, con un número suficiente de paletas para producir una mezcla homogénea y dentro de las tolerancias fijadas para la fórmula maestra de obra. La separación entre ejes y paletas será tal que no cause fracturación del agregado grueso al momento del mezclado.

La mezcladora podrá ser de cajón cerrado o abierto con tapa móvil, para evitar pérdida del relleno mineral o material fino al momento del mezclado inicial. En todo caso, su diseño permitirá tomar con facilidad las muestras necesarias de la mezcla. Estará equipada con dispositivos exactos para medir y controlar el tiempo de mezclado por

cada parada, con precisión de 5 segundos. Contará también con un registrador automático del número de paradas producidas.

2.- Exigencias especiales para plantas continuas:

a) Dispositivos de dosificación, control y calibración: La planta de mezcla continua deberá incluir los dispositivos necesarios para la dosificación exacta de los agregados y el asfalto, sea por volumen o por peso. Previamente al ingreso al secador de la planta, los agregados en frío deberán estar completamente secos.

Cuando se efectúe un control de los agregados por volumen, cada tolva de almacenamiento individual dispondrá de una compuerta regulable exactamente, para formar el orificio de dosificación volumétrica, el cual será rectangular y ajustable en sus dimensiones, y deberá estar provisto de registradores para indicar la abertura en cualquier momento.

Las aberturas de salida de las tolvas serán calibradas por medio del pesaje de muestras tomadas de cada compartimiento, utilizando el equipo de control de las muestras proporcionado por el Contratista, equipo que permitirá una exactitud de pesaje dentro del 0.5% de error sobre el peso indicado.

Cuando se requiera de relleno mineral, éste será introducido a la mezcladora desde una tolva individual, equipada con un dispositivo exacto para la dosificación, y que trabajará sincronizadamente con los alimentadores del agregado y del asfalto.

b) Sincronización de la alimentación: La planta deberá contar con los medios adecuados para asegurar una sincronización efectiva entre el suministro de los agregados provenientes de las tolvas a la mezcladora, y el suministro del asfalto desde el dispositivo de dosificación, para lograr mezclas homogéneas y uniformes.

Las tolvas individuales de los agregados deberán estar provistas de dispositivos de señalización, para indicar el nivel del agregado y detener automáticamente el

funcionamiento de la planta cuando la cantidad de agregado en la tolva sea insuficiente. Así mismo, el sistema de almacenamiento del asfalto dispondrá de dispositivos similares para control y parada de la planta en el momento oportuno.

c) Mezcladora: La planta estará dotada de una mezcladora continua, de diseño capaz de producir una mezcla uniforme dentro de los límites de tolerancia fijados para la fórmula maestra de obra. Las paletas serán reversibles y de ángulo ajustable, para calibrar el paso de la mezcla. El embudo de descarga de la mezcla será tal que permita una descarga rápida y completa de toda la mezcla.

La planta deberá disponer de los datos de fábrica que señalen el régimen de alimentación de los agregados por minuto, para operación a velocidad normal. Deberá contar también con una placa que indique el contenido neto volumétrico de la mezcladora, a los varios niveles marcados en un limnímetro permanente.

Equipo de transporte.- Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

.Equipo de distribución de la mezcla.- La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuado mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados.

Las terminadoras estarán provistas de una tolva delantera de suficiente capacidad para recibir la mezcla del camión de volteo; trasladará la mezcla al cajón posterior, que contendrá un tornillo sinfin para repartirla uniformemente en todo el ancho, que deberá ser regulable. Dispondrá también de una plancha enrasadora vibrante para igualar y

apisonar la mezcla; esta plancha podrá ser fijada en diferentes alturas y pendientes para lograr la sección transversal especificada.

La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora deberá efectuarse cuidadosamente, en tal forma de impedir que los camiones golpeen la máquina y causen movimientos bruscos que puedan afectar a la calidad de la superficie terminada.

Para completar la distribución en secciones irregulares, así como para corregir algún pequeño defecto de la superficie, especialmente en los bordes, se usarán rastrillos manuales de metal y madera que deberán ser provistos por el Contratista.

Equipo de compactación.- El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables.

Los rodillos lisos de tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tandem entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm. de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm.

Ensayos y Tolerancias.- Los agregados deberán cumplir los requisitos de calidad, cuyas pruebas están determinadas en la subsección 811-2. La granulometría será comprobada mediante el ensayo INEN 696, que se efectuará sobre muestras que se tomarán periódicamente de los acopios de existencia, de las tolvas de recepción en caliente y de la mezcla asfáltica preparada, para asegurar que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra.

La calidad del material asfáltico será comprobada mediante las normas indicadas en la subsección 810-2 para cementos asfálticos.

La mezcla deberá cumplir los requisitos especificados en la Tabla 405-5.2.

Las muestras de hormigón asfáltico serán tomadas de la mezcla preparada de acuerdo con la fórmula maestra de obra, y sometidas a los ensayos según el método Marshall.

El hormigón asfáltico que se produzca en la planta deberá cumplir siguientes tolerancias:

- a) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de 1/2" (12.5 mm.) y mayores: $\pm 8\%$.
- b) Peso de los agregados secos que pasen los tamices de 3/8" (9.5 mm.) y N° 4 (4.75 mm.): $\pm 7\%$.
- c) Peso de los agregados secos que pasen los tamices N° 8 (2.36 mm.) y N° 16 (1.18 mm.): $\pm 6\%$.
- d) Peso de los agregados secos que pasen los tamices N° 30 (0.60 mm.) y N° 50 (0.30 mm.): $\pm 5\%$.
- e) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N° 100 (0.15 mm.):
 $\pm 4\%$.
- f) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N° 200 (0.075 mm.): $\pm 3\%$
- g) Dosificación del material asfáltico en peso: $\pm 0.3\%$
- h) Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.
- i) Temperatura de la mezcla al colocarla en el sitio: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

El espesor de la capa terminada de hormigón asfáltico no deberá variar en más de 6 mm. de lo especificado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores medidos, en ningún caso será menor que el espesor establecido en el contrato.

Las cotas de la superficie terminada no deberán variar en más de un centímetro de las cotas establecidas en los planos. La pendiente transversal de la superficie deberá ser uniforme y lisa, y en ningún sitio tendrá una desviación mayor a 6 mm. con el perfil establecido.

Concluida la compactación de la carpeta asfáltica, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 500 a 800 metros

lineales en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino, mediante extracción de muestras. El contratista deberá rellenar los huecos originados por las comprobaciones, con la misma mezcla asfáltica y compactarla a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago adicional por este trabajo.

Cuando las mediciones de comprobación indicadas señalen para el espesor una variación mayor que la especificada arriba, o cuando el ensayo de densidad indique un valor inferior al 97% de la densidad máxima establecida en el laboratorio, o cuando la composición de la mezcla no se encuentre dentro de las tolerancias admitidas, el Fiscalizador efectuará las mediciones adicionales necesarias para definir con precisión el área de la zona deficiente. En caso de encontrarse sectores inaceptables, tanto en espesor como en composición o en densidad, el Contratista deberá reconstruir completamente el área afectada, a su costa, y de acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador.

Ensayos y Tolerancias.- Las mezclas asfálticas de Granulometría cerrada (densa) y semicerrada deberán cumplir con los requisitos especificados en la tabla 405.5.4. Las mezclas asfálticas de Granulometría Abierta deben cumplir los mismos requisitos de estabilidad y flujo Marshall establecidos para mezclas anteriores. Adicionalmente a los requisitos ya nombrados será necesario demostrar la resistencia de la mezcla al daño causado por el agua mediante el método ASTM D4867 y el ensayo de tracción indirecta (ASTM D4123, CABEZAL LOTTMAN), debiendo las mezclas mantener una resistencia residual superior al 80 %. En caso de no cumplirse este requisito, se considerará el cambio de agregados o de cemento asfáltico, o el empleo de un aditivo promotor de adherencia.

También se podrá evaluar la resistencia al daño por el agua mediante el ensayo ASTM D3625 de peladura por agua hirviendo; el que no deberá mostrar evidencia alguna de peladura en la mezcla.

En las vías con tráfico catalogado como muy pesado, las mezclas asfálticas a emplearse para la capa de rodadura deben de ser sometidas además a un estudio detallado que incluya:

Determinación de la curva reológica, es decir, la variación del módulo elástico de la mezcla a diferentes temperaturas.

Evaluación de su comportamiento ante las deformaciones plásticas.

Evaluación de su comportamiento a la fatiga.

Ya que estos estudios pueden realizarse con diferentes equipos y procedimientos, los mismos estarán especificados en el contrato.

Para el diseño de las mezclas asfálticas abiertas se recomienda determinar previamente un contenido de asfalto referencial por alguna ecuación que relacione el mismo con la superficie específica de los agregados combinados.

En las mezclas asfálticas tipo E y G, si existe material retenido en el tamiz INEN 25.4 mm, tanto la estabilidad como el flujo se deberán evaluar siguiendo el llamado Método Marshall Modificado. El procedimiento es básicamente el mismo que el método estándar excepto por ciertas diferencias debido al tamaño del agregado, las cuales son:

- 1.- El martillo pesa 10.2 Kg. y tiene 149.4 mm de diámetro. Solo se permite utilizar un equipo mecánico para darle los 457 mm de caída, igual que al método estándar.
- 2.- La briqueta tiene 152.4 mm de diámetro y un promedio de 95.2 mm de altura.
- 3.- Se elabora una briqueta a la vez, la mezcla necesaria para la misma pesa alrededor de 4 Kg.
- 4.- Tanto el molde de compactación como el molde de ensayo serán de 152.4 mm de diámetro.
- 5.- La mezcla es colocada en el molde en dos capas, a cada capa se la debe escarificar con la espátula como a una briqueta estándar.
- 6.- El número de golpes requerido para estas briquetas es 1.5 veces que el requerido para las briquetas de tamaño estándar para obtener una compactación equivalente.
- 7.- La estabilidad mínima será de 2.25 veces y el flujo máximo será 1.5 veces el mismo criterio listado en la tabla 405.5.4 para briquetas de tamaño estándar.
- 8.- Similar al procedimiento estándar, la Tabla No. 405.5.3. debe ser usada para convertir la estabilidad medida a un valor equivalente referido a un espécimen de 95.2 mm de altura.

Tabla 405-5.3 Factor de ajuste en función de un espécimen dado

Altura Aproximada (mm)	Volumen del Especimen (cc)	Factor de Ajuste
88.9	1608 a 1626	1.12
90.5	1637 a 1665	1.09
92.1	1666 a 1694	1.06
93.7	1695 a 1723	1.03
95.2	1724 a 1752	1.00
96.8	1753 a 1781	0.97
98.4	1782 a 1810	0.95
100.0	1811 a 1839	0.92
101.6	1840 a 1868	0.90

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, MTOP 001-F-2000

Se realizará una serie de 3 extracciones de núcleos como mínimo cada 10.000 m² o por cada 1.000 toneladas de mezcla para la carpeta de rodadura con vista a comprobar la densidad en el sitio. Se harán por lo menos 15 determinaciones de densidades por medio de un densímetro nuclear cada 10.000 m² o por cada 1.000 toneladas de carpeta de rodadura. Los puntos específicos donde se realizarán estas evaluaciones deberán determinarse previamente por métodos estadísticos empleando una tabla de números aleatorios.

Tabla 405.5.4 Requisitos de las mezclas asfálticas

TIPO DE TRAFICO	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
CRITERIOS								
MARSHALL	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
No. De Golpes/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200 ----		1800 ----		1200 ----		1000 2400	
Flujo (pulgada/100)	8 14		8 14		8 16		8 16	
% de vacíos en mezcla								
- Capa de Rodadura	3 5		3 5		3 5		3 5	
- Capa Intermedia	3 8		3 8		3 8		3 8	
- Capa de Base	3 9		3 9		3 9		3 9	
% Vacíos agregados	VER TABLA 405-5.5							
Relación filler/betún	0.8 1.2		0.8 1.2					
% Estabilidad retenida luego 7 días en agua temperatura ambiente								
- Capa de Rodadura	70 ----		70 ----					
- Intermedia o base	60 ----		60 ----					

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, MTOP 001-F-2000

Notas:

1.- Las mezclas asfálticas en caliente de base que no cumplan estos criterios, cuando se ensayen a 60 °C, se consideran satisfactorias si cumplen con los criterios cuando se ensayan a 38 °C, y se colocan 100 mm por debajo de la superficie.

2.- Clasificación del tráfico. Es función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDP) esperada por el carril de diseño en el momento de poner en

funcionamiento la vía, luego de su mantenimiento de su rehabilitación. Los vehículos pesados no comprenden autos, camionetas ni tractores sin remolque.

TRAFICO	IMDP
Liviano	Menos de 50
Medio	50 a 200
Pesado	200 a 1000
Muy pesado	Más de 1000

Tabla 405-5.5 Porcentajes de vacíos de agregados para mezclas asfálticas

Tipo de Mezcla	VAM, Mínimo (%)
A	16
B	15
C, D	14
E	13

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, MTOP 001-F-2000

NOTA: Las mezclas abiertas se excluyen de esta comprobación.

El cambio al paso (13) y al tipo de letra (1) debe realizarse manualmente. Antes de iniciarse ninguna preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo. El Fiscalizador efectuará las revisiones y comprobaciones pertinentes, a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica. Toda la mezcla del hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas en el numeral 405-5.04, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales.

La fórmula maestra establecerá:

- 1) Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados;
- 2) El porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral y aditivos para el asfalto si se los utilizare;
- 3) La temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora, y
- 4) La temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en sitio.

Dosificación y Mezclado.- Los agregados para la preparación de las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse separadamente en tolvas individuales, antes de entrar a la planta. La separación de las diferentes fracciones de los agregados será sometida por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador. Para el almacenaje y el desplazamiento de los agregados de estas tolvas al secador de la planta, deberá emplearse medios que eviten la segregación o degradación de las diferentes fracciones.

Los agregados se secarán en el horno secador por el tiempo y a la temperatura necesaria para reducir la humedad a un máximo de 1%; al momento de efectuar la mezcla, deberá comprobarse que los núcleos de los agregados cumplan este requisito. El calentamiento será uniforme y graduado, para evitar cualquier deterioro de los agregados. Los agregados secos y calientes pasarán a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, desde donde serán dosificados en sus distintas fracciones, de acuerdo con la fórmula maestra de obra, para ser introducidos en la mezcladora.

a) Dosificación: El contratista deberá disponer del número de tolvas que considere necesarias para obtener una granulometría que cumpla con todos los requerimientos según el tipo de mezcla asfáltica especificada para el respectivo proyecto.

De ser necesario podrá utilizar relleno mineral, que lo almacenará en un compartimiento cerrado, desde donde se lo alimentará directamente a la mezcladora, a través de la balanza para el pesaje independiente de los agregados, en el caso de usarse plantas mezcladora por paradas. Si se utiliza una planta de mezcla continua, el relleno mineral

será introducido directamente a la mezcladora, a través de una alimentadora continua eléctrica o mecánica, provista de medios para la calibración y regulación de cantidad.

b) Mezclado: La mezcla de los agregados y el asfalto será efectuada en una planta central de mezcla continua o por paradas. Según el caso, los agregados y el asfalto podrán ser dosificados por volumen o al peso.

La cantidad de agregados y asfalto por mezclar estará dentro de los límites de capacidad establecida por el fabricante de la planta, para la carga de cada parada o la razón de alimentación en las mezcladoras continuas. De todos modos, de existir sitios en donde los materiales no se agiten suficientemente para lograr una mezcla uniforme, deberá reducirse la cantidad de los materiales para cada mezcla.

La temperatura del cemento asfáltico, al momento de la mezcla, estará entre los 135 °C y 160 °C, y la temperatura de los agregados, al momento de recibir el asfalto, deberá estar entre 120 °C y 160 °C. En ningún caso se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto.

El tiempo de mezclado de una carga se medirá desde que el cajón de pesaje comience a descargar los agregados en la mezcladora, hasta que se descargue la mezcla. Este tiempo debe ser suficiente para que todos los agregados estén recubiertos del material bituminoso y se logre una mezcla uniforme; generalmente se emplea un tiempo de un minuto aproximadamente.

En caso de que la planta esté provista de dispositivos de dosificación y control automáticos, el contratista podrá utilizarlos ajustándolos a la fórmula maestra y calibrando los tiempos de ciclo.

Si se utilizan plantas de mezcla continua, se introducirá a la mezcladora cada fracción de agregados y el relleno mineral si es necesario, por medio de una alimentadora continua, mecánica o eléctrica, que los traslade de cada tolva individual con abertura debidamente

calibrada. El asfalto se introducirá a la mezcladora por medio de una bomba, que estará provista de un dispositivo de calibración y de control de flujo.

La temperatura a la que se debe mezclar los agregados y el cemento asfáltico será proporcionada por el gráfico temperatura-viscosidad según el cemento asfáltico recibido en la planta. Para mezclas cerradas y semicerradas la temperatura de mezclado más adecuada es aquella en que la viscosidad del ligante está comprendida entre 1,5 y 3,0 Poises, mientras que para mezclas abiertas la viscosidad debe estar entre 3,0 y 10,0 Poises. Se tenderá a que la temperatura del cemento asfáltico y los agregados sea la misma.

Distribución.- La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.

Esta distribución no se iniciará si no se dispone en la obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación, etc., para lograr un trabajo eficiente y sin demoras que afecten a la obra.

Además, el Fiscalizador rechazará todas las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas o carbonizadas, todas las que tengan espuma o presenten indicios de humedad y todas aquellas en que la envoltura de los agregados con el asfalto no sea perfecta.

Una vez transportada la mezcla asfáltica al sitio, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón asfáltico sobre la superficie seca y preparada. Para evitar el desperdicio de la mezcla debido a lluvias repentinas, el contratista deberá disponer de un equipo de comunicación confiable, entre la planta de preparación de la mezcla y el sitio de distribución en la vía.

La colocación de la carpeta deberá realizarse siempre bajo una buena iluminación natural o artificial. La distribución que se efectúe con las terminadoras deberá guardar

los requisitos de continuidad, uniformidad, ancho, espesor, textura, pendientes, etc., especificados en el contrato.

El Fiscalizador determinará el espesor para la distribución de la mezcla, a fin de lograr el espesor compactado especificado. De todos modos, el máximo espesor de una capa será aquel que consiga un espesor compactado de 7.5 centímetros. El momento de la distribución se deberá medir los espesores a intervalos, a fin de efectuar de inmediato los ajustes necesarios para mantener el espesor requerido en toda la capa.

Las juntas longitudinales de la capa superior de una carpeta deberán ubicarse en la unión de dos carriles de tránsito; en las capas inferiores deberán ubicarse a unos 15 cm. de la unión de los carriles en forma alternada, a fin de formar un traslapo. Para formar las juntas transversales de construcción, se deberá recortar verticalmente todo el ancho y espesor de la capa que vaya a continuarse.

En secciones irregulares pequeñas, en donde no sea posible utilizar la terminadora, podrá completarse la distribución manualmente, respetando los mismos requisitos anotados arriba.

Compactación: La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va sellando la superficie.

Al utilizar compactadores vibratorios se tendrá en cuenta el ajuste de la frecuencia y la velocidad del rodillo, para que al menos se produzcan 30 impactos de vibración por cada

metro de recorrido. Para ello se recomienda usar la frecuencia nominal máxima y ajustar la velocidad de compactación. Con respecto a la amplitud de la vibración, se deberá utilizar la recomendación del fabricante para el equipo en cuestión.

En la compactación de capas delgadas no se debe usar vibración y la velocidad de la compactadora no deberá superar los 5 km/hora. Además, ante mezclas asfálticas con bajas estabilidades el empleo de compactadores neumáticos deberá hacerse con presiones de neumáticos reducidas.

Con la compactación final se deberá mejorar estéticamente la superficie, eliminando las posibles marcas dejadas en la compactación intermedia. Deberá realizarse cuando la mezcla esté aún caliente empleando rodillos lisos metálicos estáticos o vibratorios (sin emplear vibración en este caso).

En capas de gran espesor o ante materiales muy calientes se recomienda dar las dos primeras pasadas sin vibración para evitar marcas difíciles de eliminar posteriormente. Ante esta situación, si se utilizaran rodillos neumáticos, se aconseja comenzar a compactar con presiones bajas en los neumáticos aumentando paulatinamente la misma según el comportamiento de la capa.

Se deben realizar tramos de prueba para establecer el patrón de compactación para minimizar el número de pasadas en la zona apropiada de temperatura y obtener la densidad deseada. El patrón de compactación podrá variar de proyecto en proyecto, según las condiciones climáticas, los equipos utilizados, el tipo de mezcla, el patrón de recorrido, etc. La secuencia de las operaciones de compactación y la selección de los tipos de compactadores tiene que proveer la densidad de pavimentación especificada. El Fiscalizador deberá aprobar el patrón de compactación propuesto por el Contratista para la obra en cuestión.

A menos que se indique lo contrario, la compactación tiene que comenzar en los costados y proceder longitudinalmente paralelo a la línea central del camino,

recubriendo cada recorrido la mitad del ancho de la compactadora, progresando gradualmente hacia el coronamiento del camino. Cuando la compactación se realice en forma escalonada o cuando límite con una vía colocada anteriormente, la junta longitudinal tiene que ser primeramente compactada, siguiendo con el procedimiento normal de compactación. En curvas peraltadas, la compactación tiene que comenzar en el lado inferior y progresar hacia el lado superior, superponiendo recorridos longitudinales paralelos a la línea central.

Para impedir que la mezcla se adhiera a las compactadoras, puede que sea necesario mantener las ruedas adecuadamente humedecidas con agua, o agua mezclada con cantidades muy pequeñas de detergente u otro material aprobado. No se admitirá el exceso de líquido ni el empleo de fuel oil para este fin.

En los lugares inaccesibles a los rodillos se deberá efectuar la compactación de la mezcla con pisones mecánicos, hasta obtener la densidad y acabado especificados.

La capa de hormigón asfáltico compactada deberá presentar una textura lisa y uniforme, sin fisuras ni rugosidades, y estará construida de conformidad con los alineamientos, espesores, cotas y perfiles estipulados en el contrato. Mientras esté en proceso la compactación, no se permitirá ninguna circulación vehicular.

Cuando deba completarse y conformarse los espaldones adyacentes a la carpeta, deberán recortarse los bordes a la línea establecida en los planos.

El contratista deberá observar cuidadosamente la densidad durante el proceso de compactación mediante la utilización de instrumentos nucleares de la medición de la densidad para asegurar que se está obteniendo la compactación mínima requerida.

Sellado.- Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes determinados en la subsección 405-6 y cuando el Fiscalizador lo

autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta haya sido abierta al tránsito público.

c) Medición y forma de pago

Las cantidades a pagarse de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de material efectivamente usado para la construcción de la carpeta de acuerdo con los planos, especificaciones y más estipulaciones contractuales.

En todo caso, la forma de pago estará determinada en el contrato.

Pago.- Las cantidades determinadas serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

4.006 cuneta y bordillo incorporado de 15x40 cm de hormigón simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

a) Definición

El bordillo es el cordón que generalmente sirve de unión entre la acera transitable por peatones o parterres y la calzada transitable por vehículos. Suele implicar una diferencia altura de dieciocho centímetros entre ambas superficies; esto evita que tanto el agua como los vehículos invadan la acera o parterre.

Cuneta es la superficie por donde circula el agua de escorrentía y esta lateralmente confinada por el bordillo y por la estructura de pavimento.

b) Especificaciones

Se fundirá conjuntamente con la cuneta cuyas dimensiones estarán especificadas en los planos constructivos, pero nunca deberán ser menores a 30 cm de ancho y 5 cm de espesor y sus dimensiones no deberán ser menores a los 0.40 m de alto y 0.10 m de espesor. Para la construcción de los bordillos, deberán emplearse un conjunto de cofres metálicos rectos y curvos de 0.40 m de ancho, chaflanado en la arista superior.

En lo que respecta a los bordillos de (0.10 m X 0.40 m), en primer lugar, debe realizarse la excavación respectiva hasta que se llegue a la cota de sub-rasante, luego de la cual se colocarán los moldes metálicos de acuerdo a las cotas del proyecto que deben ser comprobadas por Fiscalización, a continuación se procederá a colar el hormigón para posteriormente curarlo y retirar los cofres.

El hormigón a utilizar tendrá una resistencia especificada igual a la de los planos de detalle; en caso de no constar, su resistencia será de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ o mayor según disposición de Fiscalización. Para su fabricación deberá considerarse la especificación correspondiente al capítulo de HORMIGONES.

Además de las especificaciones del capítulo de ENCOFRADOS, deberá considerarse las siguientes:

COLOCACION DE LOS MOLDES

Los moldes se colocarán a una distancia de por lo menos 30 m por delante del punto donde se esté colocando el hormigón de tal manera que puedan ser comprobados sus niveles. Los moldes se fijarán en el lugar por medio del uso de clavos, tres (3) como mínimo para una longitud de cofre de 3 m de largo, debiendo colocarse un clavo cerca de cada extremo de la sección. Las secciones de los moldes se fijarán rígidamente de un modo que carezcan de juego o movimiento en cualquier dirección. Los moldes no podrán desviarse en ningún punto, más de 1 cm de su alineamiento correspondiente y serán limpiados y lubricados antes de colocar el hormigón.

REMOCION DE LOS MOLDES

Los moldes no han de ser retirados hasta que el hormigón colocado haya fraguado durante por lo menos 12 horas. Al retirar los moldes se deberá proceder con cuidado para evitar daños del hormigón.

c) Medición y Forma de Pago

Los bordillos se medirán y se pagarán por metro lineal con dos decimales de aproximación y de acuerdo al precio establecido en el contrato, en el que se incluye el costo del hormigón, su colocación y encofrados, así como por toda la mano de obra, equipos, herramientas e insumos necesarios para la correcta ejecución de estas actividades.

5 DESALOJOS

5.001 Cargada de material a maquina

5.002 Cargada de material a mano:

5.003 Transporte de materiales hasta 6km:

5.004 Sobre acarreo de materiales para desalojo distancia >6km:

a) Definición

Se entenderá por cargado la actividad de colocar el material producto de las excavaciones, demoliciones y limpieza en volquetas previo al transporte y desalojo de estos materiales. Se entenderá por transporte y desalojo de material producto de excavación y no apto para relleno a la operación consistente para el transporte de dicho material hasta los bancos de desperdicio o de almacenamiento que señale el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador, ubicados hasta una distancia predefinida.

Se entenderá por sobre acarreo al transporte de materiales a distancias mayores a la distancia predefinida, medidos a partir de esta distancia.

No se incluye en este rubro los residuos de materiales, desperdicios y demás sobrantes generados en la obra, cuyo manejo, recogida, cargado, transporte, descarga y demás actividades relacionadas, son de responsabilidad del Contratista.

b) Especificaciones

El cargado puede ser de tipo manual y/o mecánico mediante la utilización de minicargadoras, retroexcavadoras y similares.

El transporte y desalojo de material producto de excavación se deberá realizar por medio de equipo mecánico en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción del tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Para el efecto, los volquetes que transporten el material deberán disponer de una carpa cobertora que evite el derrame del material por efectos del viento o el movimiento mismo del vehículo.

El desalojo incluye el transporte y manejo o acondicionamiento del botadero de disposición final de los desechos y residuos (regado, tendido y compactado) durante y al final de ejecutada la obra, ya sean estos manejados por la entidad contratante o por el Contratista.

Cuando los botaderos sean manejados por alguna empresa municipal, el Contratista deberá pagar a ésta las tasas respectivas conforme a lo señalado en la Ordenanza Municipal que Regula la gestión integral de los Desechos y Residuos Sólidos en el Cantón Nabón, cuyo valor está considerado dentro de los costos directos de los rubros de los que forma parte.

No se podrá desalojar materiales fuera de los sitios definidos por la Fiscalización. Para esto, se implementará un mecanismo de control para la entrega de materiales mediante una boleta de recibo-entrega.

Clasificación del transporte y Desalojo por Distancias

- Transporte de materiales hasta una distancia igual a 6 Km (distancia predefinida)

- Sobre acarreo de materiales a distancias comprendidas entre 6 y 12 Km
- Sobre acarreo de materiales a distancias mayores a 12 Km

De cualquier manera, la ruta para el desalojo lo establecerá el Fiscalizador, así como también constatará que el sitio de la obra y la zona de influencia de la misma estén completamente limpios.

c) Medición y Forma de Pago

- El cargado de materiales, ya sea manual y/o máquina, se pagará en metros cúbicos medidos sobre el perfil excavado. El precio unitario incluirá el porcentaje de esponjamiento.
- El transporte de materiales de desalojo hasta 6 km, se medirá y pagará en metros cúbicos. El volumen se medirá sobre el perfil excavado. El precio unitario incluirá el porcentaje de esponjamiento.
- El sobre acarreo se pagará considerando el rubro determinado de acuerdo a la distancia medida y constatada por el Fiscalizador; se medirá en metros cúbicos-kilómetro y se lo calculará multiplicando el volumen transportado (calculado sobre el perfil excavado) por el exceso de la distancia total de transporte sobre los 6 km. El precio unitario incluirá el porcentaje de esponjamiento.

5 SEÑALIZACION

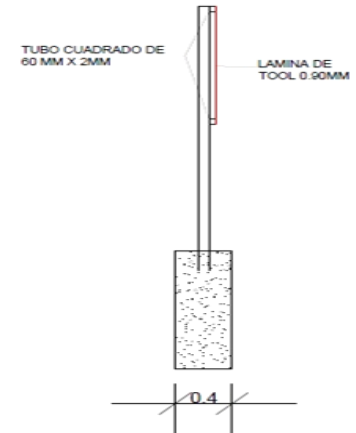
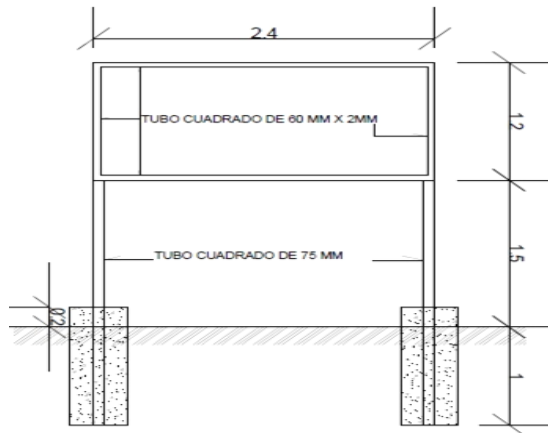
5.001 Letrero de información del proyecto

a) Definición

Este rubro consistirá en el suministro y la colocación un letrero en el que consta la información del proyecto, se colocara según las especificaciones para el efecto, o según indique el Fiscalizador.

b) Especificaciones

- **Dimensión:** 2.4 m x 1.2 m
- **Alto:** 1.50 m.
- **Material:** Lámina de tool de 0.90 mm.
- **Poste:** 2 Tubos cuadrados de 75 mm. X 75 mm. X 3 mm. y 1.50 m. de alto



Se colocara un adhesivo reflectivo para letreros de tool con el diseño y la información que será colocada se le detallará previo coordinación con la entidad contratante.

c) Medición y Forma de pago

Se pagara por unidad debidamente colocada que cumpla con las especificaciones técnicas y de información para el efecto.

5.002 PINTURA MARCAS DE PAVIMENTO 1 FRANJA**a) Definición**

Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo a los planos de señalización, especificaciones técnicas particulares, disposiciones especiales o las expuestas por el Fiscalizador.

b) Especificaciones

Los detalles no contemplados en esta especificación se realizarán conforme al Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 Parte 2. “REGLAMENTO TÉCNICO DE SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL” – 2006.

Materiales

Se empleará pintura de tráfico blanco y/o amarillo, según los planos de señalización correspondientes. La pintura deberá garantizar un tiempo de durabilidad mínimo de 6 meses, luminosidad reflectiva, además de reunir otras condiciones físicas tales como resistencia al tráfico vehicular constante, aceite, diesel, entre otras posibles causas que pudieran originar desgaste en la pintura.

Las especificaciones mínimas que este tipo de pintura deberán cumplir son:

- Tipo de pintura: pintura acrílica específica para señalización de vías (pintura de Tráfico)
- Tiempo de duración: mínimo de 6 meses en buenas condiciones (75% de legibilidad).
- Espesor total mínimo de la película: 500 micras
- Color de acabado: Blanco y/o amarillo, según los diferentes tipos de líneas y de acuerdo a los planos de señalización.
- Retroreflectividad: Mínimo 40 gramos de microesferas de vidrio por cada metro lineal de señalización, espolvoreadas y/o embebidas en la pintura de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Las microesferas deberán ser del tipo 1 de acuerdo a la norma AASHTO M 247.
- Secamiento: 15 minutos al tacto.

Procedimiento de Trabajo

- Al momento de la aplicación de la pintura, la capa de rodadura, sea esta de pavimento rígido o flexible, estarán completamente secas, libres de polvo y libre de residuos de la pintura colocada anteriormente.

- La pintura que se aplique a la superficie será de tipo acrílico, la cual se aplicará en una sola capa y cuando la temperatura ambiental sea igual o superior a 15 grados centígrados.
- El pintado se realizará de forma manual mediante la utilización de la herramienta necesaria y adecuada de manera que cumpla con el objetivo.

Características de las Señales Horizontales

Líneas Transversales

Líneas de Pare (LT-1): indican al conductor el sitio en donde deben detener su vehículo antes de cruzar o incorporarse a una vía luego de verificar las condiciones de seguridad.

Longitud señalizada	=	variable (línea continua).
Ancho de línea	=	0.40 m.
Color	=	blanco

Líneas de Ceda el Paso (LT-3): indican al conductor el límite en donde se debe tener precaución antes de ingresar a otro carril o vía, siendo necesario ante la presencia de flujo transversal, el detenerse antes de continuar su circulación.

Longitud señalizada	=	0.60 m.
Separación entre líneas	=	0.60 m.
Ancho de línea	=	0.30 m.
Color	=	blanco

Pasos cebra: indican por un lado al conductor el límite en donde se debe detener su vehículo para el paso de peatones, en cambio que a estos últimos indican por donde deben caminar al instante en que los automotores detengan su ritmo.

Longitud señalizada	=	3.60 m.
Separación entre líneas	=	0.60 m.
Ancho de línea	=	0.60 m.
Color	=	blanco

Líneas Longitudinales

Líneas de División de Carriles (LG-1): ayudan a delimitar los carriles de circulación y por tanto permiten organizar la circulación vehicular.

Longitud señalizada	=	3 m.
Separación entre líneas	=	9 m.
Ancho de línea	=	0.125 m.
Color	=	blanco

Líneas de Continuidad (LG-2): previene a los conductores de la presencia de obstáculos más adelante (muros, isletas, parterres).

Longitud señalizada	=	1 m.
Separación entre líneas	=	3 m.
Ancho de línea	=	0.20 m.
Color	=	blanco

Líneas de Barrera Simple Unidireccional (LG-3): indica a los conductores la restricción de rebasamiento, cuando existen por lo menos 2 carriles en un solo sentido (una vía).

Longitud señalizada	=	variable (líneas continuas).

Ancho de línea	=	0.125 m.
Color	=	blanco

Líneas Doble de Barrera Bidireccional (LG-4): indica a los conductores la restricción de rebasamiento atravesando dicha doble línea. Se aplica cuando se circula en doble sentido (doble vía).

Longitud señalizada	=	variable (líneas continuas).
Separación entre líneas	=	0.125 m.
Ancho de línea	=	0.125 m.
Color	=	amarillo

Líneas de Borde (LG-5a): indica a los conductores el límite exterior de las calzadas de circulación.

Longitud señalizada	=	variable (líneas continuas).
Ancho de línea	=	0.125 m.
Color	=	blanco

Líneas de Borde (LG-5b): indica a los conductores el límite interior de las calzadas de circulación, es decir junto a un parterre o separación de calzadas.

Longitud señalizada	=	variable (líneas continuas).
Ancho de línea	=	0.125 m.
Color	=	blanco

Líneas de Borde (LG-6a): indica a los conductores el límite de las zonas de estacionamiento lateral en la calzada de circulación.

Longitud señalizada	=	0.60 m.
Separación entre líneas	=	0.90 m.
Ancho de línea	=	0.125 m.
Color	=	blanco.

Líneas de Borde (LG-7a): Demarca el andarivel de cruce de los peatones a través de las vías e indica a los conductores la zona donde éstos tienen prioridad.

Longitud señalizada	=	0.60 m.
Separación entre líneas	=	0.90 m.
Ancho de línea	=	0.125 m.
Color	=	blanco.

Chevrones (CHV-1): franjas transversales a 45° del sentido de circulación y ayudan a los conductores a identificar obstáculos en la vía, generalmente referidos a la aparición de isletas canalizadoras de tráfico en un sentido de circulación.

Ancho de franja señalizada	=	0.4 m.
Separación entre franjas	=	0.6 m.
Ancho de línea de límite	=	0.20 m.
Colores	=	blanco.

Chevrones (CHV-2): franjas transversales a 45° del sentido de circulación y ayudan a los conductores a identificar obstáculos en la vía, generalmente referidos a la aparición de parterres o isletas canalizadoras de tráfico en doble sentido de circulación.

Ancho de franja señalizada	=	0.4 m.
Separación entre franjas	=	0.6 m.
Ancho de línea de límite	=	0.20 m.
Colores	=	amarillo.

Símbolos y Leyendas

BUS (PS-2): Leyenda utilizada en la zona de parada de bus.

Las dimensiones se encuentran detalladas el plano respectivo

Flechas Direccionales

Flechas (F-1 a F-7): ayudan a los conductores y peatones a ratificar el sentido de dirección en cada carril de circulación, generalmente en las aproximaciones a intersecciones.

Las dimensiones se encuentran detalladas el plano respectivo.

Elementos luminosos de calzada

Tachas reflectivas (T-1 a T3): denominadas también cerámicos reflectivos o comúnmente “ojos de gato”, se utilizan para reforzar la demarcación de la señalización horizontal en situaciones nocturnas, en donde generalmente las marcas de pavimento pierden sus características de reflectividad, sobre todo cuando existe la presencia de lluvia o neblina y tienen mayor importancia en las aproximaciones a obstáculos (muros, isletas, parterres).

Los diseños tipo de aplicación de la señalización horizontal se encuentran detallados en los el plano respectivo.

c) Medición y Forma de Pago

Las señales de tipo horizontal se pagarán de dos modos, dependiendo de lo que sigue a continuación:

- Para el caso de pintura marcas de pavimento 1 franja, se pagará por metros lineales con aproximación de dos decimales siempre y cuando el ancho de la línea no exceda de los 15 cm, al precio establecido en el contrato.
- Para el caso de pintura pasos cebra, se pagará por metros cuadrados con aproximación de dos decimales cuando el ancho de la línea supere los 15 cm y de acuerdo al rubro correspondiente, al precio establecido en el contrato.

El precio incluye los materiales, herramienta, mano de obra y demás operaciones conexas para el perfecto desarrollo del proceso.

6.003 Guarda caminos (doble viga)**a) Definición**

Este trabajo consistirá en la construcción de guarda caminos, de acuerdo con estas especificaciones y las alineaciones y pendientes establecidas en los planos, indicadas por el Fiscalizador o en las especificaciones especiales.

La construcción de los varios sistemas de barreras de seguridad incluirá el ensamblaje e instalación de todas las partes que la componen y de todos los materiales, localizándolos de acuerdo a lo indicado en los planos o según lo indique el Fiscalizador.

b) Especificaciones

Los elementos de los barandales, secciones terminales, pernos, tuercas y otros accesorios deberán satisfacer los requerimientos especificados en la Norma AASHTO M-180. Las láminas de acero empleadas en su fabricación cumplirán los requisitos establecidos en las Normas INEN.

Los elementos del riel deberán instalarse de acuerdo a los planos y deberán terminarse de tal manera que se obtenga una instalación continua y llana con los traslapes de la siguiente manera: el riel anterior debe cubrir al subsiguiente, en el sentido del flujo de tráfico.

Los elementos de los barandales serán galvanizados y el revestimiento de zinc no será menor de 6 gramos por 100cm^2 . El proceso de galvanizado deberá ser por inmersión en caliente, de acuerdo a la Norma INEN 672. Los elementos de los barandales, su superficie, los orificios para pernos, etc. estarán libres de desgarraduras, rebabas, bordes afilados y protuberancias. Los pernos serán de cabeza redonda y tendrán resaltes interiores que, al ajustarse a los perfiles, prevengan el giro y se produzca un acoplamiento seguro.

Cuando los anclajes de hormigón $f'c=180\text{kg/cm}^2$ sean fundidos en el sitio, los anclajes no serán conectados al guarda caminos, sino hasta después de 7 días. Los rieles que sean instalados en curvas con radios de 45 m. o menos, deberán ser doblados previamente en la fábrica.

c) Medición y Forma de Pago

La medición de los guarda caminos se hará por metro lineal a lo largo de su superficie, exceptuando en las discontinuidades y secciones terminales.

Los anclajes y las secciones terminales se medirán por unidad, de acuerdo al tipo especificado e instalado, excepto aquellos que no estén especificados en la propuesta licitada; estos no serán medidos para pago unitario, sino que se incluirán en el pago del guarda camino.

6.004 Señalización vertical (VELOCIDAD MAXIMA) (0.60 x 0.60)

6.005 Señal preventiva al lado de la carretera (0.75mx0.75m)

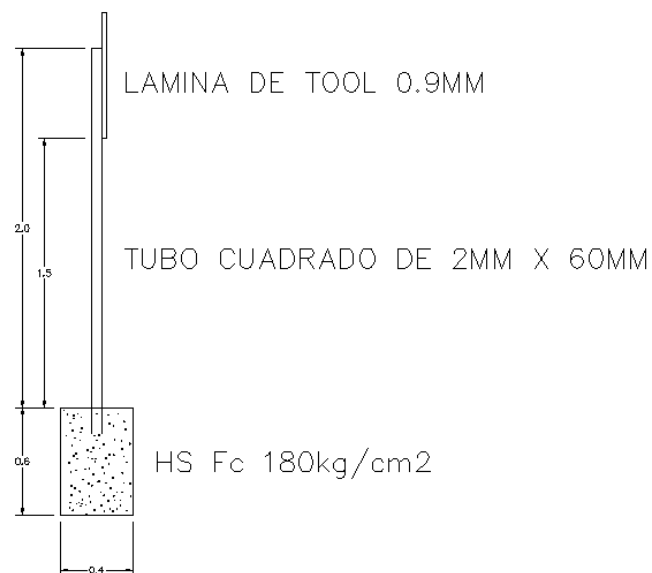
a) Definición

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MTOP y las instrucciones del Fiscalizador.

Las placas o paneles para señales al lado de la estarán montados en postes metálicos. Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos o donde ordene la el fiscalizador.

b) Especificaciones

- **Poste:** 2 Tubo cuadrado de 75 mm. X 75 mm. X 3 mm. Altura 2m
- **Material señal:** Lámina de tool de 0.90 mm.



Se colocara un adhesivo reflectivo para letreros de tool con el diseño y la información que será colocada se le detallará previo coordinación con la entidad contratante.

Los postes se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador.

El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador, o con hormigón de cemento Portland con un $f'c=180\text{kg/cm}^2$.

Las placas o tableros para señales se montarán en los postes, a una altura de 1.5m desde el nivel de la calzada. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador; el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena.

c) Medición y Forma de Pago

Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera, serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas. Estas unidades se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

7 IMPACTOS AMBIENTALES

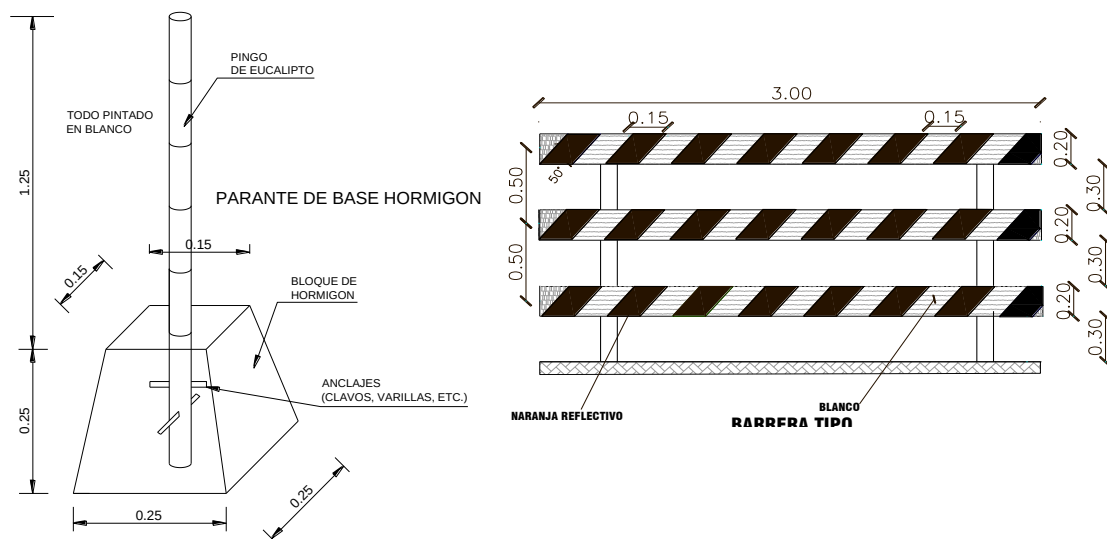
7.001 Parante con base de hormigón, 20 usos

a) Definición

Este rubro consiste en el suministro e instalación de parantes o postes delineadores con base de hormigón, de modo que se pueda obtener una adecuada guía visual en las diferentes áreas donde se efectúan los trabajos.

b) Especificaciones

Se construirá de hormigón, la base en elevación tendrá forma de tronco de pirámide de altura igual a 0.25 m, con un área superior cuadrada de 0,15 x 0.15 m; mientras que la base propiamente dicha (inferior) tendrá un área cuadrada de 0,25 x 0,25 m. Se fundirá con hormigón de 180 kg/cm^2 , en la mitad del tronco se colocará un pingo de 1.50 m de longitud, quedando embebido 0.25 m y vistos 1.25 m. Seguidamente se procederá a pintar de color blanco con rojo intercalado cada 25 cm.



c) Medición y Forma de Pago

Se pagará por unidad de parante suministrado y colocado en obra de acuerdo al precio establecido en el contrato.

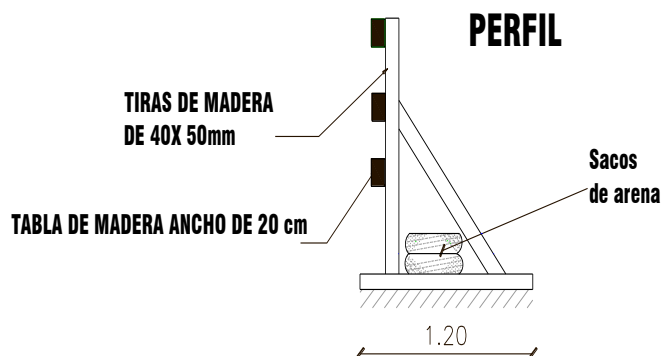
7.002 Valla de madera para advertencia de sitio de obra

a) Definición

Comprende el conjunto de operaciones para suministrar y colocar vallas o cercas con anuncios de advertencia tanto para vehículos como peatones, según los detalles proporcionados por la Entidad Contratante y/o Fiscalización.

b) Especificaciones

La valla se construirá con tablas de encofrado dispuestas de manera intercalada y cuyo espesor no será menor a 3 cm. El área total del tablero será de 3.00 m x 1.50 m de alto. La estructura de la barrera estará conformada por un marco principal construido con tiras de eucalipto de 4x5 cm. Se deberá formar un soporte trasero de manera triangular donde se colocarán 2 sacos de arena en cada apoyo de manera que ayude a la estabilización de la valla. Las dimensiones, forma del pintado y demás detalles adicionales se muestran en la figura anexa.



c) Medición y Forma de Pago

El suministro y colocación de la valla de madera para advertencia se pagará por unidad y de acuerdo al precio unitario establecido en el contrato.

7.003 Valla de advertencia de obras y desvío

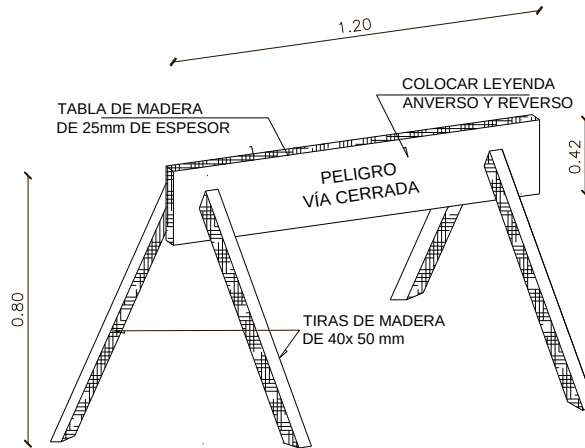
a) Definición

Comprende el conjunto de operaciones para suministrar y colocar vallas o cercas con anuncios de advertencia tanto para vehículos como peatones, según los detalles proporcionados por la Entidad Contratante y/o Fiscalización.

b) Especificaciones

La valla de advertencia será construida de madera y tendrá la forma de un caballete de la siguiente configuración:

- El letrero constará de una tabla de 120x42x2.5 cm a la cual se le dará un fondo con pintura esmalte blanco.
- Una vez fondeado se procederá con la aplicación de otra pintura de color rojo fosforescente con la cual se escribirá la siguiente leyenda en su anverso y reverso: PELIGRO VÍA CERRADA.
- Seguidamente la tabla se apoyará en cuatro tiras de madera de eucalipto de 40x50 mm y de 1.00 m de longitud cada uno, dispuestos en pares por cada extremo, con una inclinación aproximada de 60° con respecto a la horizontal (suelo) en su parte inferior y unidos al letrero principal en su parte superior mediante clavos o cualquier otro sistema de sujeción.
- La altura total mínima que deberá tener la valla será de 0.80 m, medidos desde el piso a la parte superior del letrero.



NOTA: FONDO: Color blanco
LETRAS: Color rojo fosforescente

c) Medición y Forma de Pago

El suministro y colocación de la valla de advertencia se pagará por unidad y de acuerdo al precio unitario establecido en el contrato.

7.004 Señalización con cinta

a) Definición

Comprende el conjunto de operaciones para suministrar y colocar cintas plásticas de advertencia de peligro dentro del lugar de la obra y según las indicaciones de la Fiscalización. El objetivo es proporcionar todas las condiciones de seguridad a los usuarios de la vía y a los obreros de la obra en las etapas de construcción.

b) Especificaciones

Consistirá en una cinta plástica que delimitará las áreas de construcción. La cinta deberá ser en color amarillo con la palabra "PELIGRO" en letras negras.

El propósito es que tanto los vehículos propios del Contratista como los que eventualmente deban utilizar sectores de la vía en construcción, debido a cruces, desvíos y accesos particulares, no constituyan un peligro para los propios trabajadores, los pobladores de la zona y los eventuales visitantes.

c) Medición y Forma de Pago

Se pagará por metros lineales, con aproximación de dos decimales, de cinta colocada durante la ejecución de la obra y de acuerdo al precio establecido en el contrato.

7,005 agua para control del polvo**a) Definición**

Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

El control de polvo se lo hará mediante el empleo de agua o estabilizantes químicos tales como los agentes humidificadores, sales higroscópicas y agentes creadores de costra superficial como el cloruro sódico y el cloruro cálcico. El material empleado, los lugares tratados y la frecuencia de aplicación deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

b) Especificaciones

En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación.

Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h.

c) Medición y Forma de Pago

Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán los miles de litros de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios que consten en el contrato, para los rubros abajo designados.

No se efectuará ningún pago adicional al Contratista por la aplicación de paliativos contra el polvo en horas fuera de la jornada de trabajo normal o en los días no laborables. Tampoco se ajustará el precio unitario en caso de que la cantidad realmente utilizada sea mayor o menor que la cantidad estimada en el presupuesto del contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la distribución de agua, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Agua para control de polvo.....Miles de litros

7,006 Cobertura con plástico

a) Definición

Cuando se trata de evitar el polvo producido por el arrastre de partículas por la acción del viento, la medida a emplear será la cobertura con material plástico de los montículos de materiales de acopio tales como: grava, ripio, arena, mejoramiento, sub base, relleno, así como también la cobertura de los montículos provisionales de materiales de desalojo producto de excavaciones y cortes.

El plástico a utilizar en todo frente de trabajo será de un solo color, de preferencia claro, para mejor visualización durante la noche, en todo caso será aprobado por la fiscalización.

b) Especificaciones

Los montículos de material de acopio deberán ser cubiertos de plásticos durante la jornada de trabajo de tal manera que permita trabajar solo en una sección del montículo, al final de la jornada de trabajo la cobertura será total y el plástico deberá ser asegurado de tal forma que evite ser levantado por la acción del viento.

El tamaño mínimo de montículos a cubrir es de 2 m³. preferentemente se deberá mantener montículos de material superior a los 4m³.

Durante la ejecución de la obra se deberá evitar la permanencia por más de un día de

trabajo, de montículos menores a 2m³, tanto del material de acopio como del material producto de excavaciones y cortes, para ello se reunirá el material suelto hasta acumular en el menor espacio posible volúmenes desde 2m³ hasta 8m³ de material.

Todos los montículos de material deberán ser adecuadamente ubicados para que en la medida de lo posible no obstaculicen el libre tránsito peatonal y vehicular. Además serán señalizados de tal forma que se visualicen adecuadamente.

c) Medición y Forma de Pago

Este rubro será pagado por m² de plástico utilizado.

8 MANTENIMIENTO VIAL

8.001 Bacheo asfáltico común

a) Definición

Esta actividad se la realiza en vías que poseen pavimento flexible; implica la reparación de áreas pequeñas de superficies pavimentadas con mezcla asfáltica para corregir baches, depresiones, roturas de bordes y otros peligros potenciales. Su propósito es restablecer la integridad del pavimento y prevenir daños extensos a la calzada que afecten la comodidad y seguridad en la circulación vehicular.

b) Especificaciones

Previo a la ejecución de la carpeta asfáltica y con la suficiente antelación, deberá efectuarse la reparación de los baches existentes en la superficie de rodamiento actual, procediéndose de la siguiente manera:

En los lugares que indique la Inspección de Obra, se procederá a demoler y extraer el material deteriorado existente, profundizándose la excavación tanto como sea necesario para lograr una superficie de asiento que a juicio de la Inspección se encuentre en buen estado y permita la colocación de las capas de material para bacheo. Siempre se deberá cuidar que la excavación presente forma de recuadro y bordes verticales.

La nueva capa asfáltica modificada con polímeros, cumplirán con las exigencias y especificaciones establecidas en la Sección D. 3) Carpeta asfáltica.

c) Medición y Forma de Pago

Este ítem se medirá y pagará por m³ de material mezcla asfáltica efectivamente colocada y compactada en el bache; incluyendo su precio la demolición, extracción, retiro y transporte del material deteriorado, mano de obra, materiales y equipos necesarios para la ejecución, transporte y colocación de la mezcla asfáltica, así como también todos aquellos gastos, incluida provisión de materiales, que ocasione la reconstrucción de la base en los casos que corresponda dicha tarea de acuerdo a lo indicado en el presente.

8.002 Limpieza de alcantarillas Rubro

8.003 Limpieza de cunetas y encauzamientos Rubro

a) Definición

Este trabajo consiste en la limpieza total, carga y acarreo a depósitos previamente aceptados por la Fiscalización, de los desechos provenientes de la limpieza de encauzamientos, cabezales, cunetas, contra cunetas y alcantarillas de la carretera.

b) Especificaciones

Toda materia extraña dentro del caño debe ser eliminada mediante métodos que no causen daños a la tubería o a las cunetas. La limpieza debe ser total para que las aguas pluviales corran sin obstrucción alguna. La limpieza total será realizada en todas las tomas, cabezales y alcantarillas que así lo requieran conforme lo establecido por la Fiscalización. No se permite dejar desechos en montículos cercanos a dichas obras de arte, que puedan por efecto de las lluvias volver a obstruir estas estructuras. No se permite depositar desechos de material producto de la limpieza, en cuencas, vías o lugares en que se pueda atentar contra la estética o la ecología de la zona.

La Fiscalización debe aprobar previamente al pago, la limpieza realizada y el destino de los desechos.

Cada día, al finalizar las obras de limpieza de las alcantarillas, tomas, cabezales y cunetas, se debe recoger los desechos producto de estas labores y depositarlos en los lugares previamente aprobados por la Fiscalización.

c) Medición y Forma de Pago

El pago de esta actividad estará calculada por m³ y será la compensación plena por todo el equipo, mano de obra, materiales, herramientas, señalización y cualquier otro imprevisto necesario para poder realizar correctamente la actividad.

El costo de la limpieza de las estructuras accesorias de drenaje ya existentes será incluido como parte del pago para la limpieza de tubería y cunetas.

8.004 Limpieza de cunetas y encauzamientos Rubro

a) Definición

Cada derrumbe que impida totalmente el paso de vehículos y que lleva al cierre de la vía son considerados como emergencias. Su remoción debe hacerse en menos de 24 horas después de ocurrido el hecho.

b) Especificaciones

Al tener conocimiento de emergencia, el Contratista debe avisar, de forma inmediata al Fiscal que tomará las providencias del caso. El Contratista, al ser notificado oficialmente, estará obligado a atender de forma inmediata, con los recursos que ha propuesto en el listado “equipo de disponibilidad inmediata” las incidencias o emergencias que se produzcan en cualquier momento, inclusive fuera de las horas laborales.

Primeramente, hay que abrir paso y despejar la vía mediante reparaciones de emergencia. Los trabajos a realizar son muy diversificados, pero en lo concerniente al subsector vial, suelen incluir obras tales como la remoción de derrumbes, la remoción de escombros en áreas urbanas, la reparación de puentes, la colocación de puentes provisionales tipo Bailey, la reconstrucción de terraplenes y la construcción de vías provisionales de acceso.

Posteriormente, hay que habilitar la vía mediante obras permanentes de rehabilitación y reconstrucción. Dependiendo del alcance de los trabajos, se podría requerir hasta investigaciones del campo, diseños formales y la apertura de licitaciones y concursos al sector privado.

c) Medición y Forma de Pago

Se pagarán por m³ de material retirado, mediante el sistema de precios unitarios a los precios acordados en su oportunidad y por medio de una adición al contrato o un nuevo contrato, únicamente en el caso que ocurran eventos que necesiten la realización de trabajos de esta naturaleza.

CAPÍTULO VI

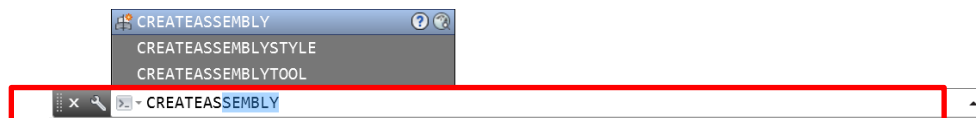
EDICIÓN DEL MANUAL

6.1 Interfaz del usuario

La interfaz de usuario del AutoCAD Civil 3D considera algunos términos importantes que nos serán de gran ayuda para guiarnos en la utilización del programa, los mismos están descritos a continuación y serán beneficiosos para el diseño civil.

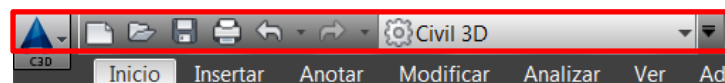
Área de dibujo: es el lugar donde podemos trabajar con nuestros elementos de diseño y visualizarlos.

Línea de comando: esta herramienta permite ingresar el nombre del comando que deseamos usar, funciona de manera intuitiva y también nos proporciona las instrucciones para el modelado de elementos.

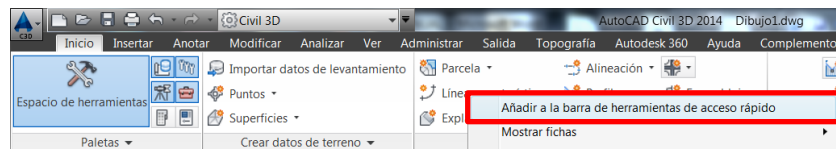


Menú de la aplicación: el menú de la aplicación  está ubicado en la parte superior izquierda y nos posibilita usar los comandos habituales como: nuevo, abrir, guardar e imprimir.

Barra de herramientas de acceso rápido: esta barra contiene los comandos usados con mayor frecuencia.



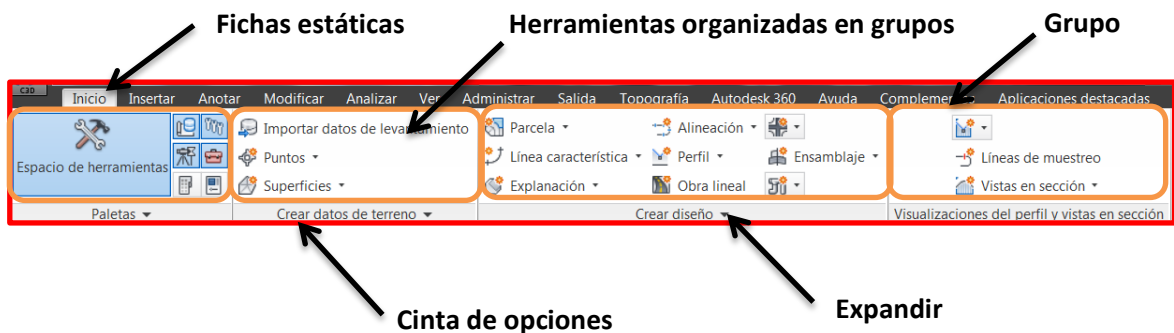
Por otra parte este comando nos permite añadir otros comandos fácilmente, pues solo basta con hacer clic derecho en cualquier botón e indicar que se desea agregar a la *barra de herramientas de acceso rápido*.



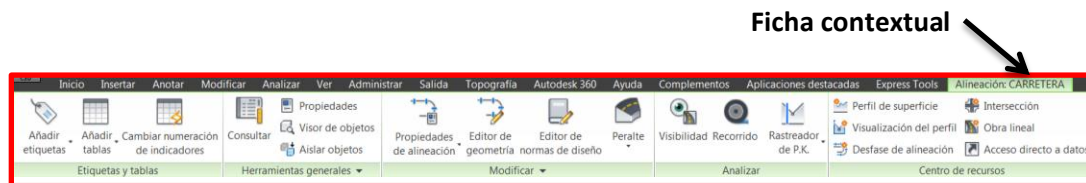
Espacios de trabajo: constan de un conjunto de componentes de la interfaz del usuario. Estos espacios vienen predefinidos o podemos crear un nuevo personalizándolo a nuestra conveniencia.

El botón cambio de espacio de trabajo  nos entrega acceso a los espacios de trabajo guardados y a las opciones de personalización.

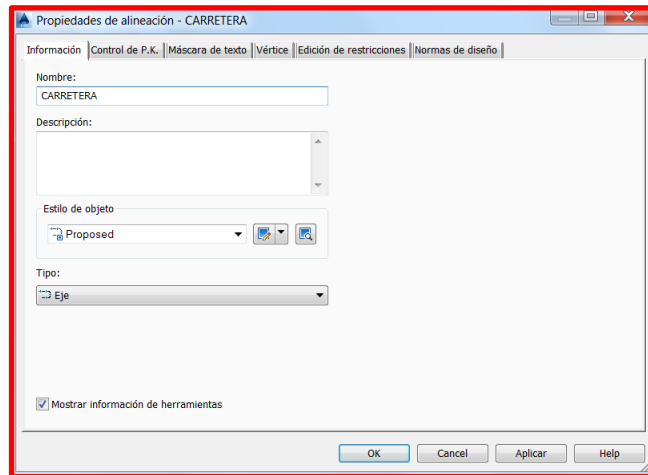
Cinta de opciones: conocido también como **Ribbon**, abarca los comandos y elementos de diseño en una ubicación única y reducida. Además está compuesta por varias fichas estáticas con la mayoría de las herramientas de la barra de menús.



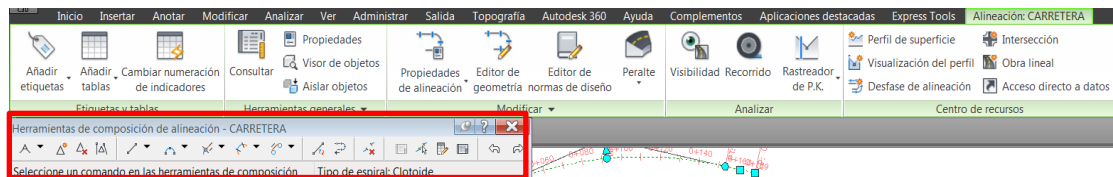
Una particularidad de la **cinta de opciones** es que al seleccionar un objeto del área de dibujo, se activa una *ficha contextual* que se caracteriza por contener las herramientas relacionadas al objeto seleccionado y se presenta en un color verdoso.



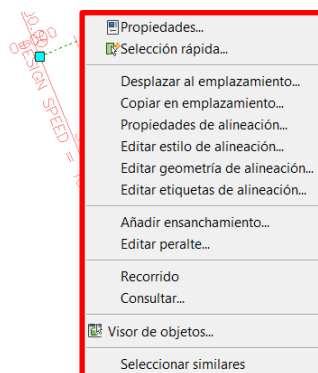
Cuadros de diálogo: los cuadros de diálogo muestran características actuales de un objeto en los que se puede definir nombres, estilos y parámetros específicos.



Barra de herramientas de composición: esta barra posee herramientas que permiten dibujar y editar la geometría de un objeto.

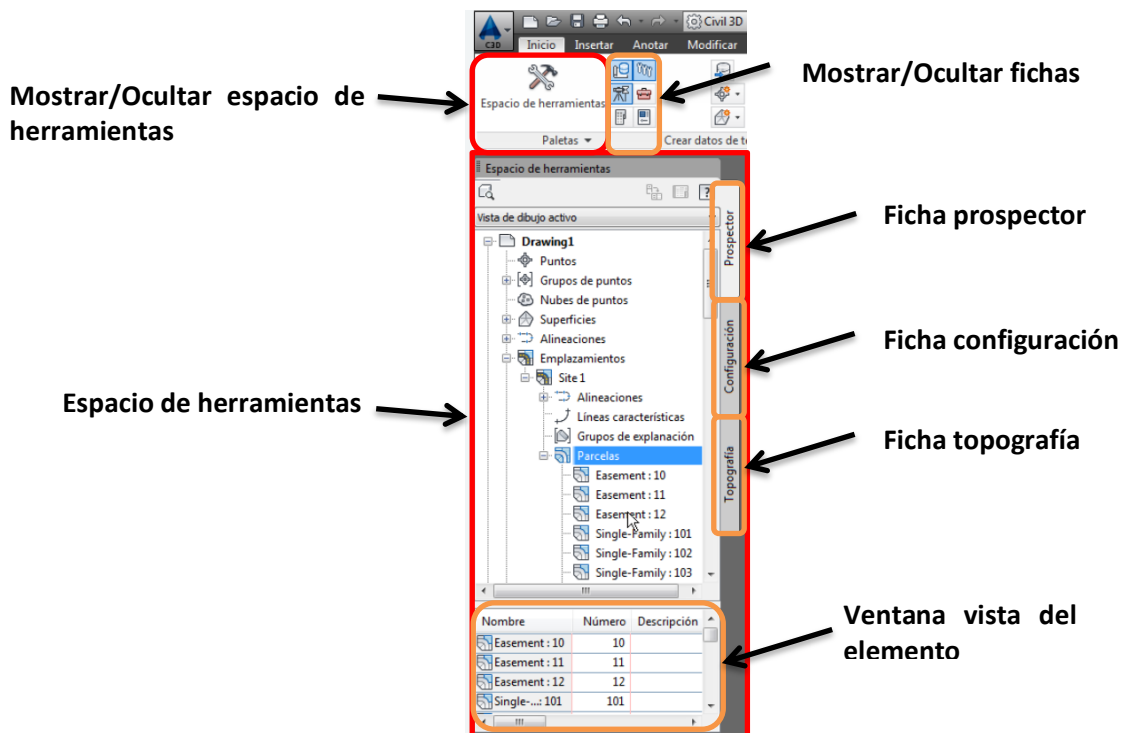


Menús: un menú está diseñado para ser el punto de acceso secundario para los comandos del programa, estos menús se despliegan al hacer clic derecho sobre un objeto en el área de dibujo y como resultado obtenemos las opciones correspondientes al mismo.



Ventana espacio de herramientas o Toolspace: esta ventana contiene toda la información de nuestro proyecto, autorizándonos la administración de los objetos, estilos y datos del dibujo. Además en estas ventanas podemos acceder a las fichas *prospector*, *configuración* y *topografía*.

- La ficha **prospector** es muy importante para el diseño. Ésta, agrupa y clasifica los objetos del dibujo en una estructura tipo árbol según su naturaleza. Cuando se crea un objeto éste se integra a su correspondiente categoría.
- La ficha **configuración** es donde podemos observar y configurar las propiedades del proyecto y de cada objeto. De la misma manera que la ficha prospector agrupa los objetos por categorías.
- La ficha **topografía** ayuda a administrar los datos de los levantamientos topográficos.



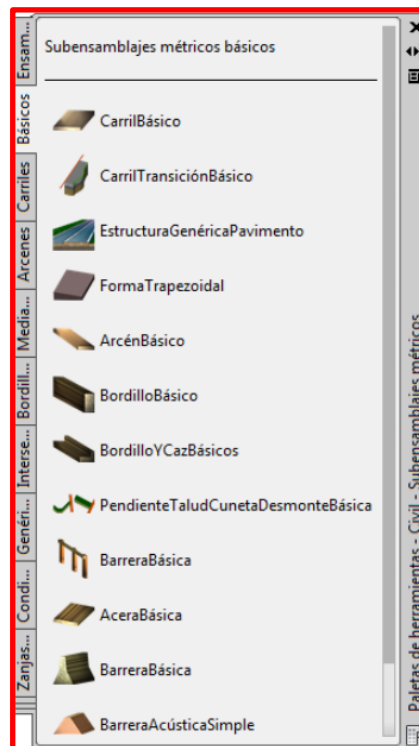
Estructura de árbol: posibilita la visualización de una estructura jerárquica que se puede desplegar o contraer según los requerimientos del usuario. Los símbolos que podemos encontrar se detallan a continuación:

Símbolo	Significado y posible acción
	La colección contiene elementos que no se muestran. Haga clic en para expandir el árbol y mostrar los elementos.
	Los elementos contenidos en la colección están desplegados. Haga clic en para contraer el árbol y ocultar los elementos.
	La colección contiene elementos que no se pueden mostrar en el árbol. Haga clic en el nombre de la colección para mostrarlos en la ventana vista del elemento.
	Los datos de la colección requieren de una actualización. Haga clic con el botón derecho en la colección y, a continuación, haga clic en actualizar.
	El elemento constituye una referencia a un elemento ubicado en otro parte del árbol. Haga doble clic en la referencia para acceder al elemento real.
	La colección no contiene elementos.

Ventana panorama: posibilita la visualización de datos ordenados horizontalmente sobre una rejilla. Su ejecución y visualización se controlan a través de la barra de herramientas de comandos.

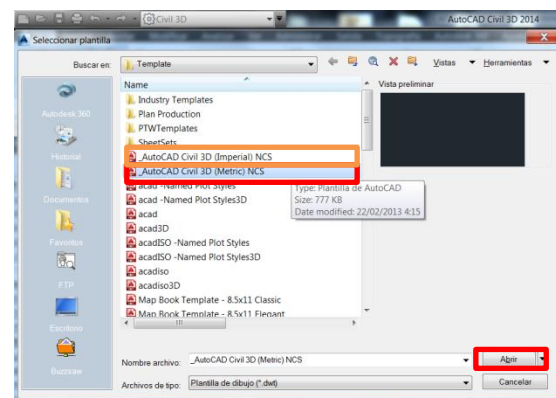
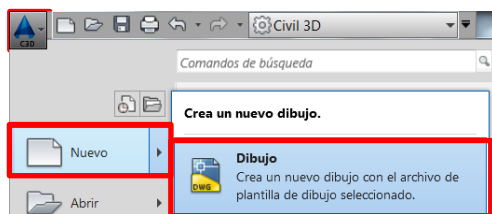
Nº	Número	Tipo	Restricción de tangencia	Restricción paramétrica	Longitud	Orientación	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial
1	1	Línea	No restringido (fijo)	Dos puntos	31.887m	N67° 28' 40"E	0+000.00m	0+031.89m	(6542.1135m,...
2	2	Curva	Restringido por ambos lados (li...	Radio	121.520m		0+031.89m	0+153.41m	(6571.5682m,...
3	3	Línea	No restringido (fijo)	Dos puntos	13.516m	S77° 42' 33"E	0+153.41m	0+166.92m	(6690.7508m,...
4	4	Curva	Restringido por ambos lados (li...	Radio	13.092m		0+166.92m	0+180.01m	(6703.9565m,...
5	5	Línea	No restringido (fijo)	Dos puntos	32.831m	N60° 30' 57"E	0+180.01m	0+212.85m	(6716.6167m,...
6	6	Línea	No restringido (fijo)	Dos puntos	43.229m	S70° 55' 33"E	0+212.85m	0+256.07m	(6745.1960m,...
7	7	Línea	No restringido (fijo)	Dos puntos	58.820m	N53° 49' 07"E	0+256.07m	0+314.89m	(6786.0516m,...
8	8	Línea	No restringido (fijo)	Dos puntos	138.167m	N86° 18' 17"E	0+314.89m	0+453.06m	(6833.5280m,...

Paleta de herramientas: en esta paleta encontramos un gran número de herramientas y contenidos, de los cuales dos de ellos son los más importantes para el diseño de nuestra obra lineal, estos son los subensamblajes y ensamblajes que los revisaremos posteriormente.

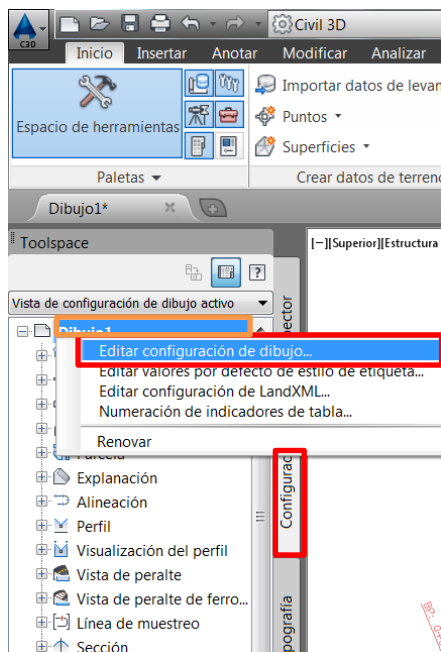


6.2 Configuración inicial

Creamos un proyecto nuevo mediante el uso de la plantilla que se adapte mejor a nuestras necesidades, podemos seleccionar entre las opciones de unidades inglesas (Imperial) o unidades métricas (metric).



Como resultado del procedimiento anterior se nos crea un nuevo archivo, no obstante antes de empezar a ingresar datos para el diseño, debemos realizar algunos ajustes importantes dentro de la configuración del dibujo con la finalidad de obtener el resultado deseado.

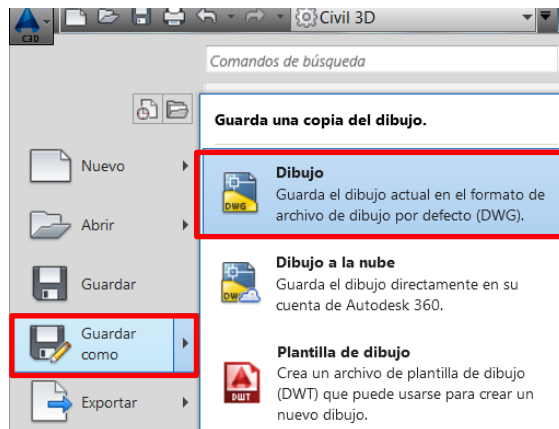
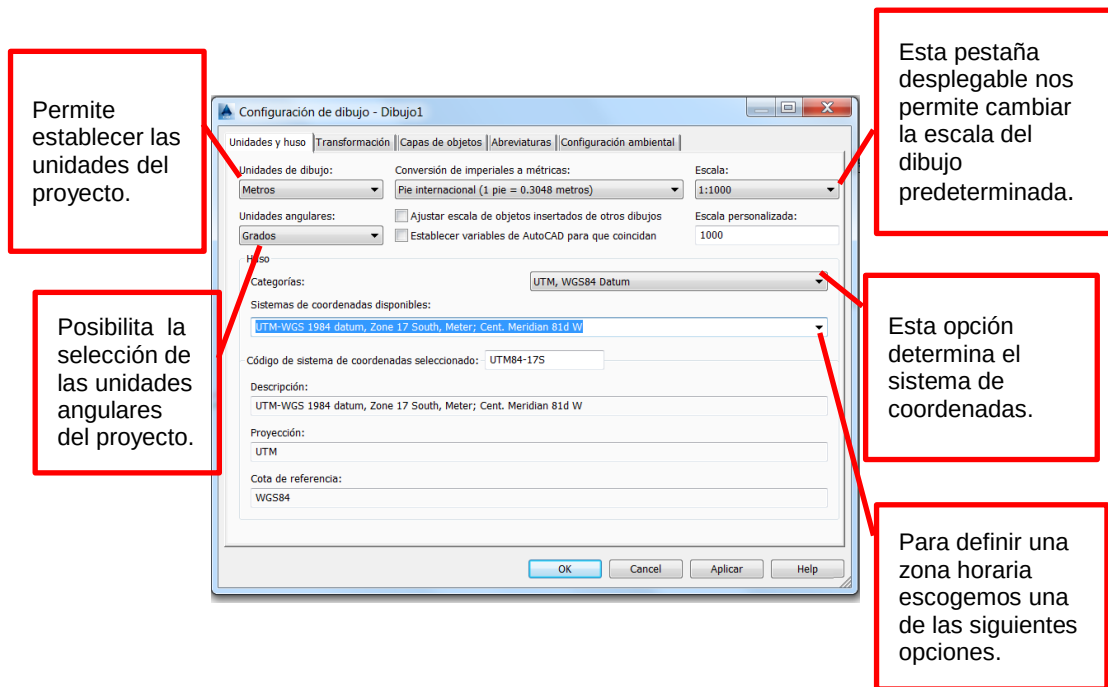


Para acceder a la ventana de configuración del proyecto, procedemos de la siguiente manera:

- 1) Nos ubicamos en el **Toolspace**.
- 2) Activamos la ficha **Configuración**.
- 3) Clic derecho sobre el nombre del archivo.
- 4) Escogemos la opción **Editar configuración de dibujo**.

configuración de dibujo.

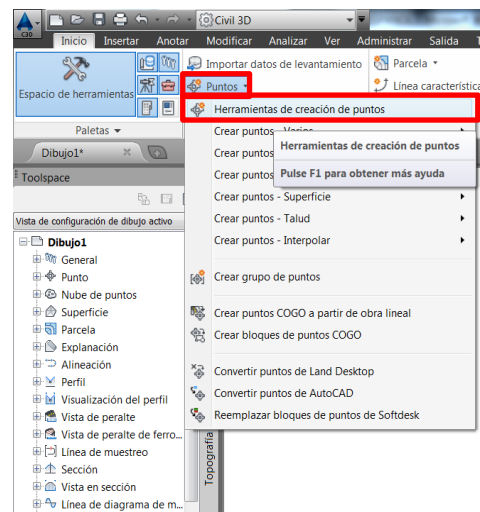
Luego de haber escogido la anterior opción tenemos la siguiente ventana que nos autorizará la configuración de los parámetros básicos del proyecto.



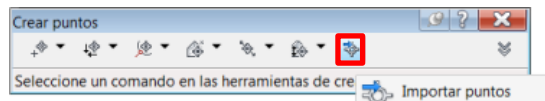
Por último tenemos la instrucción **Guardar como** que es usada para almacenar el dibujo en el ordenador, para esto asignamos un nombre y una ubicación específica y como resultado de realizar esta actividad podremos continuar con la creación del proyecto de manera segura.

6.3 Puntos

El trabajo con los puntos en el programa es sumamente sencillo, la opción más utilizada es la Importación de puntos desde una hoja electrónica con formato CSV; para esto se procede de la siguiente manera.



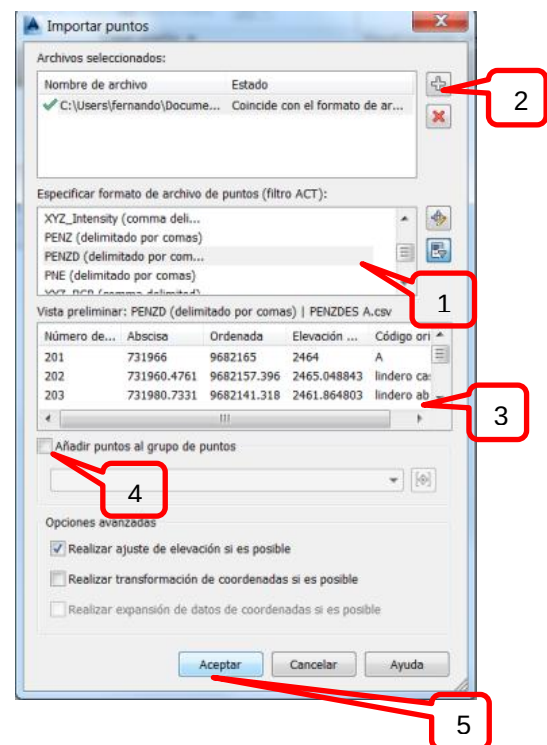
- 1) En el menú **Ribbon** ubicamos el botón *puntos*.
- 2) Damos clic en este botón.
- 3) Escogemos *Herramienta de creación de puntos*.
- 4) Inmediatamente aparecerá la barra **Crear puntos** en la que se encuentra las diferentes opciones para la creación y edición de los puntos.
- 5) Ubicamos el ícono correspondiente al comando *Importar puntos*.



- 6) Seleccionamos y obtenemos el siguiente cuadro:

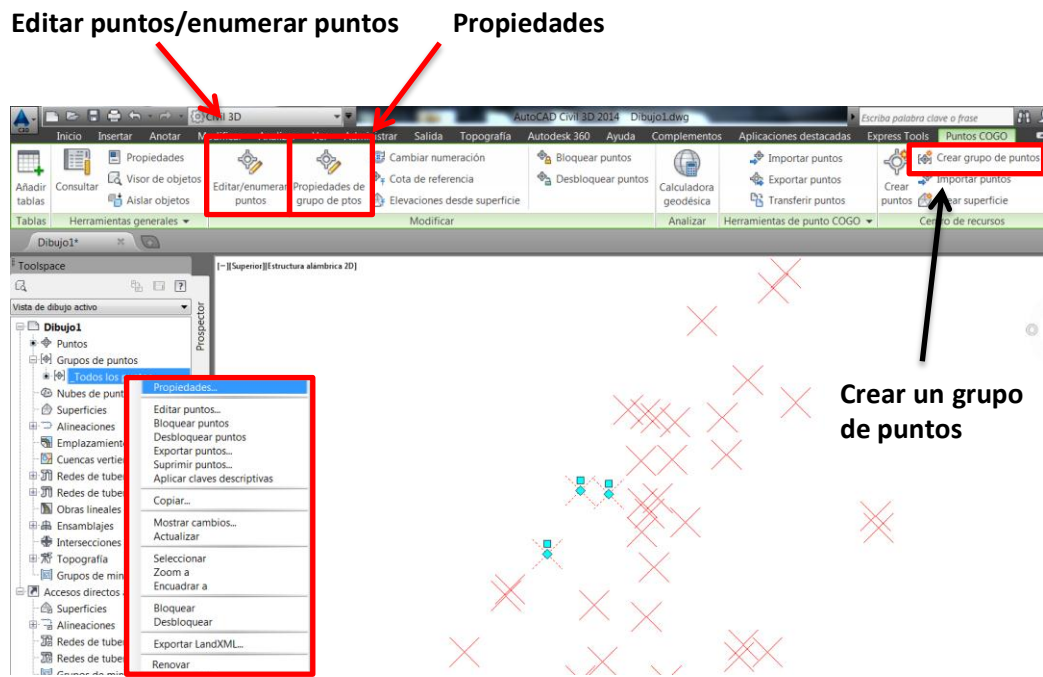
En el nuevo cuadro de diálogo se realizan secuencialmente las actividades descritas a continuación:

- 1) Definimos un formato similar a nuestra hoja electrónica con los puntos procesados. En el caso de no existir una es posible crear un formato personalizado.
- 2) Seleccionamos y abrimos el archivo que contiene los puntos.
- 3) En esta ventana podemos visualizar si los puntos están siendo importados de manera correcta.
- 4) Se puede activar esta opción para agregar los puntos en un grupo que los contenga bajo un nombre o denominación específica.
- 5) Aceptamos y se importa los puntos al programa.

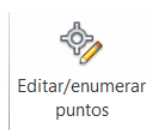


Nota: Si no los podemos visualizar al instante, solo tenemos que hacer un zoom extendido de la pantalla.

Continuando con el tema relacionado a puntos podemos determinar que cuando seleccionamos un punto o un grupo de puntos del área de dibujo se accede a la respectiva ficha *contextual ubicada* dentro del menú *Ribbon*, la misma que contiene varias instrucciones importantes tales como: *crear un grupo de puntos*, *editar/enumerar puntos* y las *propiedades de puntos* en donde es posible modificar la visualización. Estos comandos son definidos a continuación.



Editar/Enumerar puntos.



Mediante el uso de este comando accedemos a la Ventana panorama con el listado de puntos, permitiéndonos esta ventana agregar o modificar parámetros como: la numeración, ubicación, elevación y descripción.

Número de pu...	Abscisa	Ordenada	Elevación de punto	Nombre	Código original	Descripción comple...	Forma
201	731966.0000m	9682165.0000m	2464.000m		A	A	
202	731960.4761m	9682157.3960m	2465.049m		lindero casa	lindero casa	
203	731980.7331m	9682141.3180m	2461.865m		lindero abajo casa	lindero abajo casa	
204	731986.9783m	9682149.0540m	2461.259m		lindero abajo (tub	lindero abajo (tubo)	
205	731977.2756m	9682156.2450m	2462.921m				
206	731976.2492m	9682163.0800m	2462.816m				
207	731974.6009m	9682153.9940m	2462.974m				



Propiedades de grupo de pto

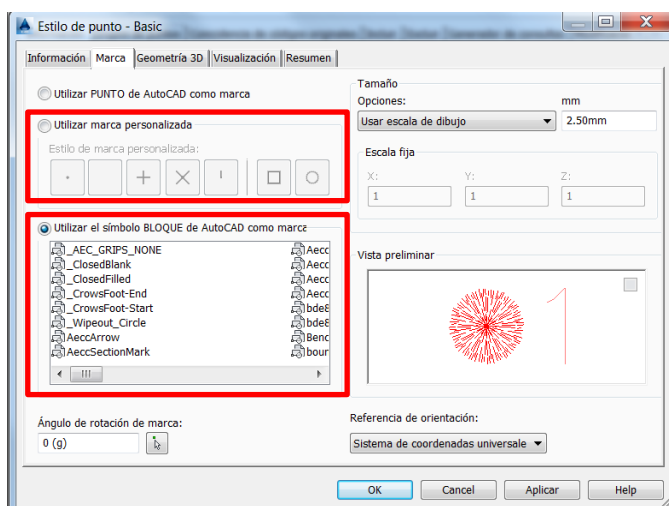
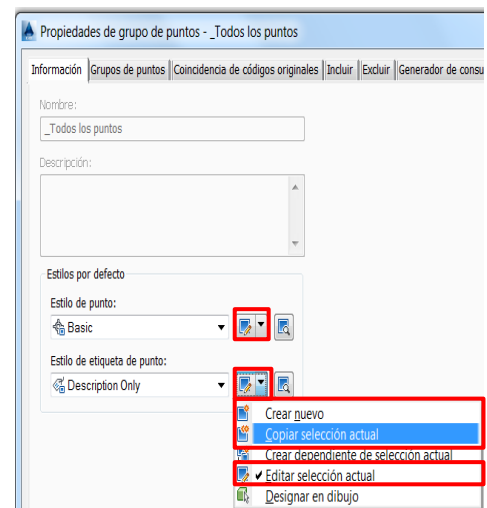
Propiedades de grupo de puntos

Mediante el uso de este comando accedemos a los estilos de visualización tanto para los puntos y demás elementos de dibujo. El programa cuenta con un conjunto de estilos que podemos utilizar, también se puede crear nuevos o modificar los existentes.

Al hacer clic sobre esta opción llamada *Propiedades de grupo de puntos* tenemos una nueva ventana con la siguiente información:

1. En la pestaña desplegable de Estilo de punto podemos escoger la forma o visualización del punto.
2. La pestaña Estilo de etiqueta de punto contiene diferentes formas de representar la información del punto. Las opciones para la edición de cualquier estilo de visualización se despliegan mediante este botón , siendo las más usadas las siguientes:

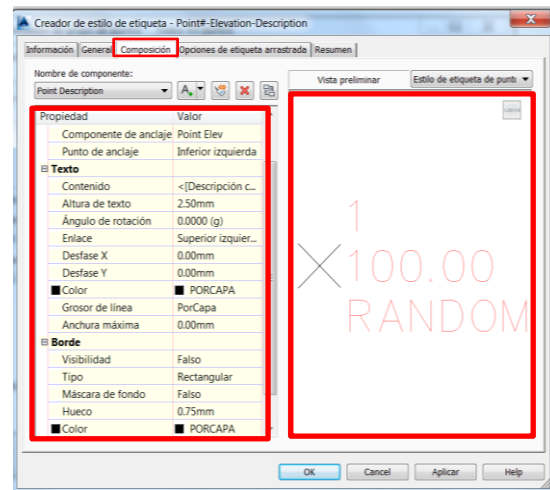
- Crear un estilo nuevo. 
- Hacer una copia de un estilo actual. 
- Editar el estilo actual. 



Lo más recomendable es crear una copia de un estilo y modificarlo, debido a la desventaja que representa crear un estilo nuevo, ya que intervienen una gran cantidad de parámetros que deben ser configurados.

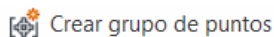
Si editamos un *estilo de punto* dentro de la ficha *Marca* podemos escoger un tipo personalizado o un bloque de cualquier tipo que se haya creado en AutoCAD como se muestra en la *Vista preliminar* del cuadro **Estilo de punto**.

Si escogemos la opción de editar un *estilo de etiqueta* se tiene la posibilidad de ingresar a las pestaña *Composición* para modificar el contenido de la información que se va a presentar. Además contamos con diferentes características para el texto y borde como las siguientes: contenido, altura de texto, rotación, visibilidad, entre otros. Adicionalmente cuenta con un espacio para la vista preliminar para verificar cómo se mostrará la información del punto en el dibujo.

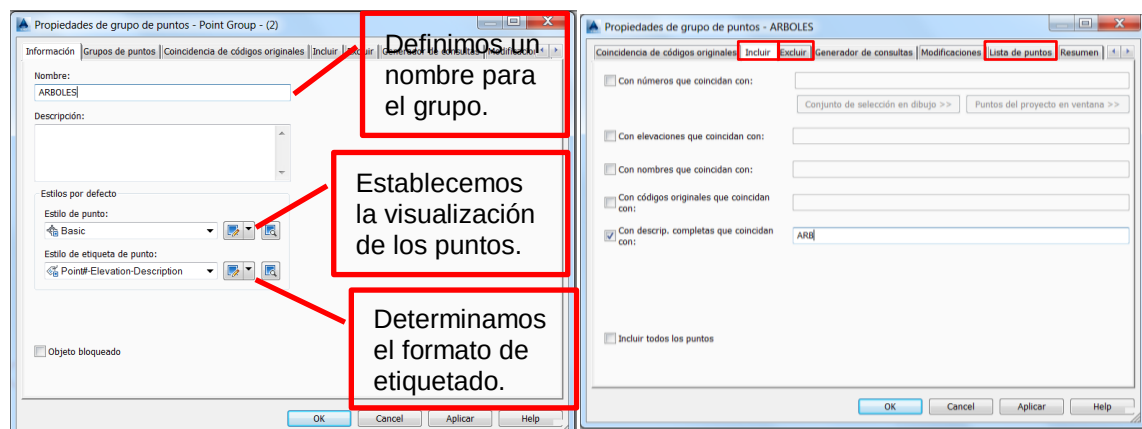


Grupo de puntos

El uso de grupo de puntos resulta de gran utilidad puesto que ayuda a trabajar de manera más organizada. Para crear un grupo de puntos procedemos de la siguiente forma:



Si seleccionamos la herramienta **Crear grupo de puntos**, así tenemos el siguiente cuadro.



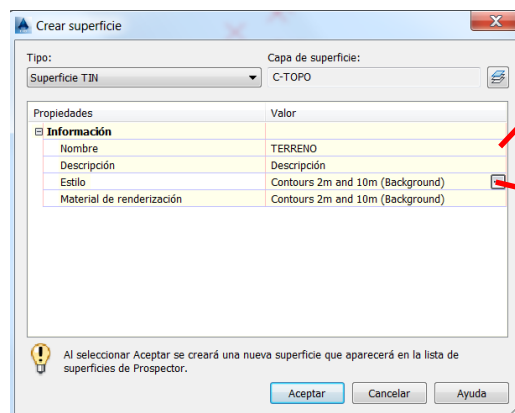
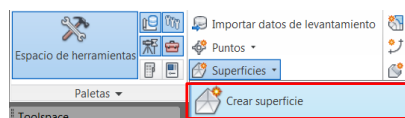
- La ficha *Incluir* brinda algunas funciones que podemos utilizar para identificar e ingresar los puntos en el grupo. Tenemos así coincidencias numéricas, por nombres, códigos, descripciones y una selección visual.
- La ficha *Excluir* permite excluir puntos del grupo y cuenta con similares funciones que la ficha *Incluir*.
- La ficha *Lista de puntos* enumera los puntos que serán agregados al grupo.

Cabe recalcar que no es la única manera de acceder a los comandos ya revisados, otra alternativa es mediante la ficha *prospector* del *toolspace*, desplegando los menús con el botón derecho sobre el árbol de puntos.

6.4 Superficies

Para la creación de superficies se debe contar con un conjunto de puntos, los cuales sirven de referencia para la triangulación de la misma. El procedimiento empleado para obtener una superficie es el siguiente:

- Accedemos a la instrucción **Crear superficie** en la cual se muestra la ventana de creación, seguidamente ingresamos un nombre y un estilo para la superficie.

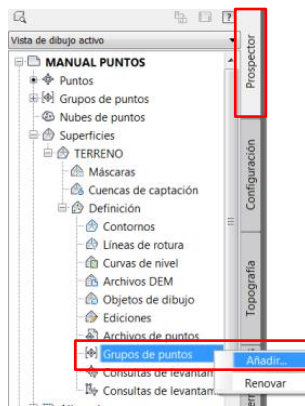


Ingresamos un nombre para la superficie.

Escogemos un estilo de visualización.

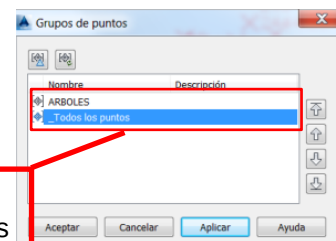
Al seleccionar Aceptar se creará una nueva superficie que aparecerá en la lista de superficies de Prospectar.

Aceptar Cancelar Ayuda



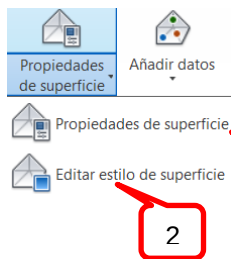
- Al hacer clic en aceptar se crea la superficie y tendremos acceso a ella mediante la ficha de *prospector*, expandimos el árbol de Superficies hasta visualizar la opción *Grupo de puntos*, sobre esta hacemos clic derecho y aparecerá la opción *Añadir*.

- Escogemos el grupo de puntos que definen la superficie y hacemos clic en aceptar.



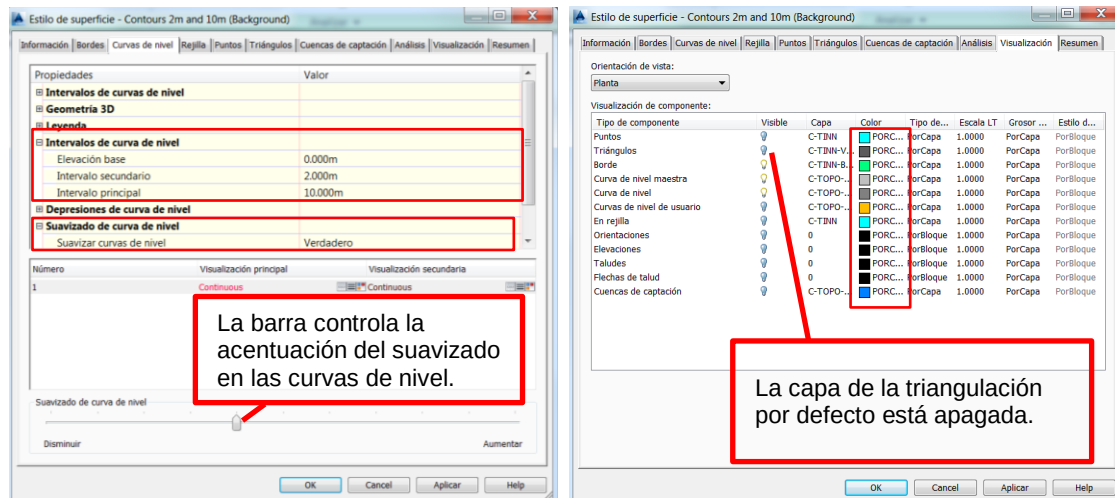
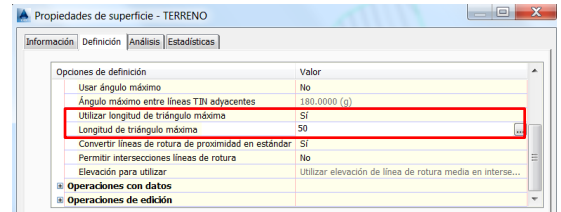
Se permite realizar selecciones múltiples usando la tecla Ctrl.

- Al aceptar se crea la superficie en el área de dibujo, sin embargo en la mayoría de los casos su triangulación o visualización no están bien definidos por lo tanto la edición de la superficie es fundamental. A continuación se detallan los pasos a seguir para la edición de la superficie.

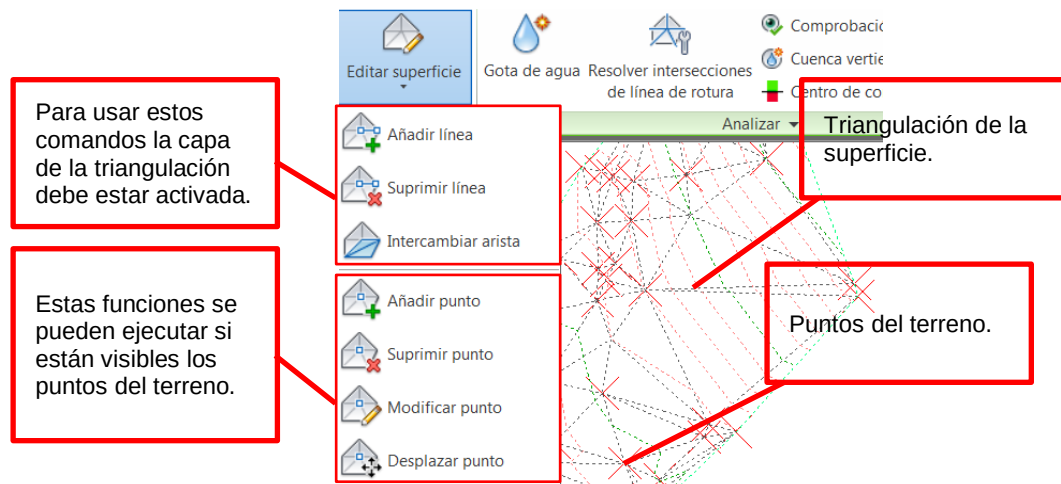


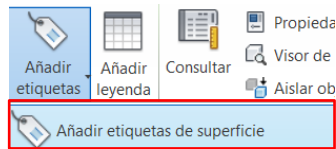
1) En **Propiedades de superficie** asignamos información para la misma y también definimos la longitud máxima entre los puntos de la triangulación. Esta opción es muy ventajosa para grandes superficies ya que la triangulación se formará entre puntos cercanos.

- 2) En **Editar estilos de superficie** se puede modificar la visualización mediante herramientas para alterar el intervalo y el suavizado de las curvas de nivel. En la ficha *Visualización* tenemos acceso a todas las capas y atributos visuales de este elemento.



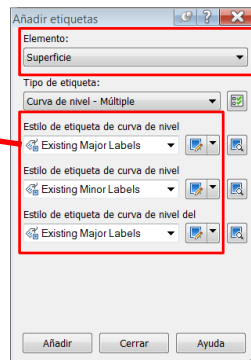
Algunas funciones usadas para editar la triangulación y por ende la disposición de las curvas de nivel en la superficie, se muestran a continuación:



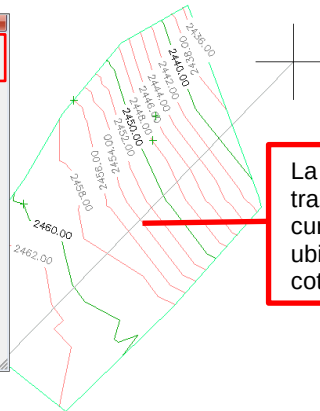


El acotado de la superficie, se realiza seleccionando la opción **Añadir etiqueta de superficie**, en la cual utilizamos el tipo de etiqueta llamado *Curva de nivel-Múltiple*, para que nos permita añadir cotas en las curvas mayores y en las menores.

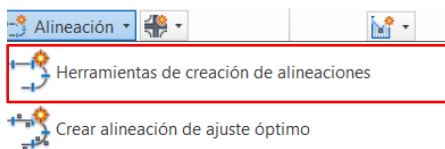
Los estilos de las etiquetas se modifican para contar con la presentación deseada.



La intersección del trazado con las curvas, determina la ubicación de las cotas.



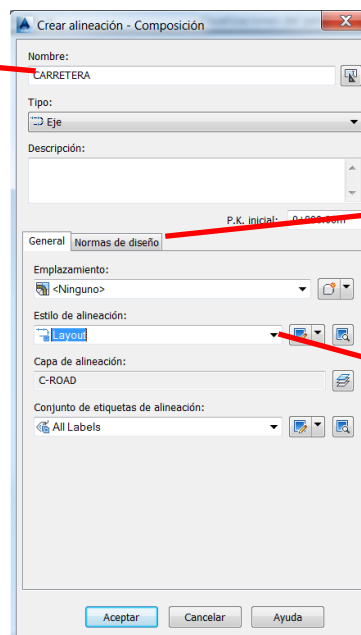
6.5 Alineamientos



El procedimiento comúnmente utilizado para realizar el alineamiento sobre la superficie del terreno es mediante **Herramientas de creación de**

alineaciones.

Se define un nombre para este elemento.



Ingresamos en esta ficha para establecer las normas de diseño para el alineamiento horizontal.

Elegimos un estilo de visualización para el alineamiento.

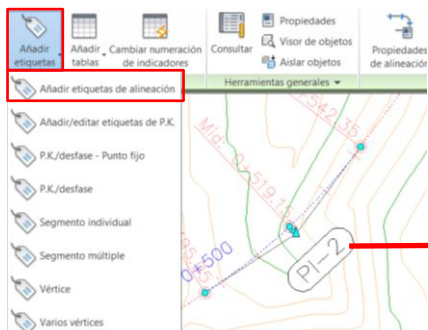
	Insertar PI: inserta en el alineamiento un punto de intersección entre tangentes.
	Eliminar PI: elimina cualquier punto de intersección de tangentes del diseño.

 La opción **Vista de rejilla de alineación** abre la ventana *Panorama* que contiene los datos referentes a todas las entidades del alineamiento que se hayan creado y de ser necesario también pueden ser modificados.

Nº	Velocidad de pro...	Número	Radio mínimo	Radio	Tipo	Bloqueo ...	Restricción par...	Longitud	Orientación	P.K. inicial	Grado de curvat...	Ángulo de inc...	Centro	Longitud de cuerda	Flacha del arco	Secante externa	Tangente externa	Orientación de cu...	Restricción de t...
1	40 km/h	1			Línea		Doa puntos	371.432m	142° 00' 46"	0+000.00m									No restringido (
2	40 km/h	2	50.000m	300.000m	Curva		Radio	78.217m		0+371.43m	5.7296 (g)	14.9384 (g)	(401882.6...	77.996m	2.546	2.567m	39.332m	149° 28' 55"	Restringido por
3	40 km/h	3			Línea		Doa puntos	46.207m	106° 57' 04"	0+448.65m									No restringido (
4	40 km/h	4	50.000m	130.000m	Curva		Radio	46.409m		0+495.05m	13.2221 (g)	20.4541 (g)	(401686.3...	46.163m	2.065	2.099m	23.454m	146° 43' 27"	Restringido por
5	40 km/h	5			Línea		Doa puntos	37.249m	136° 29' 50"	0+542.35m									No restringido (
6	40 km/h	6	50.000m	230.000m	Curva		Radio	45.147m		0+579.60m	7.4734 (g)	11.2467 (g)	(401628.1...	45.079m	1.107	1.112m	22.646m	130° 52' 22"	Restringido por
7	40 km/h	7			Línea		Doa puntos	77.717m	125° 15' 01"	0+624.25m									No restringido (
8	40 km/h	8	50.000m	300.000m	Curva		Radio	46.577m		0+702.47m	5.7296 (g)	8.8956 (g)	(402140.6...	46.530m	0.903	0.906m	23.335m	129° 41' 53"	Restringido por
9	40 km/h	9			Línea		Doa puntos	115.196m	134° 08' 45"	0+749.02m									No restringido (
10	40 km/h	10	50.000m	350.000m	Curva		Radio	63.842m		0+864.24m	4.9111 (g)	10.4511 (g)	(401667.3...	63.754m	1.455	1.461m	32.010m	120° 50' 14"	Restringido por
11	40 km/h	11			Línea		Doa puntos	142.854m	123° 41' 42"	0+928.08m									No restringido (
12	40 km/h	12	50.000m	350.000m	Curva		Radio	26.612m		1+070.94m	4.9111 (g)	4.3565 (g)	(402365.7...	26.606m	0.253	0.253m	13.313m	125° 52' 23"	Restringido por
13	40 km/h	13			Línea		Doa puntos	112.889m	128° 03' 09"	1+087.35m									No restringido (
14	40 km/h	14	50.000m	230.000m	Curva		Radio	80.880m		1+235.23m	7.4734 (g)	22.6642 (g)	(401918.6...	90.388m	4.484	4.573m	46.093m	116° 43' 09"	Restringido por
15	40 km/h	15			Línea		Doa puntos	46.742m	105° 22' 14"	1+326.23m									No restringido (
16.1	40 km/h	16			Espiral de entra...		Espiral de entra...	31.000m		1+372.97m									Restringido por
16.2	40 km/h	16	50.000m	120.000m	Espiral de entra...		Espiral de entra...	63.187m		1+403.97m	14.3239 (g)	30.1695 (g)	(402273.2...	62.459m	4.135	4.283m	32.344m	127° 52' 21"	Restringido por
16.3	40 km/h	16			Espiral de entra...		Espiral de entra...	31.000m		1+467.16m									Restringido por
17	40 km/h	17			Línea		Doa puntos	247.488m	100° 21' 29"	1+488.16m									No restringido (
18	40 km/h	18	50.000m	300.000m	Curva		Radio	37.502m		1+748.43m	5.7296 (g)	7.1719 (g)	(402990.3...	37.327m	0.587	0.589m	18.801m	103° 36' 39"	Restringido por
19	40 km/h	19			Línea		Doa puntos	136.275m	105° 31' 48"	1+783.18m									No restringido (
20	40 km/h	20	50.000m	300.000m	Curva		Radio	53.283m		1+913.45m	5.7296 (g)	10.1762 (g)	(402378.1...	53.213m	1.182	1.187m	26.712m	105° 28' 31"	Restringido por
21	40 km/h	21			Línea		Doa puntos	194.375m	147° 21' 14"	1+966.74m									No restringido (
22	40 km/h	22	50.000m	130.000m	Curva		Radio	67.806m		2+161.31m	13.2221 (g)	29.8845 (g)	(402812.5...	67.040m	4.396	4.550m	34.693m	160° 17' 46"	Restringido por
23	40 km/h	23			Línea		Doa puntos	40.280m	127° 14' 18"	2+229.12m									No restringido (
24	40 km/h	24	50.000m	130.000m	Curva		Radio	52.604m		2+269.40m	13.2221 (g)	23.1845 (g)	(402794.4...	52.246m	2.652	2.707m	26.667m	165° 38' 48"	Restringido por
25	40 km/h	25			Línea		Doa puntos	241.535m	104° 03' 13"	2+322.08m									No restringido (
26.1	40 km/h	26			Espiral de entra...		Espiral de entra...	28.000m		2+563.54m									Restringido por
26.2	40 km/h	26	50.000m	150.000m	Espiral de entra...		Espiral de entra...	33.341m		2+591.54m	11.4592 (g)	12.7352 (g)	(402909.4...	33.272m	0.925	0.931m	16.739m	142° 20' 19"	Restringido por
26.3	40 km/h	26			Espiral de entra...		Espiral de entra...	28.000m		2+624.88m									Restringido por
27	40 km/h	27			Línea		Doa puntos	144.751m	120° 37' 24"	2+652.88m									No restringido (
28	40 km/h	28	50.000m	250.000m	Curva		Radio	98.842m		2+797.63m	6.8755 (g)	22.6530 (g)	(402984.4...	98.209m	4.869	4.966m	50.075m	119° 17' 48"	Restringido por
29	40 km/h	29			Línea		Doa puntos	165.211m	107° 58' 13"	2+886.47m									No restringido (
30	40 km/h	30			Línea		Doa puntos	736.179m	160° 08' 17"	3+061.65m									No restringido (

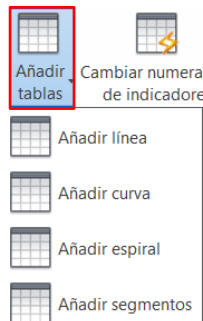
Etiquetado del alineamiento.

El etiquetado del alineamiento puede ser implantado mediante la instrucción *Añadir etiquetas de alineación*.

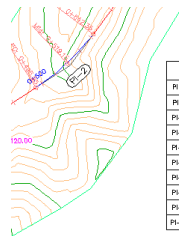


La numeración de cada PI, se utiliza para la creación de tabla de curvas.

Edición del alineamiento.



Para generar cuadros de curvas o tangentes, se utilizan las instrucciones que se desprenden de la opción *Añadir tablas*, de esta manera podemos introducir los reportes en el área de dibujo.

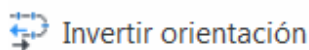


Cuadro de curvas													
PI #	R (m)	a	Lc (m)	F (m)	E (m)	C (m)	PC	PT	Prog. PI	Coordenada PC	Coordenada PT	TE	TS
PI-1	300.00	14.94	78.22	2.35	2.57	73.00	0+371.43	0+446.65	0+410.79	(401659.15,487872.39)	(401718.44,487725.07)	39.33	39.33
PI-2	130.00	20.45	46.41	2.07	2.10	46.16	0+495.85	0+519.40	(401757.24,487746.32)	(401780.85,487779.86)	23.45	23.45	
PI-3	230.00	11.55	46.15	1.11	1.11	45.07	0+579.80	0+624.75	0+602.25	(401813.01,487809.80)	(401835.14,487846.50)	22.65	22.65
PI-4	300.00	8.60	46.58	0.90	0.91	46.53	0+702.47	0+745.05	0+725.80	(401869.25,487918.88)	(401892.54,487959.30)	23.34	23.34
PI-5	350.00	10.45	63.84	1.45	1.48	63.75	0+864.24	0+928.08	0+896.25	(401957.05,488054.64)	(401987.85,488110.44)	32.01	32.01
PI-6	350.00	4.38	28.61	0.25	0.25	26.61	1+070.94	1+097.85	1+084.25	(402043.24,488041.25)	(402056.85,488055.19)	13.31	13.31
PI-7	250.00	22.65	96.98	4.48	4.57	90.38	1+235.25	1+326.23	1+281.24	(402121.51,488386.72)	(402147.41,488475.28)	46.09	46.09
PI-8	300.00	7.17	37.55	0.59	0.59	37.52	1+745.63	1+763.16	1+754.43	(402388.95,488784.37)	(402429.32,488806.46)	16.80	16.80
PI-16	120.00	30.17	63.19	4.13	4.28	62.46	1+803.97	1+867.19	1+836.32	(402396.23,488955.91)	(402385.43,488905.72)	32.34	32.34

S #	A	R (m)	L (m)	X	Y	PI	PC	PT	Coordenada PC	Coordenada PT
S1	80.99	187917	31.00	15.48	30.95	1+333.84	1+373.97	1+403.87	(402152.00,488018.82)	(402156.23,488055.01)
S2	80.99	120.00	31.00	15.48	30.95	1+477.81	1+467.16	1+446.18	(402185.42,488025.72)	(402206.41,488026.40)

Nota: Se debe considerar que los datos referentes a los elementos del diseño creados se almacenan en el programa en diversas variables por lo cual únicamente debemos proceder a solicitar su visualización y modificar los estilos de presentación.

Invertir alineamiento

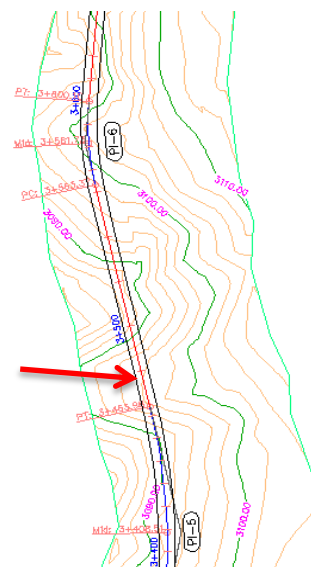


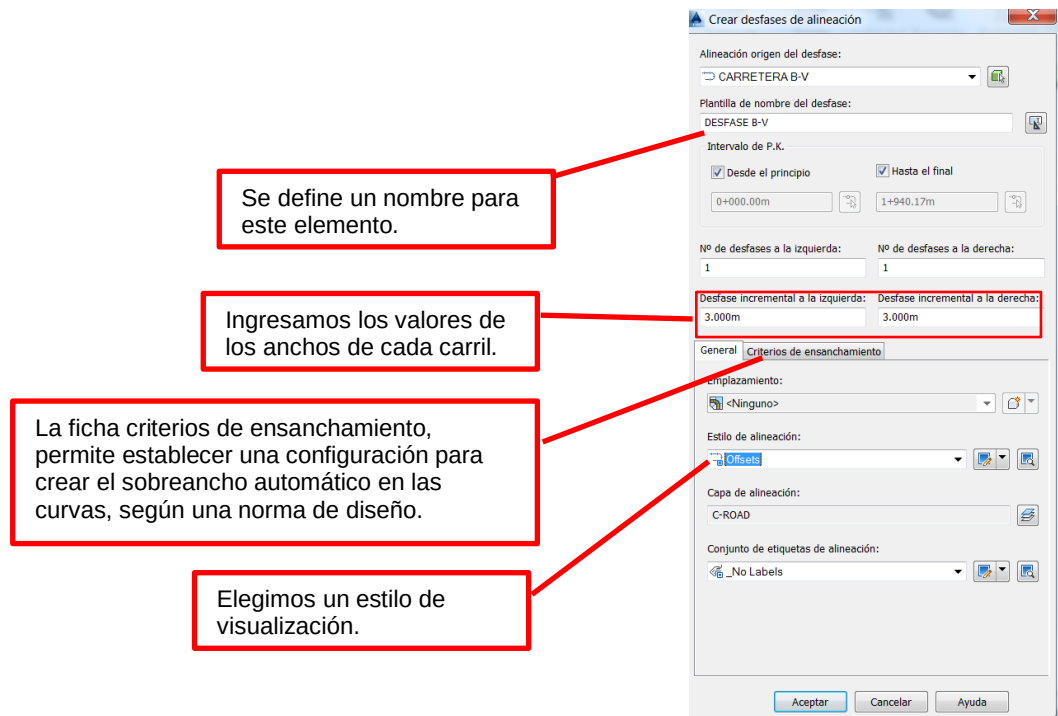
Con esta opción se invierte el sentido de circulación de la carretera y en consecuencia también se invierte el abscisado de la misma.

Ancho de calzada.

Desfase de alineación Para definir el ancho del carril izquierdo y derecho del alineamiento horizontal, se utiliza el comando **Desfase de alineación**. También se tiene la opción de configurar los sobreanchos según una norma de diseño.

Desfase del alineamiento



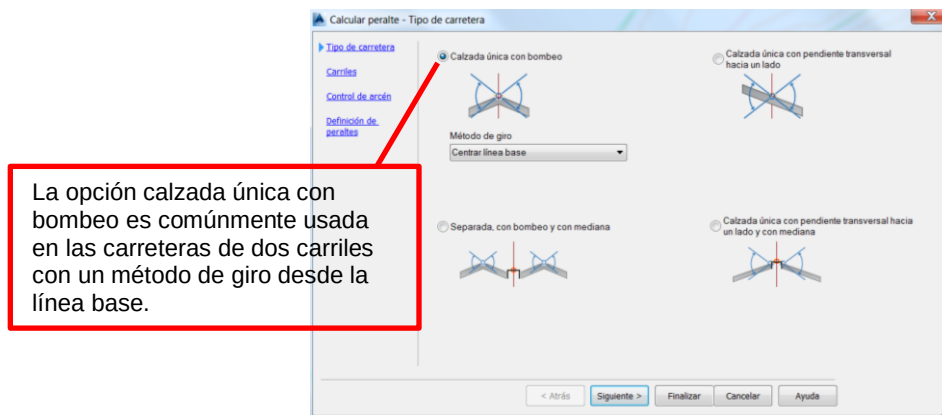


Peraltes.

El peralte de la carretera se calcula y genera a lo largo de alineamiento en función de los requerimientos del diseñador, tomando como base los datos obtenidos de la sección típica y de las normas de diseño establecidas.



**Puntos críticos
del peralte.**



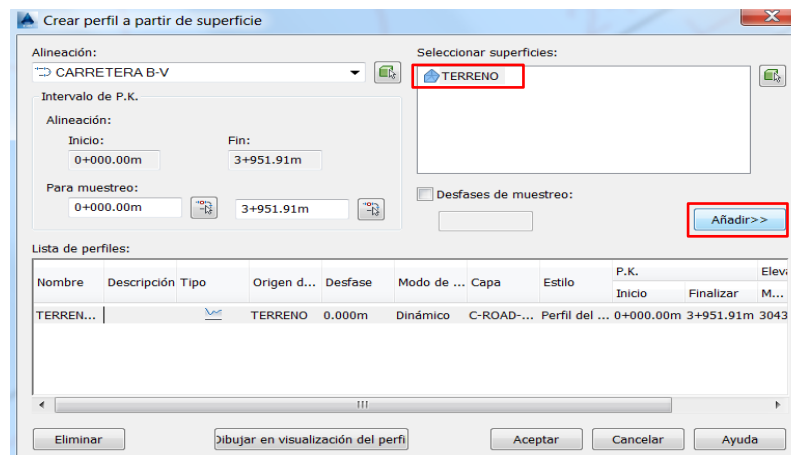
6.6 Perfiles



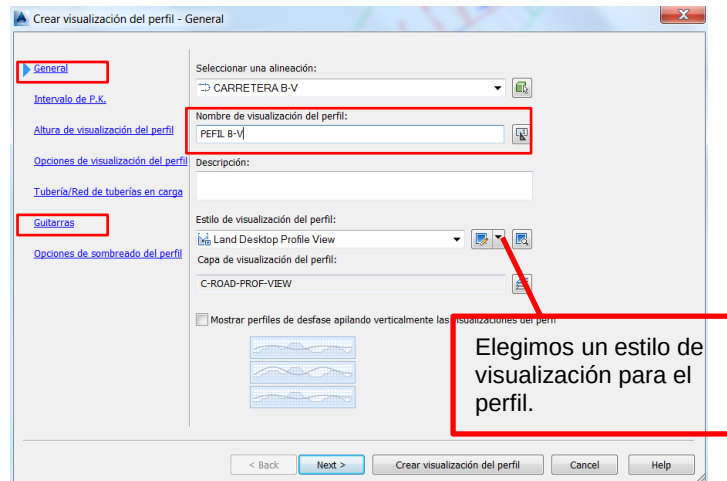
Perfil de superficie

El perfil de la superficie se creará a partir del alineamiento horizontal, por lo que estará ligada a éste y cualquier modificación que se realice se verá reflejada en el perfil del terreno. Los pasos a seguir son:

1. Añadimos la superficie de la cual deseamos obtener el perfil.



2. Ingresamos un nombre para el perfil y escogemos un estilo de visualización, la ficha *Guitarras* nos permite ingresar las bandas que presentan información del abscisado, corte, relleno y otros datos que se quieran visualizar. El resto de fichas pueden ser configuradas según el criterio del diseñador.

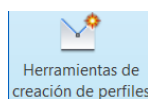


3. En el perfil del terreno creado se puede realizar el trazado del alineamiento vertical.

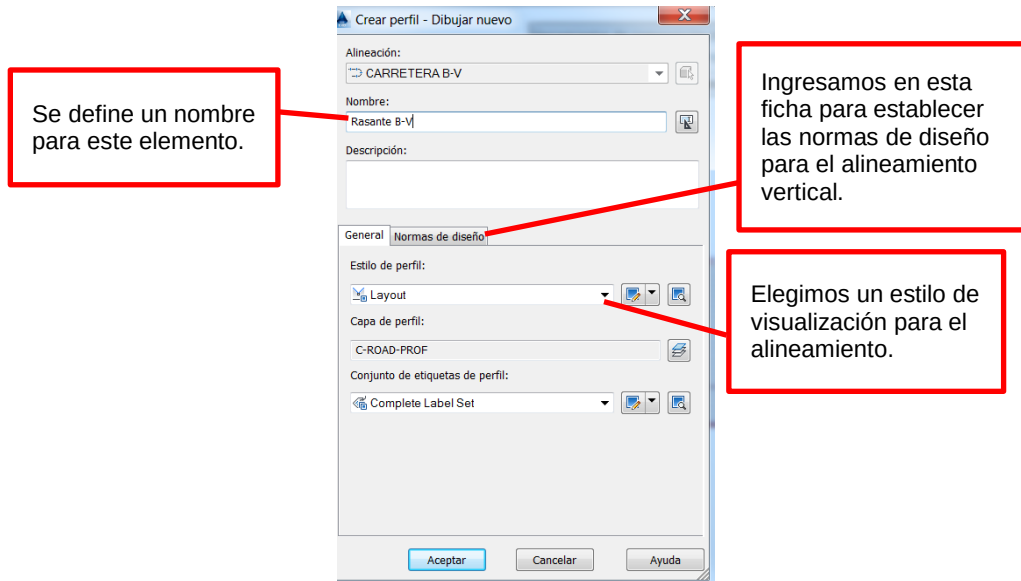
Perfil del terreno.

Bandas del perfil.

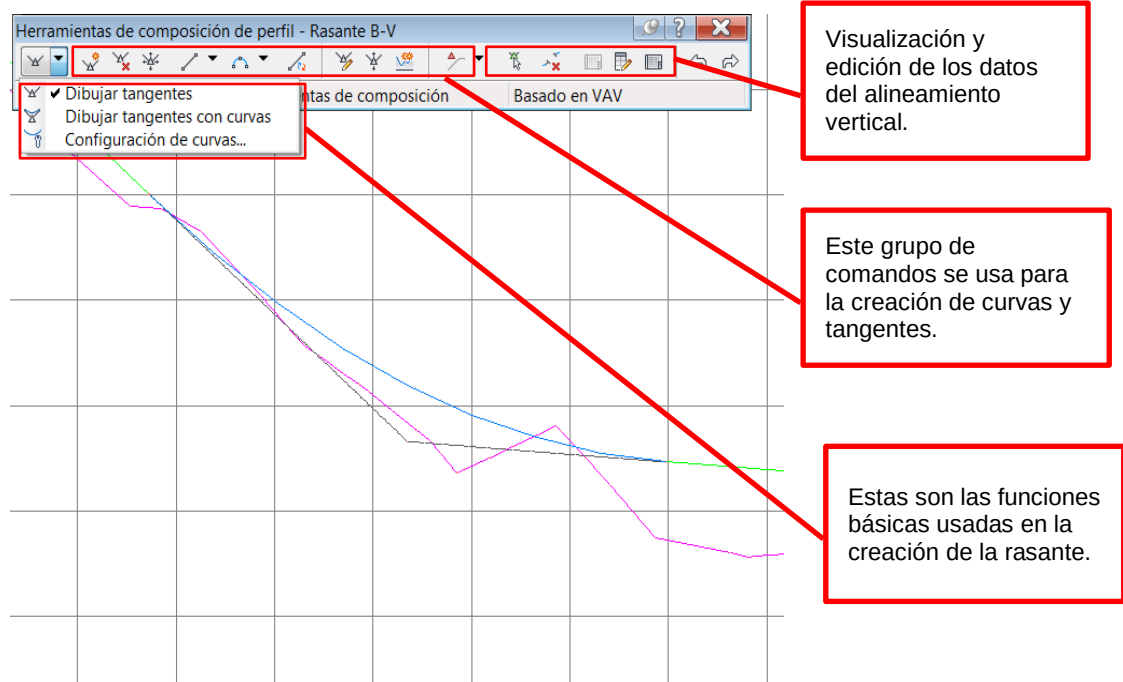
6.7 Alineamiento vertical



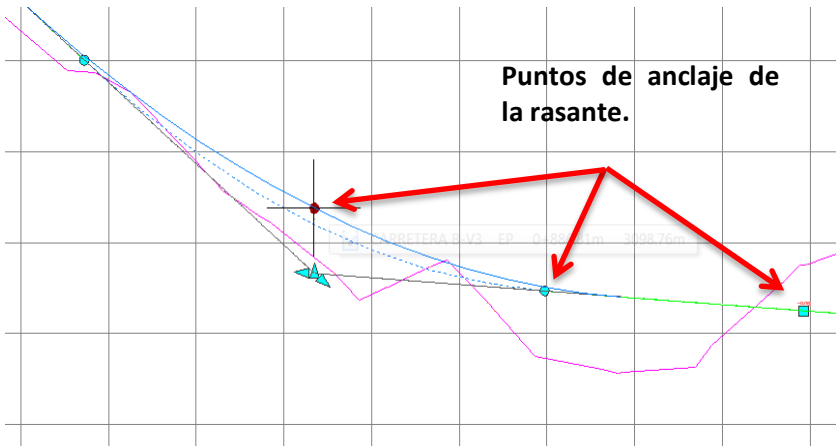
Con la **Herramienta de creación de perfiles**, se realiza el diseño vertical de la carretera.



Adicionalmente, con la barra de **Herramientas de composición de perfil**, se tienen los comandos principales para el trazado y edición del alineamiento vertical, con estas herramientas podemos dibujar las tangentes, las curvas verticales e insertar los puntos de intersección entre las tangentes.



Finalmente, para realizar modificaciones en el alineamiento creado se puede proceder de manera visual al desplazar los puntos de anclaje de los componentes de la rasante y se puede realizar también con ayuda de algunas de las funciones presentes en la barra **Herramientas de composición de perfil**.



	Eliminar subentidad: para eliminar algún elemento del diseño.
	Editor de subentidades: muestra una ventana con la información de algún elemento del alineamiento que haya sido seleccionado mediante el comando <i>Designar subentidad</i> . nos permite además modificar algunos de los valores que definen el elemento designado, ya sea por no cumplir alguna norma o para alterar su geometría.
	Seleccionar VAV: se usa para seleccionar el elemento cuyos parámetros van a ser visualizados o modificados
	Vista de rejilla de perfil: sirve para entrar en la ventana <i>Panorama</i> para visualizar o modificar los datos de los elementos creados en el alineamiento vertical.
	Insertar VAV: se inserta en el diseño vertical un vértice o intersección de tangentes.
	Eliminar VAV: se elimina cualquier vértice vertical creado en el diseño.



La opción **Vista de rejilla de perfil** abre la ventana *Panorama* que contiene los datos referentes a todas las entidades del alineamiento vertical que se hayan creado y de ser necesario también pueden ser modificados.

Nº	Bloquear	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Ti
1		0+000.00m	3151.443m		-7.81%		
2		0+442.43m	3116.890m	-7.81%	0.58%	8.39%	
3		0+646.79m	3118.072m	0.58%	-8.64%	9.22%	
4		0+886.99m	3097.320m	-8.64%	-0.73%	7.90%	
5		1+096.00m	3095.785m	-0.73%	-9.10%	8.36%	
6		1+655.89m	3044.862m	-9.10%	2.78%	11.87%	
7		1+808.87m	3049.108m	2.78%	10.46%	7.68%	
8		2+003.62m	3069.478m	10.46%	-0.15%	10.61%	
9		2+204.65m	3069.167m	-0.15%	-4.10%	3.94%	
10		2+363.80m	3062.646m	-4.10%	0.40%	4.49%	
11		2+689.65m	3063.935m	0.40%	3.08%	2.68%	
12		3+058.12m	3075.272m	3.08%	11.60%	8.52%	
13		3+254.09m	3098.000m	11.60%	-1.60%	13.20%	
14		3+467.73m	3094.575m	-1.60%	3.95%	5.56%	
15		3+631.12m	3101.033m	3.95%	-2.31%	6.26%	
16		3+832.72m	3096.379m	-2.31%	8.70%	11.01%	
17		3+951.91m	3106.754m	8.70%			

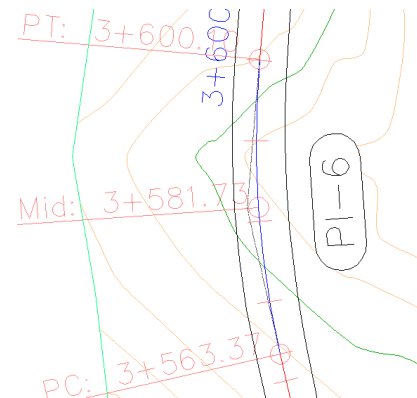
6.8 Sobreancho



Añadir ensanchamiento
automático

Se usa generalmente la
instrucción **Añadir
ensanchamiento automático**

para generar el ensanchamiento a lo largo del
alineamiento y siendo posible la configuración
según nuestros requerimientos.



Añadir ensanchamiento automático

☒ A lo largo de toda la alineación
☐ En curvas sin ensanchamiento
☐ En curvas seleccionadas
 Seleccionar curvas en alineación de nivel superior

☒ Especificar ensanchamiento mediante normas
 Archivo de normas de diseño de la alineación de nivel superior:
 C:\ProgramData\Autodesk\C3D 2014\esp\Data\Corrido

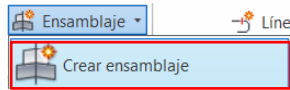
Propiedad	Valor
Método de ensanchamiento	Fórmula simple de AASHTO
Ensanchamiento que se aplicará en	Sólo interior
Tabla de radios mínimos	AASHTO 2001 eMax 8%
Tabla de longitudes de transición	2 carriles
Método de definición de peraltes	AASHTO 2001 Carretera con bom...
% en espiral para espiral a curva	100.00%
% en tangente para tangente-curva	66.67%
Anchura de carril normal	3.000m
Número de carriles - Izquierda	1
Número de carriles - Derecha	1
Longitud de batalla	6.000m

☐ Especificar ensanchamiento manualmente
 Aumento de anchura: 1.000m Longitud de transición: 20.000m

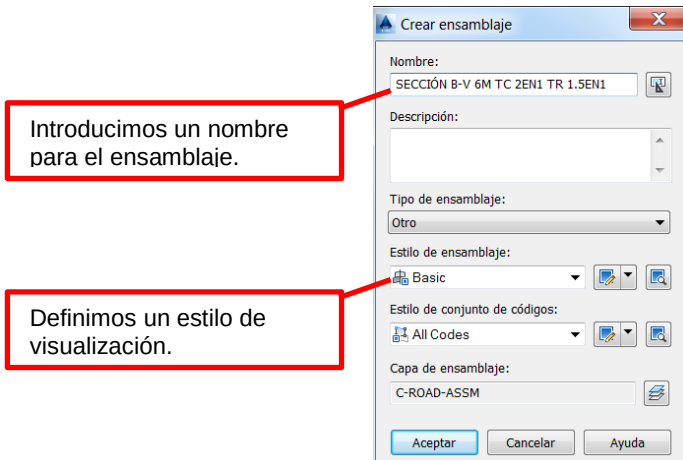
Aceptar Cancelar Ayuda

Datos de entrada
para la configuración
del sobreancho.

6.9 Creación de ensamblajes y subensamblajes

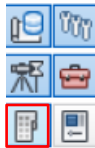


Los ensamblajes y subensamblajes son usados para modelar la sección típica y demás componentes que forman parte de la carretera, procedemos a su creación por medio del comando **Crear ensamblaje**.



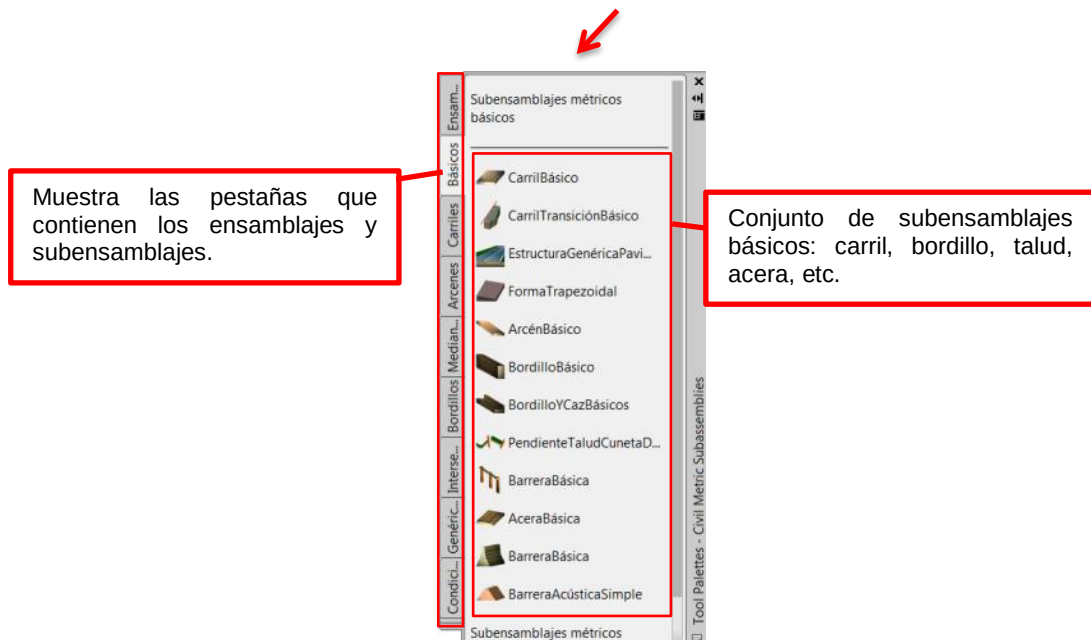
Introducimos el ensamblaje haciendo clic sobre el área de dibujo.

Los subensamblajes se conectan al ensamblaje directamente o por medio de otros subensamblajes que ya hayan sido vinculados. Todos estos se almacenan en la *Paleta de herramientas* y están agrupados en varias pestañas. Es necesario este activado el botón de *Paletas de herramientas*.

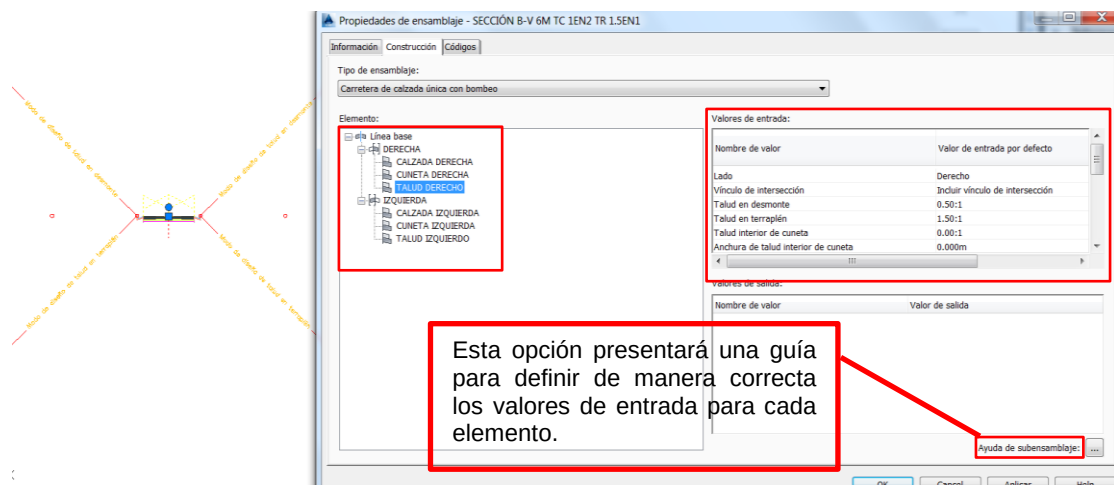


Mostrar/Ocultar Paletas de herramientas.

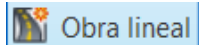
Paletas de herramientas



Igualmente, se deben asignar los valores de entrada de cada componente del ensamble, para lo cual ingresamos a las **Propiedades de ensamble**.



6.10 Creación de obras lineales (corredores)



Obra lineal

La **obra lineal** combina los elementos del diseño horizontal, vertical y transversal. Creado el corredor es posible visualizar la relación que existe entre la carretera y la superficie del terreno. Posteriormente también se podrá obtener datos de volúmenes.

Añadimos un nombre para la obra lineal.

Determinamos un estilo de visualización.

Escogemos la superficie, la alineación, la rasante y la sección transversal que hemos creado.

Crear obra lineal

Nombre: CORREDOR B-V

Descripción:

Estilo de obra lineal: Basic

Capa de obra lineal: C-ROAD-CORR

Alineación: CARRETERA B-V

Perfil: Rasante B-V

Ensamblaje: SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5

Superficie de objetivo: TERRENO

☒ Definir línea base y parámetros de región

Aceptar Cancelar Ayuda

El siguiente paso para generar la obra lineal, es la *asignación de objetivos* como superficies o desfases para algunos de los subensamblajes que necesitan definir su geometría.

Asignación de objetivo

Nombre de obra lineal: CORREDOR B-V

Nombre de ensamblaje: SECCIÓN B-V 6M TC 1EN2 TR 1.5EN1

P.K. inicial: 0+000.00

P.K. final: 3+951.91

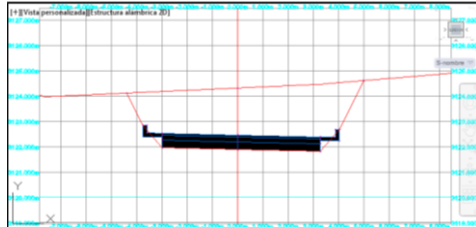
Objetivo	Nombre de objeto	Subensamblaje	Grupo de ensamblajes
<Haga clic aquí para definir todo>			
Superficies			
Superficie de objetivo	TERRENO	TALUD DERECHO	DERECHA
Superficie de objetivo	TERRENO	TALUD IZQUIERDO	IZQUIERDA
Objetivos de anchura o desfase			
Alineación de anchura	CARRETERA B-V-Derecha-3.000	CALZADA DERECHA	DERECHA
Alineación de anchura	CARRETERA B-V-Izquierda-3.000	CALZADA IZQUIERDA	IZQUIERDA
Objetivos de talud o elevación			
Perfil de elevación externo	<Ninguno>	CALZADA DERECHA	DERECHA
Perfil de elevación externo	<Ninguno>	CALZADA IZQUIERDA	IZQUIERDA

Aceptar Cancelar Ayuda



Editor
de secciones

Con todos los anteriores procedimientos realizados se creará el corredor de la vía y para verificar que no existan inconvenientes en el diseño se utiliza el comando **Editor de secciones**.



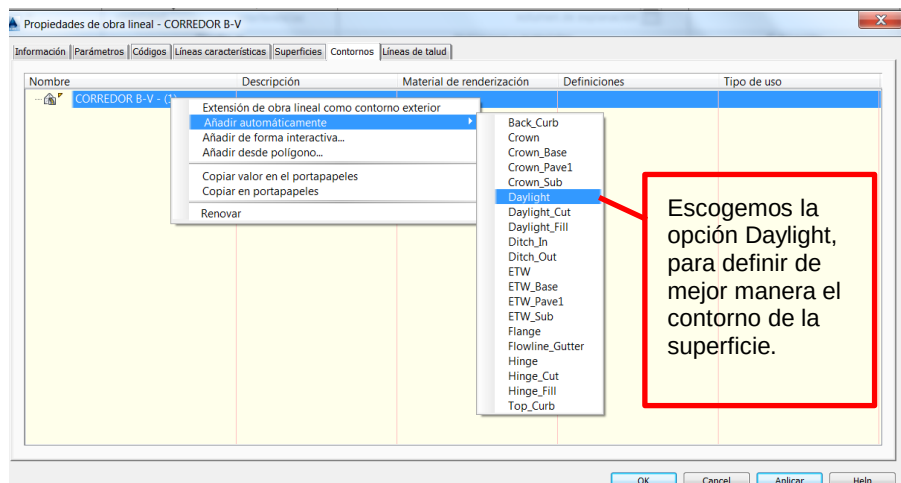
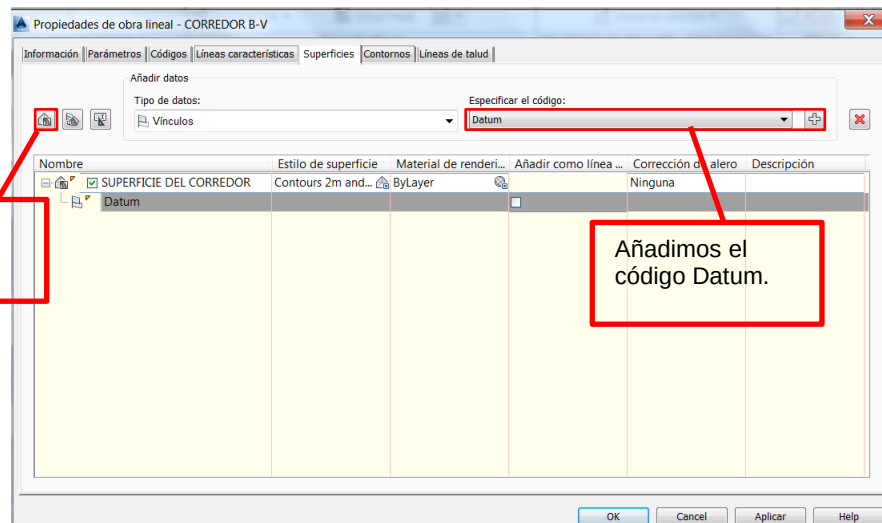
Talud de relleno

Talud de corte.

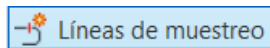
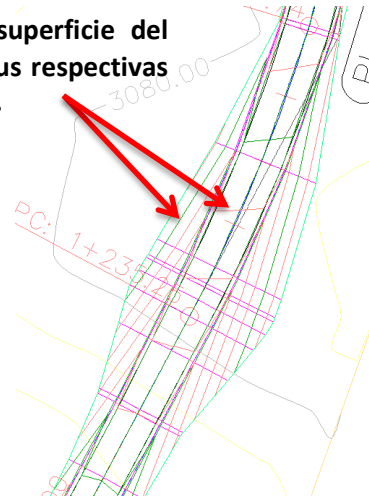


Propiedades
de obra lineal

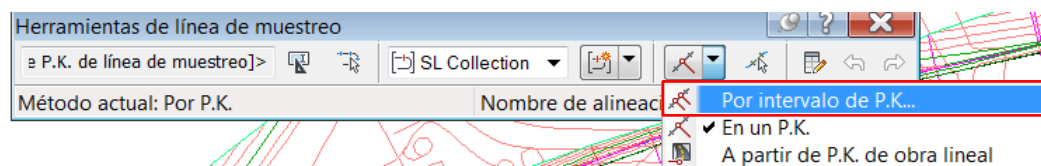
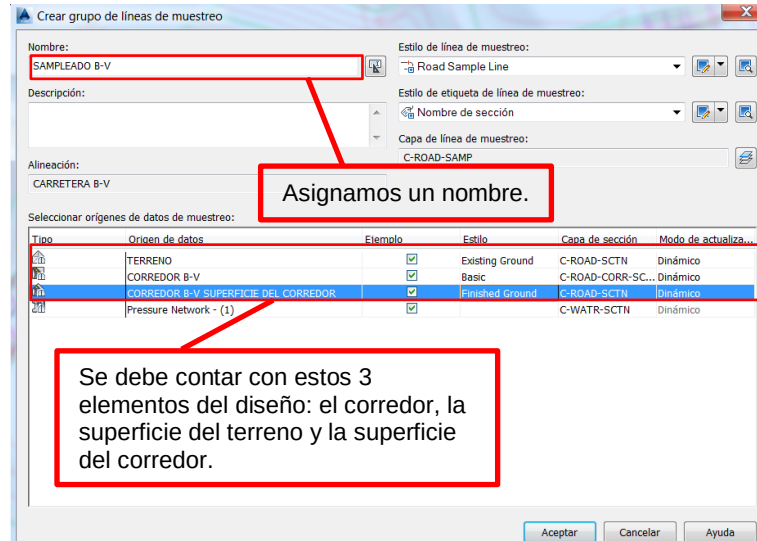
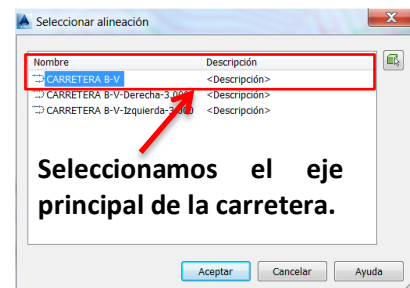
Luego que hayamos revisado la composición y haber corregido los problemas del diseño se procede a la creación de la superficie del corredor, para ello accedemos a **Propiedades de obra lineal**, en donde ingresamos a las ficha de *Superficies* y por último a la de *Contornos*, para definir la superficie.



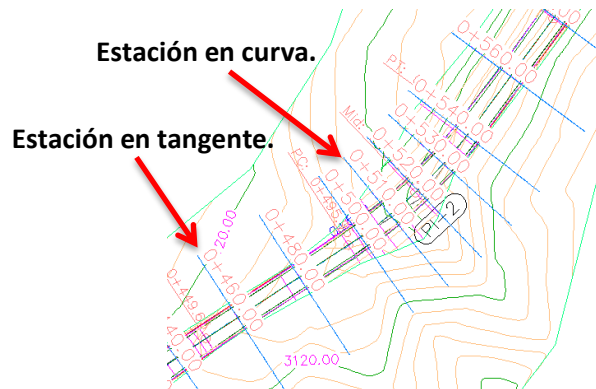
Se genera la superficie del corredor con sus respectivas curvas de nivel.



Para marcar las estaciones de la cuales se obtendrán las secciones transversales usamos el comando **Líneas de muestreo**.



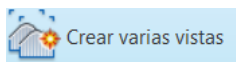
Al aceptar la configuración inicial se usa las **Herramientas de línea de muestreo** para marcar las estaciones y específicamente se usa la instrucción *Por intervalo de P.K.* para marcar las estaciones en intervalos distintos en las tangentes y en las curvas. Adicionalmente el comando *En un P.K.* permite marcar cualquier punto de interés.



Propiedad	Valor
Alineación	CARRETERA B-V
Intervalo de P.K.	
Desde inicio de la alineación	Verdadero
P.K. inicial	0+000.00m
Hasta el final de la alineación	Verdadero
P.K. final	3+951.91m
Anchura de franja izquierda	
Forzar cursor a alineación	Falso
Alineación	CARRETERA B-V
Anchura	20.000m
Anchura de franja derecha	
Forzar cursor a alineación	Falso
Alineación	CARRETERA B-V
Anchura	20.000m
Incrementos de muestreo	
Utilizar incrementos de muestreo	Verdadero
Incremento en tangentes	20.000m
Incremento en curvas	10.000m
Incremento en espirales	5.000m
Controles de muestra adicionales	
Al inicio del intervalo	Verdadero
Al final del intervalo	Verdadero
En puntos de geometría horizontal	Falso
En P.K. críticos de peralte	Falso

Aceptar Cancelar Ayuda

6.11 Secciones transversales



Usando la instrucción **Crear varias vistas**, se obtienen las secciones transversales de todas las estaciones que han sido marcadas.

Crear varias vistas en sección - General	
General Insertar sección Intervalo de desfase Intervalo de elevación Opciones de visualización de sección Guías Tablas de vistas en sección	Seleccionar una alineación: CARRETERA B-V Nombre de grupo de líneas de muestreo: SAMPLEADO B-V Intervalo de P.K. Inicio: 0+000.00m Fin: 4+007.92m ☒ Automático ☐ Especificado por el usuario: 0+000.00m 4+007.92m Nombre de vista en sección: SECCIONES B-V Descripción: Capa de vista en sección: C-ROAD-SCTN-VIEW Estilo de vista en sección: Road Section

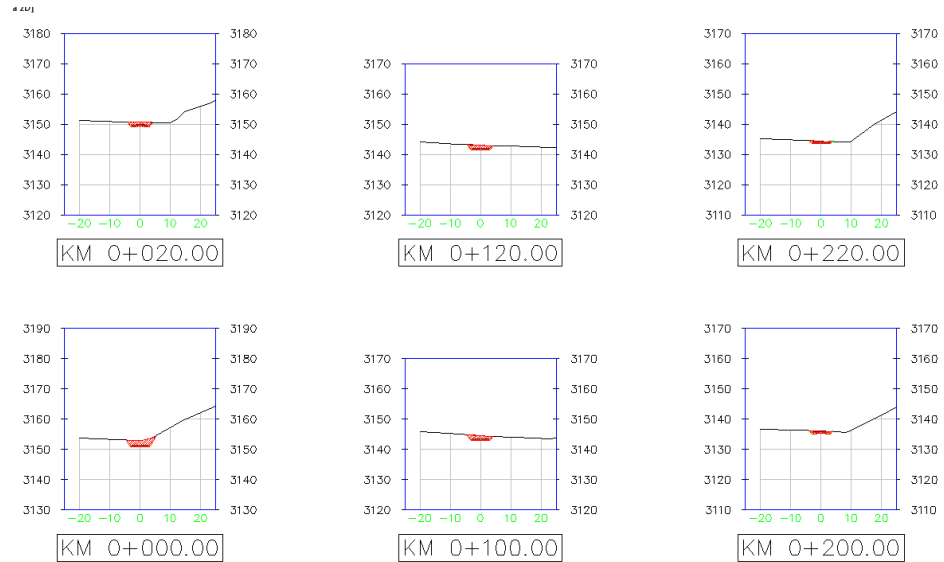
< Atrás Siguiente > Crear vistas en sección Cancelar Ayuda

En esta ficha, definimos el ancho de las secciones transversales.

Ingresamos un nombre para las vistas de sección.

Seleccionamos un estilo de visualización.

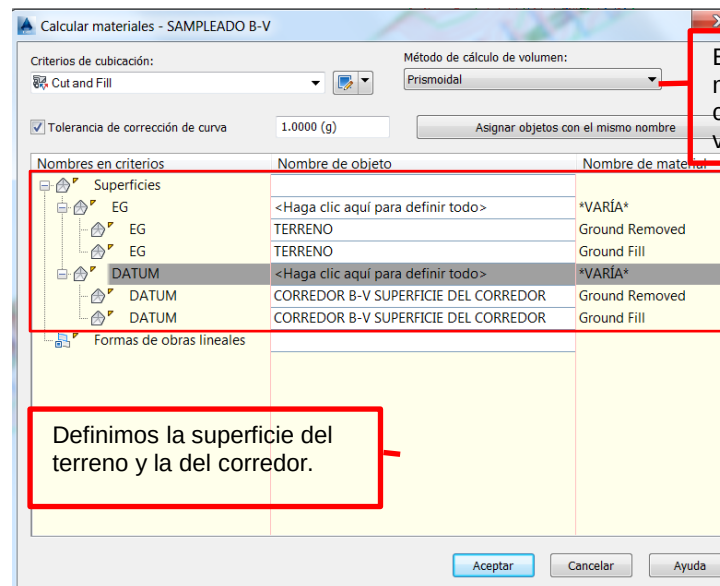
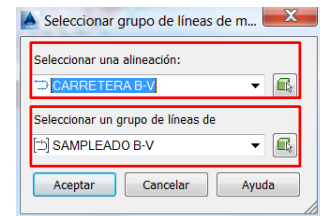
Hacemos clic en un espacio vacío del área de dibujo para insertar las secciones transversales.



6.12 Análisis de materiales y de cantidades



Para el cómputo de volúmenes se usa el comando **Calcular materiales**, en el cual se configuran todos los parámetros para posteriormente generar reportes y tablas. Seleccionamos el eje de la carretera y del grupo de líneas de muestreo.





Para generar un reporte en un formato que permite exportarse a una hoja electrónica.

Informe de volumen

Proyecto: C:\Users\fernando\appdata\local\temp\FINAL CON MURO Y SUPERFICIE Y SECCIONES Y CALCULO VOL_1_2_6947.svs

Alineación: CARRETERA B-V
Grupo de líneas de muestreo: SAMPLEADO B-V
P.K. inicial: 0+000.000
P.K. final: 4+007.923

P.K.	Área de desmonte (metros cuadrados)	Volumen de desmonte (metros cúbicos)	Volumen reutilizable (metros cúbicos)	Área de terraplen (metros cuadrados)	Volumen de terraplen (metros cúbicos)	Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)	Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)	Vol. terraplen acumul. (metros cúbicos)	Vol. neto acumul. (pies cúbicos)
0+000.000	18.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	11.31	293.54	293.54	0.00	0.00	293.54	293.54	0.00	293.54
0+040.000	9.22	205.02	205.02	0.00	0.00	498.56	498.56	0.00	498.56

Reporte de volumen en formato

Presentar cubicaciones

Seleccionar una alineación:
CARRETERA B-V

Seleccionar un grupo de líneas de muestreo:
SAMPLEADO B-V

Seleccionar lista de materiales:
Material List - (2)

Seleccione una hoja de estilos:
C:\ProgramData\Autodesk\C3D 2014\esp

☐ Mostrar informe XML

Aceptar Cancelar Ayuda



Para insertar una tabla de cantidades en el área de dibujo.

Total Volume Table

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	0.00	18.32	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	11.31	0.00	293.54	0.00	293.54
0+040.00	0.00	9.22	0.00	205.02	0.00	498.56
0+060.00	0.00	10.90	0.00	200.96	0.00	699.52
0+080.00	0.00	12.56	0.00	234.34	0.00	933.86
0+100.00	0.00	11.16	0.00	237.06	0.00	1170.92
0+120.00	0.00	11.53	0.00	226.88	0.00	1397.80
0+140.00	0.00	10.05	0.00	215.63	0.00	1613.42
0+160.00	0.00	9.93	0.00	199.85	0.00	1813.27
0+180.00	0.00	8.38	0.00	182.86	0.00	1996.13
0+200.00	0.02	5.74	0.11	140.32	0.11	2136.45
0+220.00	0.06	4.72	0.68	104.38	0.79	2240.83

Tabla de volumen de corte y relleno

Crear tabla de volúmenes totales

Estilo de tabla:
Cut and Fill

Capa de tabla:
C-ROAD-SHAP-TABL

Seleccionar una alineación:
CARRETERA B-V

Seleccionar un grupo de líneas de muestreo:
SAMPLEADO B-V

Seleccionar lista de materiales:
Material List - (1)

☒ Tabla de división

Máximo de filas por tabla: 50

Máximo de tablas por fila: 3

Desfase: 40.00mm

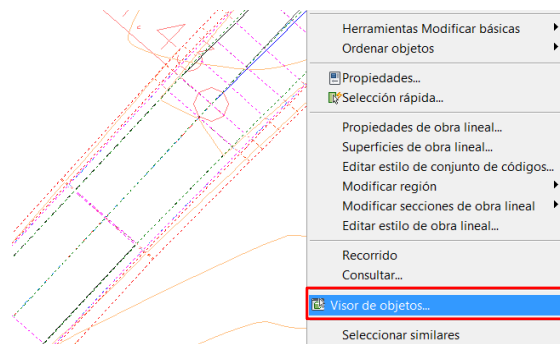
Colocar tablas en mosaico
☒ En horizontal ☐ Hacia abajo

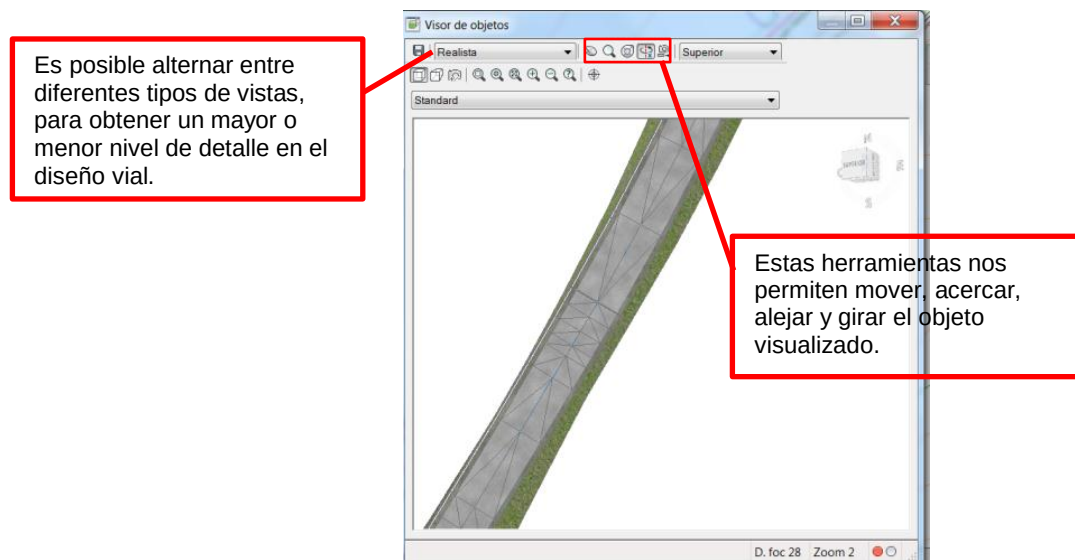
Comportamiento
Modo de reactividad:
☐ Estático ☒ Dinámico

Aceptar Cancelar Ayuda

6.13 Vista tridimensional de Elementos

Para la visualización en tercera dimensión del corredor creado accedemos a la opción **Visor de objetos**, disponible desde el menú del corredor en el área de dibujo.

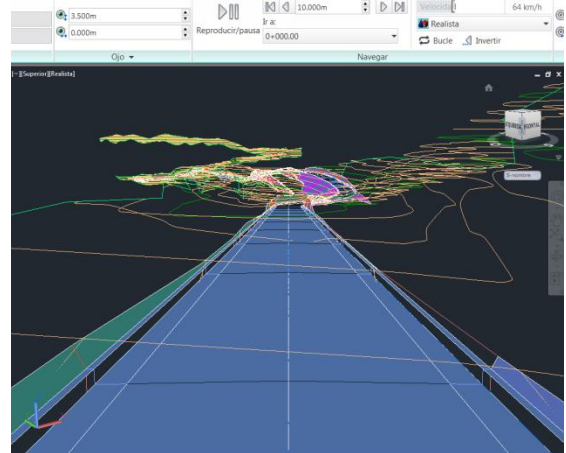




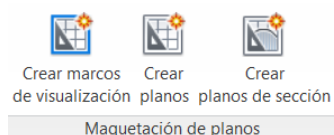
Nota: la opción **visor de objetos** puede ser usada para visualizar cualquier elemento del diseño.



Otra manera de obtener una vista tridimensional de la carretera creada es mediante el uso del comando **Recorrido**, el cual simulará un vehículo en movimiento a lo largo del modelo, nos permite definir parámetros importantes como: el tipo de visualización, la velocidad de la simulación, el sentido de recorrido, reproducir y pausar la simulación.

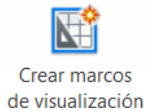


6.14 Presentación final del proyecto



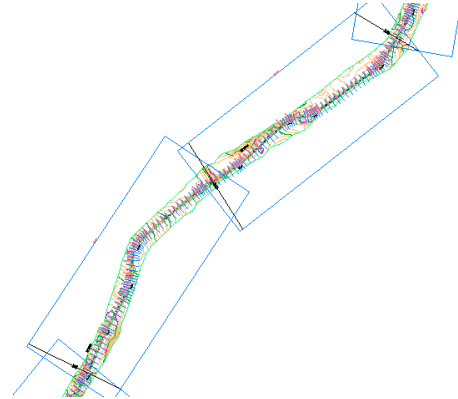
La presentación final se puede realizar usando los comandos para la maquetación de planos los cuales permiten definir la escala de impresión, el número de planos que tendrá el

proyecto y en el apartado visual podremos definir los estilos y la ubicación de los componentes que integran los planos.



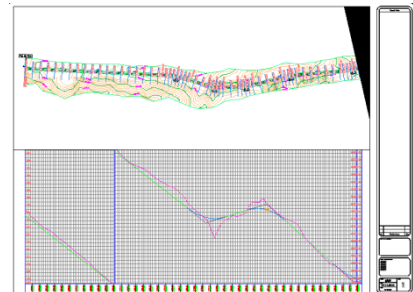
Crear marcos
de visualización

En primer lugar se usa la opción crear **marcos de visualización**, esto nos permitirá enmarcar porciones del alineamiento horizontal en base a una escala definida, con lo cual se generan miniaturas o porciones del alineamiento.



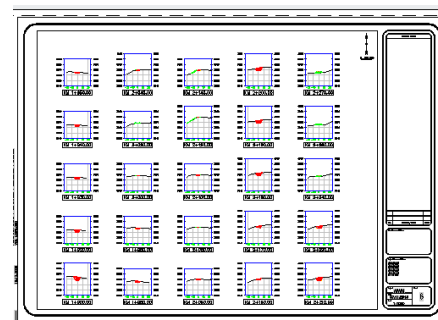
Crear
planos

Luego de crear el conjunto de miniaturas a lo largo del alineamiento, se elige la instrucción **Crear planos** con la cual se realizara las composiciones del alineamiento horizontal y vertical para los planos de impresión.



Crear
planos de sección

El comando **Crear planos de sección** genera un conjunto de planos de impresión de las secciones transversales obtenidas del diseño.



CONCLUSIONES

Se concluye:

Al ejecutar este proyecto he podido adquirir un amplio conocimiento en la aplicación de las normas de diseño geométrico de carreteras, del mismo modo esto me ha permitido integrar correctamente las normas al software utilizado.

Se realizó el diseño de 4Km de longitud de la carretera Belén - La Voladora utilizando varias de las herramientas presentes en el programa AutoCAD Civil 3D 2014, con lo cual se logró verificar la optimización en el tiempo empleado para elaborar el proyecto, en relación a la precisión de los datos y la afinación del diseño. Ya que gracias a su funcionamiento dinámico, el trabajo que toma evaluar las diferentes alternativas del diseño hasta llegar al adecuado, se facilita con la actualización automática del modelo y de los datos.

También, pude corroborar que la presentación del diseño se maneja por estilos, los cuales deben ser modificados hasta adaptarlos a un formato aceptado en el medio. Logrado esto, en los planos se visualiza el proyecto de manera clara, con toda la información pertinente y con diversos colores para distinguir los objetos del modelo.

Finalmente, el manual desarrollado representa una guía práctica con los comandos y configuraciones fundamentales para realizar un diseño vial con el objetivo de facilitar el conocimiento y generalizar su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para posteriores trabajos de grado, la aplicación del programa AutoCAD Civil 3D 2014 en el diseño de carreteras, en las cuales se incluyan ensamblajes más complejos tales como: aceras, puentes, muros, etc.

La sección transversal que define el modelo tridimensional del proyecto debe ser lo más semejante a la realidad, puesto que, a partir de esta sección se generan los volúmenes reales de corte y relleno.

Verificar las unidades y el sistema de coordenadas en el cual se está trabajando.

Guardar un archivo adicional del proyecto por seguridad, puesto que pueden generarse errores en el archivo y consecuentemente la pérdida de la información.

Verificar si los datos entregados por el programa corresponden a los solicitados.

Actualizar el modelo siempre que se realicen modificaciones en los elementos de dibujo que estén ligados a otros.

BIBLIOGRAFÍA

ASHTOO, Association of State Highway and Transportation Official. A policy on geometric design of highways and streets. Washington D.C. 2001.

AUTODESK INK. Manual de usuario AutoCAD Civil 3D 2014. 2013.

CÁRDENAS, Grisales James. Diseño geométrico de carreteras. Bogotá: ECOE ediciones. 2002.

CEAC S.A. Enciclopedia del Encargado de Obras. Diccionario de la construcción, tomo 8. Barcelona - España: Ediciones CEAC S.A. 1978.

CHOCONTÁ, Rojas Pedro. Diseño geométrico de vías. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería. 2004.

MTOP, Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Especificaciones generales para la construcción de puentes y caminos. Quito – Ecuador. 2002.

MTOP, Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Normas de diseño geométrico de carreteras. Quito-Ecuador. 2003.

ANEXOS

Anexo 1 Reportes

Los informes que se presentan a continuación se han obtenido desde el generador de reportes del programa AutoCAD Civil 3D 2014 y sus unidades están en metros.

Informe de resumen del alineamiento horizontal

Eje de la carretera

Alineación horizontal: CARRETERA BELÉN - LA VOLADORA

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 3+960.52

	<u>Datos de Tangente</u>	
Longitud:	511.742	Rumbo: N 44° 28' 35.9170" E
	<u>Datos de la curva</u>	
Delta:	11° 12' 12.3505"	Curva: IZQUIERDA
Radio:	300.000	
Longitud:	58.661	Tangente: 29.424
Flecha:	1.433	External: 1.440
Cuerda:	58.568	Rumbo: N 38° 52' 29.7417" E
	<u>Datos de Tangente</u>	
Longitud:	342.598	Rumbo: N 33° 16' 23.5665" E
	<u>Datos de la curva</u>	
Delta:	13° 05' 57.6495"	Curva: IZQUIERDA
Radio:	300.000	
Longitud:	68.588	Tangente: 34.444
Flecha:	1.958	External: 1.971
Cuerda:	68.439	Rumbo: N 26° 43' 24.7417" E
	<u>Datos de Tangente</u>	
Longitud:	433.103	Rumbo: N 20° 10' 25.9170" E

<u>Datos de la curva</u>			
Delta:	34° 27' 15.9623"	Curva:	DERECHA
Radio:	200.000		
Longitud:	120.269	Tangente:	62.014
Flecha:	8.972	External:	9.394
Cuerda:	118.465	Rumbo:	N 37° 24' 03.8981" E
<u>Datos de Tangente</u>			
Longitud:	1022.016	Rumbo:	N 54° 37' 41.8793" E
<u>Datos de la curva</u>			
Delta:	30° 21' 06.4302"	Curva:	IZQUIERDA
Radio:	250.000		
Longitud:	132.435	Tangente:	67.811
Flecha:	8.718	External:	9.033
Cuerda:	130.892	Rumbo:	N 39° 27' 08.6642" E
<u>Datos de Tangente</u>			
Longitud:	222.854	Rumbo:	N 24° 16' 35.4491" E
<u>Datos de la curva</u>			
Delta:	14° 21' 30.2698"	Curva:	IZQUIERDA
Radio:	330.000		
Longitud:	82.698	Tangente:	41.567
Flecha:	2.587	External:	2.608
Cuerda:	82.482	Rumbo:	N 17° 05' 50.3143" E
<u>Datos de Tangente</u>			
Longitud:	356.754	Rumbo:	N 09° 55' 05.1794" E
<u>Datos de la curva</u>			
Delta:	22° 42' 10.9298"	Curva:	IZQUIERDA
Radio:	280.000		
Longitud:	110.948	Tangente:	56.211
Flecha:	5.477	External:	5.587
Cuerda:	110.224	Rumbo:	N 01° 26' 00.2855" W
<u>Datos de Tangente</u>			
Longitud:	99.387	Rumbo:	N 12° 47' 05.7505" W
<u>Datos de la curva</u>			
Delta:	17° 32' 15.2558"	Curva:	DERECHA

Radio:	120.000		
Longitud:	36.731	Tangente:	18.510
Flecha:	1.403	External:	1.419
Cuerda:	36.587	Rumbo:	N 04° 00' 58.1226" W

Datos de Tangente

Longitud:	103.579	Rumbo:	N 04° 45' 09.5053" E

Datos de la curva

Delta:	50° 37' 19.2954"	Curva:	IZQUIERDA
Radio:	90.000		
Longitud:	79.517	Tangente:	42.564
Flecha:	8.640	External:	9.557
Cuerda:	76.956	Rumbo:	N 20° 33' 30.1424" W

Datos de Tangente

Longitud:	81.312	Rumbo:	N 45° 52' 09.7901" W

Datos de la curva

Delta:	78° 25' 19.6169"	Curva:	DERECHA
Radio:	60.000		
Longitud:	82.123	Tangente:	48.954
Flecha:	13.511	External:	17.437
Cuerda:	75.861	Rumbo:	N 06° 39' 29.9816" W

Datos de Tangente

Longitud:	13.893	Rumbo:	N 32° 33' 09.8269" E

Cuadro de curvas horizontales

Cuadro de curvas													
PI #	R (m)	α	Lc (m)	F (m)	E (m)	C (m)	TE	TS	PI	PC	PT	Coordenada PC	Coordenada PT
PI-1	300.00	11.20	58.66	1.43	1.44	58.57	29.42	29.42	0+541.17	0+511.74	0+570.40	(401762.11,487768.49)	(401798.87,487814.09)
PI-2	300.00	13.10	68.59	1.96	1.97	68.44	34.44	34.44	0+947.45	0+913.00	0+981.59	(401986.83,488100.52)	(402017.61,488161.65)
PI-3	200.00	34.45	120.27	8.97	9.39	118.46	62.01	62.01	1+476.71	1+414.69	1+534.96	(402166.97,488568.18)	(402238.92,488662.29)
PI-4	250.00	30.35	132.43	8.72	9.03	130.89	67.81	67.81	2+624.79	2+556.98	2+689.41	(403072.29,489253.91)	(403155.46,489354.98)
PI-5	330.00	14.36	82.70	2.59	2.61	82.48	41.57	41.57	2+953.83	2+912.27	2+994.96	(403247.09,489558.13)	(403271.34,489636.97)
PI-6	280.00	22.70	110.95	5.48	5.59	110.22	56.21	56.21	3+407.93	3+351.72	3+462.67	(403332.79,489988.39)	(403330.03,490098.58)
PI-7	120.00	17.54	36.73	1.40	1.42	36.59	18.51	18.51	3+580.56	3+562.05	3+598.78	(403308.03,490195.50)	(403305.47,490232.00)
PI-8	90.00	50.62	79.52	8.64	9.56	76.96	42.56	42.56	3+744.93	3+702.36	3+781.88	(403314.05,490335.22)	(403287.03,490407.28)
PI-9	60.00	78.42	82.12	13.51	17.44	75.86	48.95	48.95	3+912.15	3+863.19	3+945.32	(403228.67,490463.89)	(403219.87,490539.24)

Informe de resumen del alineamiento vertical**Alineación vertical: CARRETERA BELÉN - LA VOLADORA****Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 3+960.52**

Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
PCV:	0+375.81	Elevación:	3,122.700m
PIV:	0+442.55	Elevación:	3,117.497m
PTV:	0+509.29	Elevación:	3,115.139m
Punto bajo:	0+509.29	Elevación:	3,115.139m
Pendiente de entrada (%):	-7.80%	Pendiente de salida (%):	-3.53%
A (%):	4.26%	K:	31.309m
Longitud de curva:	133.489m	Radio de curva	3,130.919m
Distancia de iluminación: 192.438m			
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
PCV:	0+998.23	Elevación:	3,097.865m
PIV:	1+096.96	Elevación:	3,094.377m
PTV:	1+195.69	Elevación:	3,085.676m
Punto alto:	0+998.23	Elevación:	3,097.865m
Pendiente de entrada (%):	-3.53%	Pendiente de salida (%):	-8.81%
A (%):	5.28%	K:	37.397m
Longitud de curva:	197.464m	Radio de curva	3,739.690m
Distancia de adelantamiento: 391.592m Distancia de parada: 224.593m			
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
PCV:	1+644.94	Elevación:	3,046.083m
PIV:	1+723.15	Elevación:	3,039.190m
PTV:	1+801.36	Elevación:	3,050.611m
Punto bajo:	1+703.81	Elevación:	3,043.489m
Pendiente de entrada (%):	-8.81%	Pendiente de salida (%):	14.60%
A (%):	23.42%	K:	6.680m
Longitud de curva:	156.420m	Radio de curva	667.994m
Distancia de iluminación: 64.650m			
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			

PCV:	1+843.80	Elevación:	3,056.809m
PIV:	1+921.50	Elevación:	3,068.156m
PTV:	1+999.20	Elevación:	3,068.796m
Punto alto:	1+999.20	Elevación:	3,068.796m
Pendiente de entrada (%):	14.60%	Pendiente de salida (%):	0.82%
A (%):	13.78%	K:	11.278m
Longitud de curva:	155.403m	Radio de curva	1,127.786m
Distancia de adelantamiento:	189.924m	Distancia de parada:	122.434m
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
PCV:	2+148.73	Elevación:	3,070.028m
PIV:	2+180.41	Elevación:	3,070.289m
PTV:	2+212.09	Elevación:	3,068.376m
Punto alto:	2+156.34	Elevación:	3,070.059m
Pendiente de entrada (%):	0.82%	Pendiente de salida (%):	-6.04%
A (%):	6.86%	K:	9.236m
Longitud de curva:	63.361m	Radio de curva	923.600m
Distancia de adelantamiento:	257.091m	Distancia de parada:	128.555m
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
PCV:	2+269.88	Elevación:	3,064.888m
PIV:	2+309.32	Elevación:	3,062.507m
PTV:	2+348.75	Elevación:	3,063.044m
Punto bajo:	2+334.24	Elevación:	3,062.945m
Pendiente de entrada (%):	-6.04%	Pendiente de salida (%):	1.36%
A (%):	7.40%	K:	10.662m
Longitud de curva:	78.873m	Radio de curva	1,066.194m
Distancia de iluminación:	87.000m		
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
PCV:	3+001.32	Elevación:	3,071.927m
PIV:	3+048.74	Elevación:	3,072.573m
PTV:	3+096.16	Elevación:	3,079.363m
Punto bajo:	3+001.32	Elevación:	3,071.927m
Pendiente de entrada (%):	1.36%	Pendiente de salida (%):	14.32%
A (%):	12.96%	K:	7.318m

Longitud de curva:	94.839m	Radio de curva	731.835m
Distancia de iluminación:	68.367m		
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
PCV:	3+174.12	Elevación:	3,090.528m
PIV:	3+260.60	Elevación:	3,102.911m
PTV:	3+347.07	Elevación:	3,097.581m
Punto alto:	3+295.02	Elevación:	3,099.185m
Pendiente de entrada (%):	14.32%	Pendiente de salida (%):	-6.16%
A (%):	20.48%	K:	8.443m
Longitud de curva:	172.944m	Radio de curva	844.252m
Distancia de adelantamiento:	161.587m	Distancia de parada:	105.931m
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
PCV:	3+461.88	Elevación:	3,090.503m
PIV:	3+510.44	Elevación:	3,087.509m
PTV:	3+559.00	Elevación:	3,091.502m
Punto bajo:	3+503.50	Elevación:	3,089.220m
Pendiente de entrada (%):	-6.16%	Pendiente de salida (%):	8.22%
A (%):	14.39%	K:	6.751m
Longitud de curva:	97.124m	Radio de curva	675.086m
Distancia de iluminación:	65.068m		
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
PCV:	3+616.22	Elevación:	3,096.207m
PIV:	3+643.91	Elevación:	3,098.484m
PTV:	3+671.60	Elevación:	3,098.246m
Punto alto:	3+666.35	Elevación:	3,098.268m
Pendiente de entrada (%):	8.22%	Pendiente de salida (%):	-0.86%
A (%):	9.08%	K:	6.097m
Longitud de curva:	55.379m	Radio de curva	609.667m
Distancia de adelantamiento:	197.928m	Distancia de parada:	100.852m
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
PCV:	3+792.84	Elevación:	3,097.202m
PIV:	3+818.83	Elevación:	3,096.978m
PTV:	3+844.81	Elevación:	3,098.131m

Punto bajo:	3+801.18	Elevación:	3,097.165m
Pendiente de entrada (%):	-0.86%	Pendiente de salida (%):	4.51%
A (%):	5.37%	K:	9.683m
Longitud de curva:	51.978m	Radio de curva	968.301m
Distancia de iluminación:	93.724m		

Informe de volúmenes totales

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Volumen reutilizable (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. desmonte acumul. (m3)	Vol. reutilizable acumul. (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)	Vol. neto acumul. (m3)
0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	7.39	49.25	49.25	0.00	0.00	49.25	0.00	0.00	49.25
0+040.00	4.69	119.78	119.78	0.00	0.00	169.02	0.00	0.00	169.02
0+060.00	9.97	143.38	143.38	0.00	0.00	312.40	0.00	0.00	312.40
0+080.00	11.05	210.11	210.11	0.00	0.00	522.51	0.00	0.00	522.51
0+100.00	9.68	207.08	207.08	0.00	0.00	729.59	0.00	0.00	729.59
0+120.00	8.95	186.22	186.22	0.00	0.00	915.80	0.00	0.00	915.80
0+140.00	5.11	138.81	138.81	0.00	0.00	1,054.62	0.00	0.00	1,054.62
0+160.00	5.06	101.72	101.72	0.00	0.00	1,156.34	0.00	0.00	1,156.34
0+180.00	4.35	94.03	94.03	0.00	0.00	1,250.37	0.00	0.00	1,250.37
0+200.00	1.85	60.22	60.22	0.27	1.91	1,310.59	1.91	1.91	1,308.68
0+220.00	0.75	25.14	25.14	0.48	7.44	1,335.73	9.35	9.35	1,326.37
0+240.00	2.29	28.97	28.97	0.11	5.45	1,364.69	14.81	14.81	1,349.89
0+260.00	2.99	52.61	52.61	0.04	1.43	1,417.30	16.24	16.24	1,401.06
0+280.00	1.79	47.24	47.24	0.39	3.74	1,464.54	19.98	19.98	1,444.56
0+300.00	5.28	67.59	67.59	0.01	3.03	1,532.14	23.02	23.02	1,509.12
0+320.00	11.73	165.81	165.81	0.00	0.05	1,697.94	23.07	23.07	1,674.88
0+340.00	15.48	271.22	271.22	0.00	0.00	1,969.16	23.07	23.07	1,946.09
0+360.00	19.18	345.97	345.97	0.00	0.00	2,315.13	23.07	23.07	2,292.06
0+380.00	19.51	386.89	386.89	0.00	0.00	2,702.02	23.07	23.07	2,678.95
0+400.00	19.56	390.70	390.70	0.00	0.00	3,092.72	23.07	23.07	3,069.66
0+420.00	15.02	344.85	344.85	0.00	0.00	3,437.57	23.07	23.07	3,414.50
0+440.00	6.12	204.87	204.87	0.00	0.00	3,642.44	23.07	23.07	3,619.37
0+460.00	5.23	113.39	113.39	1.23	8.22	3,755.82	31.29	31.29	3,724.54
0+480.00	6.02	112.42	112.42	0.71	19.20	3,868.24	50.49	50.49	3,817.75
0+500.00	0.00	40.13	40.13	17.91	147.95	3,908.38	198.44	198.44	3,709.93
0+520.00	0.00	0.00	0.00	77.38	883.50	3,908.38	1,081.94	1,081.94	2,826.44

0+530.00	0.01	0.05	0.05	94.71	858.98	3,908.42	1,940.92	1,940.92	1,967.51
0+540.00	0.00	0.05	0.05	88.51	915.90	3,908.47	2,856.81	2,856.81	1,051.66
0+550.00	0.08	0.25	0.25	71.21	797.00	3,908.73	3,653.82	3,653.82	254.91
0+560.00	0.00	0.25	0.25	63.39	672.60	3,908.98	4,326.41	4,326.41	-417.43
0+570.00	0.00	0.00	0.00	55.58	594.39	3,908.98	4,920.80	4,920.80	-1,011.82
0+580.00	0.00	0.00	0.00	43.30	493.12	3,908.98	5,413.93	5,413.93	-1,504.95
0+600.00	2.13	14.22	14.22	30.09	729.93	3,923.20	6,143.86	6,143.86	-2,220.65
0+620.00	19.94	190.60	190.60	0.35	224.66	4,113.80	6,368.51	6,368.51	-2,254.71
0+640.00	99.38	1,092.20	1,092.20	0.00	2.35	5,206.00	6,370.86	6,370.86	-1,164.86
0+660.00	100.34	1,997.26	1,997.26	0.00	0.00	7,203.26	6,370.86	6,370.86	832.40
0+680.00	78.93	1,788.41	1,788.41	0.00	0.00	8,991.67	6,370.86	6,370.86	2,620.81
0+700.00	65.59	1,443.08	1,443.08	0.00	0.00	10,434.75	6,370.86	6,370.86	4,063.89
0+720.00	59.23	1,247.67	1,247.67	0.00	0.00	11,682.42	6,370.86	6,370.86	5,311.56
0+740.00	41.41	1,001.12	1,001.12	0.00	0.00	12,683.54	6,370.86	6,370.86	6,312.68
0+760.00	17.09	567.30	567.30	7.62	50.77	13,250.84	6,421.63	6,421.63	6,829.20
0+780.00	7.91	244.20	244.20	5.49	130.46	13,495.04	6,552.09	6,552.09	6,942.94
0+800.00	0.47	68.72	68.72	15.57	202.04	13,563.76	6,754.14	6,754.14	6,809.62
0+820.00	0.00	3.12	3.12	23.24	385.54	13,566.88	7,139.68	7,139.68	6,427.20
0+840.00	0.00	0.00	0.00	26.26	494.69	13,566.88	7,634.37	7,634.37	5,932.51
0+860.00	0.00	0.00	0.00	41.61	672.93	13,566.88	8,307.30	8,307.30	5,259.58
0+880.00	0.00	0.00	0.00	57.26	984.59	13,566.88	9,291.89	9,291.89	4,274.99
0+900.00	0.00	0.00	0.00	52.61	1,098.40	13,566.88	10,390.29	10,390.29	3,176.59
0+920.00	0.00	0.00	0.00	47.08	996.38	13,566.88	11,386.67	11,386.67	2,180.21
0+930.00	0.00	0.00	0.00	63.54	551.01	13,566.88	11,937.68	11,937.68	1,629.20
0+940.00	0.00	0.00	0.00	60.31	619.18	13,566.88	12,556.85	12,556.85	1,010.03
0+950.00	0.01	0.02	0.02	55.68	579.83	13,566.90	13,136.68	13,136.68	430.21
0+960.00	0.00	0.02	0.02	49.67	526.48	13,566.91	13,663.16	13,663.16	-96.25
0+970.00	0.00	0.00	0.00	45.49	475.66	13,566.91	14,138.82	14,138.82	-571.91
0+980.00	0.00	0.00	0.00	25.75	351.57	13,566.91	14,490.39	14,490.39	-923.48
1+000.00	2.07	13.81	13.81	0.66	203.60	13,580.73	14,693.99	14,693.99	-1,113.27
1+020.00	5.21	70.42	70.42	0.00	4.41	13,651.15	14,698.40	14,698.40	-1,047.26
1+040.00	6.27	114.57	114.57	0.00	0.00	13,765.72	14,698.40	14,698.40	-932.69
1+060.00	37.69	395.51	395.51	0.00	0.00	14,161.23	14,698.40	14,698.40	-537.17
1+080.00	51.34	886.80	886.80	0.00	0.00	15,048.03	14,698.40	14,698.40	349.62
1+100.00	47.29	986.05	986.05	0.00	0.00	16,034.08	14,698.40	14,698.40	1,335.68
1+120.00	33.85	807.75	807.75	0.00	0.00	16,841.83	14,698.40	14,698.40	2,143.42
1+140.00	15.87	486.02	486.02	0.00	0.00	17,327.85	14,698.40	14,698.40	2,629.44
1+160.00	13.38	292.10	292.10	0.00	0.00	17,619.95	14,698.40	14,698.40	2,921.55
1+180.00	9.82	231.09	231.09	0.00	0.00	17,851.04	14,698.40	14,698.40	3,152.64
1+200.00	3.49	127.77	127.77	0.13	0.85	17,978.81	14,699.25	14,699.25	3,279.56

1+220.00	0.00	23.25	23.25	11.52	85.74	18,002.06	14,784.99	14,784.99	3,217.07
1+240.00	0.00	0.00	0.00	16.23	276.22	18,002.06	15,061.21	15,061.21	2,940.85
1+260.00	7.13	47.55	47.55	0.00	108.23	18,049.61	15,169.43	15,169.43	2,880.18
1+280.00	19.87	259.36	259.36	0.00	0.00	18,308.97	15,169.43	15,169.43	3,139.54
1+300.00	13.02	326.42	326.42	0.00	0.00	18,635.39	15,169.43	15,169.43	3,465.96
1+320.00	1.89	132.50	132.50	1.28	8.54	18,767.89	15,177.97	15,177.97	3,589.92
1+340.00	0.06	15.27	15.27	4.39	53.63	18,783.16	15,231.60	15,231.60	3,551.57
1+360.00	0.00	0.40	0.40	3.36	77.27	18,783.56	15,308.86	15,308.86	3,474.70
1+380.00	6.52	43.49	43.49	0.00	22.39	18,827.05	15,331.25	15,331.25	3,495.80
1+400.00	22.67	275.69	275.69	0.00	0.00	19,102.74	15,331.25	15,331.25	3,771.49
1+420.00	43.31	648.72	648.72	0.00	0.00	19,751.46	15,331.25	15,331.25	4,420.21
1+430.00	53.26	481.98	481.98	0.00	0.00	20,233.44	15,331.25	15,331.25	4,902.19
1+440.00	57.72	554.75	554.75	0.00	0.00	20,788.18	15,331.25	15,331.25	5,456.94
1+450.00	54.88	562.95	562.95	0.00	0.00	21,351.13	15,331.25	15,331.25	6,019.88
1+460.00	50.86	528.59	528.59	0.00	0.00	21,879.72	15,331.25	15,331.25	6,548.47
1+470.00	47.17	490.03	490.03	0.00	0.00	22,369.75	15,331.25	15,331.25	7,038.50
1+480.00	39.34	431.94	431.94	0.00	0.00	22,801.69	15,331.25	15,331.25	7,470.44
1+490.00	32.33	357.75	357.75	0.01	0.02	23,159.44	15,331.27	15,331.27	7,828.17
1+500.00	28.67	304.80	304.80	0.00	0.02	23,464.24	15,331.29	15,331.29	8,132.96
1+510.00	26.04	273.47	273.47	0.00	0.00	23,737.72	15,331.29	15,331.29	8,406.43
1+520.00	18.34	220.80	220.80	0.00	0.00	23,958.51	15,331.29	15,331.29	8,627.22
1+530.00	12.99	155.87	155.87	0.00	0.00	24,114.38	15,331.29	15,331.29	8,783.09
1+540.00	10.04	114.80	114.80	0.00	0.00	24,229.18	15,331.29	15,331.29	8,897.89
1+560.00	1.48	102.50	102.50	0.40	2.67	24,331.68	15,333.96	15,333.96	8,997.72
1+580.00	0.00	9.89	9.89	4.55	42.02	24,341.57	15,375.98	15,375.98	8,965.59
1+600.00	0.00	0.00	0.00	5.58	101.16	24,341.57	15,477.14	15,477.14	8,864.43
1+620.00	0.00	0.00	0.00	2.38	77.39	24,341.57	15,554.53	15,554.53	8,787.04
1+640.00	3.14	20.95	20.95	0.07	18.97	24,362.52	15,573.51	15,573.51	8,789.02
1+660.00	8.52	112.23	112.23	0.00	0.45	24,474.75	15,573.95	15,573.95	8,900.80
1+680.00	10.20	186.90	186.90	0.00	0.00	24,661.66	15,573.95	15,573.95	9,087.71
1+700.00	6.44	164.92	164.92	0.00	0.00	24,826.58	15,573.95	15,573.95	9,252.63
1+720.00	0.44	57.09	57.09	0.70	4.67	24,883.67	15,578.62	15,578.62	9,305.05
1+740.00	0.00	2.94	2.94	9.33	83.89	24,886.61	15,662.51	15,662.51	9,224.10
1+760.00	0.00	0.00	0.00	25.33	333.57	24,886.61	15,996.08	15,996.08	8,890.53
1+780.00	0.00	0.00	0.00	38.42	633.04	24,886.61	16,629.13	16,629.13	8,257.49
1+800.00	0.00	0.00	0.00	32.71	710.59	24,886.61	17,339.71	17,339.71	7,546.90
1+820.00	0.00	0.00	0.00	11.59	425.13	24,886.61	17,764.84	17,764.84	7,121.77
1+840.00	12.31	82.08	82.08	0.00	78.22	24,968.70	17,843.06	17,843.06	7,125.63
1+860.00	19.79	318.08	318.08	0.00	0.01	25,286.77	17,843.08	17,843.08	7,443.70
1+880.00	20.66	404.45	404.45	0.00	0.00	25,691.22	17,843.08	17,843.08	7,848.15

1+900.00	6.12	253.48	253.48	0.00	0.02	25,944.70	17,843.10	17,843.10	8,101.61
1+920.00	0.00	40.80	40.80	3.98	27.24	25,985.50	17,870.34	17,870.34	8,115.16
1+940.00	0.00	0.00	0.00	6.06	99.60	25,985.50	17,969.94	17,969.94	8,015.56
1+960.00	0.81	5.37	5.37	0.69	58.67	25,990.87	18,028.61	18,028.61	7,962.26
1+980.00	2.26	29.41	29.41	0.29	9.51	26,020.28	18,038.12	18,038.12	7,982.16
2+000.00	0.28	22.23	22.23	0.84	10.76	26,042.50	18,048.88	18,048.88	7,993.62
2+020.00	8.59	69.50	69.50	0.00	5.59	26,112.01	18,054.47	18,054.47	8,057.54
2+040.00	10.72	192.70	192.70	0.00	0.00	26,304.71	18,054.47	18,054.47	8,250.24
2+060.00	2.18	118.14	118.14	0.32	2.12	26,422.85	18,056.58	18,056.58	8,366.26
2+080.00	0.00	14.50	14.50	8.29	68.18	26,437.35	18,124.76	18,124.76	8,312.59
2+100.00	0.00	0.00	0.00	11.10	193.20	26,437.35	18,317.96	18,317.96	8,119.39
2+120.00	0.00	0.00	0.00	8.54	195.85	26,437.35	18,513.82	18,513.82	7,923.53
2+140.00	5.36	35.74	35.74	0.00	58.19	26,473.09	18,572.00	18,572.00	7,901.09
2+160.00	29.28	314.51	314.51	0.00	0.03	26,787.60	18,572.03	18,572.03	8,215.57
2+180.00	54.85	828.10	828.10	0.00	0.00	27,615.70	18,572.03	18,572.03	9,043.67
2+200.00	55.25	1,100.96	1,100.96	0.00	0.00	28,716.66	18,572.03	18,572.03	10,144.63
2+220.00	17.73	695.14	695.14	0.00	0.00	29,411.80	18,572.03	18,572.03	10,839.77
2+240.00	0.00	118.20	118.20	7.30	48.68	29,530.00	18,620.71	18,620.71	10,909.28
2+260.00	0.00	0.00	0.00	6.88	141.82	29,530.00	18,762.54	18,762.54	10,767.46
2+280.00	0.00	0.00	0.00	2.15	85.80	29,530.00	18,848.33	18,848.33	10,681.66
2+300.00	0.36	2.42	2.42	1.35	34.60	29,532.42	18,882.93	18,882.93	10,649.49
2+320.00	3.07	29.94	29.94	0.04	10.86	29,562.36	18,893.79	18,893.79	10,668.57
2+340.00	6.95	97.59	97.59	0.00	0.29	29,659.95	18,894.08	18,894.08	10,765.87
2+360.00	9.45	163.33	163.33	0.00	0.00	29,823.29	18,894.08	18,894.08	10,929.21
2+380.00	17.82	268.31	268.31	0.00	0.00	30,091.60	18,894.08	18,894.08	11,197.52
2+400.00	11.43	290.22	290.22	0.00	0.00	30,381.82	18,894.08	18,894.08	11,487.74
2+420.00	5.52	166.02	166.02	0.00	0.00	30,547.83	18,894.08	18,894.08	11,653.76
2+440.00	11.74	168.74	168.74	0.00	0.00	30,716.57	18,894.08	18,894.08	11,822.49
2+460.00	13.96	256.68	256.68	0.00	0.00	30,973.25	18,894.08	18,894.08	12,079.18
2+480.00	5.71	190.68	190.68	0.00	0.00	31,163.93	18,894.08	18,894.08	12,269.85
2+500.00	0.00	38.06	38.06	5.81	38.72	31,202.00	18,932.80	18,932.80	12,269.20
2+520.00	0.00	0.00	0.00	18.23	228.84	31,202.00	19,161.65	19,161.65	12,040.35
2+540.00	0.00	0.00	0.00	26.63	445.93	31,202.00	19,607.57	19,607.57	11,594.43
2+560.00	0.00	0.00	0.00	29.19	557.95	31,202.00	20,165.52	20,165.52	11,036.47
2+570.00	0.00	0.00	0.00	29.52	293.52	31,202.00	20,459.04	20,459.04	10,742.95
2+580.00	0.00	0.00	0.00	22.77	260.71	31,202.00	20,719.76	20,719.76	10,482.24
2+590.00	0.08	0.26	0.26	14.25	183.47	31,202.26	20,903.23	20,903.23	10,299.03
2+600.00	0.00	0.26	0.26	11.37	127.88	31,202.52	21,031.11	21,031.11	10,171.42
2+610.00	0.00	0.00	0.00	7.91	95.93	31,202.52	21,127.03	21,127.03	10,075.49
2+620.00	1.16	3.87	3.87	1.34	41.68	31,206.39	21,168.72	21,168.72	10,037.67

2+630.00	1.38	12.68	12.68	1.36	13.47	31,219.07	21,182.18	21,182.18	10,036.89
2+640.00	1.09	12.34	12.34	2.22	17.71	31,231.41	21,199.89	21,199.89	10,031.52
2+650.00	0.93	10.09	10.09	2.41	23.14	31,241.51	21,223.03	21,223.03	10,018.47
2+660.00	5.26	28.00	28.00	0.53	13.57	31,269.50	21,236.60	21,236.60	10,032.90
2+670.00	11.85	83.37	83.37	0.00	1.77	31,352.88	21,238.37	21,238.37	10,114.50
2+680.00	8.10	99.19	99.19	0.00	0.00	31,452.07	21,238.37	21,238.37	10,213.70
2+700.00	0.00	54.03	54.03	19.88	132.62	31,506.10	21,370.99	21,370.99	10,135.11
2+720.00	0.00	0.00	0.00	16.09	359.04	31,506.10	21,730.03	21,730.03	9,776.07
2+740.00	1.11	7.41	7.41	10.99	269.14	31,513.50	21,999.16	21,999.16	9,514.34
2+760.00	0.00	7.41	7.41	37.33	457.14	31,520.91	22,456.31	22,456.31	9,064.60
2+780.00	0.00	0.00	0.00	73.36	1,086.80	31,520.91	23,543.10	23,543.10	7,977.81
2+800.00	0.00	0.00	0.00	64.21	1,374.71	31,520.91	24,917.81	24,917.81	6,603.10
2+820.00	0.00	0.00	0.00	36.32	992.23	31,520.91	25,910.05	25,910.05	5,610.86
2+840.00	0.83	5.55	5.55	7.38	400.58	31,526.46	26,310.63	26,310.63	5,215.83
2+860.00	11.75	104.75	104.75	0.00	49.23	31,631.21	26,359.86	26,359.86	5,271.35
2+880.00	26.35	371.35	371.35	0.00	0.00	32,002.57	26,359.86	26,359.86	5,642.70
2+900.00	59.59	837.17	837.17	0.00	0.00	32,839.74	26,359.86	26,359.86	6,479.87
2+920.00	88.89	1,475.10	1,475.10	0.00	0.00	34,314.84	26,359.86	26,359.86	7,954.98
2+930.00	99.29	940.42	940.42	0.00	0.00	35,255.27	26,359.87	26,359.87	8,895.40
2+940.00	98.09	986.91	986.91	0.00	0.00	36,242.18	26,359.87	26,359.87	9,882.31
2+950.00	92.67	953.66	953.66	0.00	0.00	37,195.84	26,359.87	26,359.87	10,835.97
2+960.00	76.45	844.28	844.28	0.00	0.00	38,040.12	26,359.87	26,359.87	11,680.25
2+970.00	56.71	663.37	663.37	0.00	0.00	38,703.49	26,359.87	26,359.87	12,343.62
2+980.00	38.24	471.73	471.73	0.00	0.00	39,175.22	26,359.87	26,359.87	12,815.35
2+990.00	21.30	293.58	293.58	0.00	0.00	39,468.80	26,359.87	26,359.87	13,108.93
3+000.00	14.97	180.45	180.45	0.00	0.00	39,649.25	26,359.87	26,359.87	13,289.38
3+020.00	3.00	164.57	164.57	0.19	1.30	39,813.82	26,361.17	26,361.17	13,452.65
3+040.00	0.00	20.03	20.03	6.77	54.10	39,833.84	26,415.27	26,415.27	13,418.58
3+060.00	0.00	0.00	0.00	19.28	249.84	39,833.84	26,665.10	26,665.10	13,168.74
3+080.00	0.00	0.00	0.00	16.66	359.07	39,833.84	27,024.17	27,024.17	12,809.67
3+100.00	0.00	0.00	0.00	14.13	307.54	39,833.84	27,331.71	27,331.71	12,502.13
3+120.00	0.00	0.00	0.00	8.19	220.52	39,833.84	27,552.23	27,552.23	12,281.61
3+140.00	0.00	0.00	0.00	4.80	128.42	39,833.84	27,680.66	27,680.66	12,153.19
3+160.00	5.55	37.01	37.01	0.00	32.97	39,870.86	27,713.63	27,713.63	12,157.23
3+180.00	6.40	119.42	119.42	0.00	0.03	39,990.28	27,713.66	27,713.66	12,276.62
3+200.00	4.05	103.57	103.57	0.22	1.45	40,093.85	27,715.11	27,715.11	12,378.73
3+220.00	0.77	43.91	43.91	3.63	31.55	40,137.76	27,746.66	27,746.66	12,391.10
3+240.00	14.90	127.10	127.10	0.00	24.17	40,264.86	27,770.83	27,770.83	12,494.03
3+260.00	49.81	613.06	613.06	0.00	0.00	40,877.92	27,770.83	27,770.83	13,107.09
3+280.00	74.70	1,236.75	1,236.75	0.00	0.00	42,114.67	27,770.83	27,770.83	14,343.84

3+300.00	56.04	1,302.92	1,302.92	0.00	0.00	43,417.58	27,770.83	27,770.83	15,646.75
3+320.00	6.14	538.26	538.26	0.00	0.00	43,955.84	27,770.83	27,770.83	16,185.02
3+340.00	0.00	40.96	40.96	14.54	96.96	43,996.80	27,867.78	27,867.78	16,129.02
3+360.00	2.46	16.38	16.38	2.25	150.06	44,013.18	28,017.85	28,017.85	15,995.34
3+370.00	1.42	19.17	19.17	2.88	25.55	44,032.35	28,043.40	28,043.40	15,988.95
3+380.00	0.26	7.61	7.61	4.29	35.60	44,039.96	28,079.00	28,079.00	15,960.96
3+390.00	0.57	4.04	4.04	12.69	81.20	44,044.01	28,160.20	28,160.20	15,883.80
3+400.00	0.00	1.91	1.91	28.00	198.48	44,045.92	28,358.69	28,358.69	15,687.23
3+410.00	0.58	1.94	1.94	10.40	184.93	44,047.86	28,543.61	28,543.61	15,504.25
3+420.00	0.00	1.94	1.94	19.05	145.10	44,049.80	28,688.71	28,688.71	15,361.09
3+430.00	0.00	0.00	0.00	37.25	276.43	44,049.80	28,965.14	28,965.14	15,084.66
3+440.00	0.00	0.00	0.00	29.48	332.87	44,049.80	29,298.01	29,298.01	14,751.79
3+450.00	0.43	1.42	1.42	11.64	198.82	44,051.22	29,496.83	29,496.83	14,554.39
3+460.00	39.40	146.39	146.39	0.00	38.80	44,197.61	29,535.63	29,535.63	14,661.98
3+480.00	65.48	1,037.77	1,037.77	0.00	0.00	45,235.38	29,535.63	29,535.63	15,699.75
3+500.00	0.11	455.44	455.44	16.64	110.92	45,690.83	29,646.55	29,646.55	16,044.27
3+520.00	0.00	0.76	0.76	19.64	362.36	45,691.58	30,008.91	30,008.91	15,682.67
3+540.00	41.38	275.85	275.85	0.00	130.93	45,967.43	30,139.84	30,139.84	15,827.59
3+560.00	69.25	1,094.34	1,094.34	0.00	0.00	47,061.77	30,139.84	30,139.84	16,921.94
3+570.00	86.54	777.32	777.32	0.00	0.00	47,839.09	30,139.84	30,139.84	17,699.26
3+580.00	103.35	948.20	948.20	0.00	0.00	48,787.29	30,139.84	30,139.84	18,647.46
3+590.00	90.20	967.02	967.02	0.00	0.00	49,754.31	30,139.84	30,139.84	19,614.47
3+600.00	36.29	612.33	612.33	0.00	0.00	50,366.63	30,139.84	30,139.84	20,226.80
3+620.00	9.58	430.01	430.01	9.76	65.09	50,796.64	30,204.93	30,204.93	20,591.71
3+640.00	26.80	349.30	349.30	0.00	65.09	51,145.94	30,270.01	30,270.01	20,875.93
3+660.00	0.00	178.67	178.67	17.89	119.27	51,324.61	30,389.29	30,389.29	20,935.32
3+680.00	0.00	0.00	0.00	37.60	542.88	51,324.61	30,932.16	30,932.16	20,392.44
3+700.00	0.00	0.00	0.00	31.80	693.21	51,324.61	31,625.37	31,625.37	19,699.24
3+710.00	2.73	9.09	9.09	12.00	211.08	51,333.69	31,836.45	31,836.45	19,497.24
3+720.00	0.14	11.61	11.61	34.31	221.96	51,345.31	32,058.41	32,058.41	19,286.90
3+730.00	0.13	1.33	1.33	90.86	603.32	51,346.64	32,661.73	32,661.73	18,684.91
3+740.00	0.00	0.42	0.42	110.71	1,006.23	51,347.05	33,667.96	33,667.96	17,679.09
3+750.00	0.40	1.35	1.35	72.33	908.45	51,348.40	34,576.42	34,576.42	16,771.98
3+760.00	0.00	1.35	1.35	27.77	483.06	51,349.75	35,059.48	35,059.48	16,290.27
3+770.00	7.47	24.89	24.89	6.13	156.47	51,374.64	35,215.94	35,215.94	16,158.70
3+780.00	61.22	300.25	300.25	0.00	20.43	51,674.89	35,236.37	35,236.37	16,438.52
3+800.00	199.60	2,475.79	2,475.79	0.00	0.00	54,150.68	35,236.37	35,236.37	18,914.31
3+820.00	254.11	4,526.09	4,526.09	0.00	0.00	58,676.77	35,236.37	35,236.37	23,440.40
3+840.00	65.63	2,992.52	2,992.52	0.00	0.00	61,669.29	35,236.37	35,236.37	26,432.92
3+860.00	0.63	484.68	484.68	40.07	267.14	62,153.97	35,503.51	35,503.51	26,650.46

3+870.00	9.72	42.76	42.76	29.74	347.78	62,196.73	35,851.29	35,851.29	26,345.45
3+880.00	34.99	210.48	210.48	0.02	101.45	62,407.22	35,952.73	35,952.73	26,454.48
3+890.00	81.75	567.41	567.41	0.03	0.23	62,974.62	35,952.96	35,952.96	27,021.66
3+900.00	127.37	1,037.22	1,037.22	0.00	0.10	64,011.84	35,953.06	35,953.06	28,058.77
3+910.00	143.39	1,352.98	1,352.98	0.00	0.00	65,364.81	35,953.06	35,953.06	29,411.75
3+920.00	121.20	1,321.40	1,321.40	0.00	0.00	66,686.22	35,953.06	35,953.06	30,733.15
3+930.00	76.20	978.37	978.37	0.00	0.00	67,664.58	35,953.07	35,953.07	31,711.51
3+940.00	36.12	549.25	549.25	0.00	0.00	68,213.83	35,953.07	35,953.07	32,260.76
3+959.21	7.12	379.45	379.45	1.71	10.95	68,593.29	35,964.03	35,964.03	32,629.26

Tabla de peraltes

[illegible]

Finalizar bombeo normal	0+891.67m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0.2	0
Bombeo desvanecido	0+901.67m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.2	0	0.00%	0.2	0
Escorrentia	0+901.67m	0+918.67m	17.000m												
Bombeo desvanecido	0+901.67m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.2	0	0.00%	0.2	0
Bombeo invertido	0+911.67m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	2.00%	0.2	0	2.00%	0.2	0
Inicio de curva	0+913.00m														
Iniciar sección peraltada final	0+918.67m			-5.00%	0	0	-3.40%	-0.2	0	3.40%	0.2	0	3.40%	0.2	0
Región de salida de transición	0+975.92m	1+017.92m	42.000m												
Escorrentia	0+975.92m	0+992.92m	17.000m												
Finalizar sección peraltada final	0+975.92m			-5.00%	0	0	-3.40%	0	0	3.40%	0	0	3.40%	0	0
Fin de curva	0+981.59m														
Bombeo invertido	0+982.92m			-5.00%	0	0	-2.00%	0.2	0	2.00%	-0.2	0	2.00%	-0.2	0
Bombeo desvanecido	0+992.92m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.2	0	0.00%	-0.2	0
Desvanecimiento del bombeo	0+992.92m	1+002.92m	10.000m												
Bombeo desvanecido	0+992.92m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.2	0	0.00%	-0.2	0
Iniciar bombeo normal	1+002.92m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	-0.2	0	-2.00%	-0.2	0
Iniciar arcén normal	1+017.92m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	-0.2	0
Curva.9															
Región de entrada de transición	1+398.07m	1+454.90m	56.833m												
Finalizar arcén normal	1+398.07m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Desvanecimiento del bombeo	1+413.57m	1+423.90m	10.333m												
Finalizar bombeo normal	1+413.57m			-2.00%	0.194	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Bombeo desvanecido	1+423.90m			0.00%	0.194	0	0.00%	0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Escorrentia	1+423.90m	1+454.90m	31.000m												
Bombeo desvanecido	1+423.90m			0.00%	0.194	0	0.00%	0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Bombeo invertido	1+434.24m			2.00%	0.194	0	2.00%	0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Coincidencia de arcén bajo	1+449.74m			5.00%	0.194	0	5.00%	0.194	0	-5.00%	-0.194	0	-5.00%	0	0
Iniciar sección peraltada final	1+454.90m			6.00%	0.194	0	6.00%	0.194	0	-6.00%	-0.194	0	-6.00%	-0.194	0
Inicio de curva	1+454.90m														
Región de salida de transición	1+496.06m	1+552.90m	56.833m												
Escorrentia	1+496.06m	1+527.06m	31.000m												
Finalizar sección peraltada final	1+496.06m			6.00%	0	0	6.00%	0	0	-6.00%	0	0	-6.00%	0	0
Fin de curva	1+496.06m														
Coincidencia de arcén bajo	1+501.23m			5.00%	-0.194	0	5.00%	-0.194	0	-5.00%	0.194	0	-5.00%	0.194	0
Bombeo invertido	1+516.73m			2.00%	-0.194	0	2.00%	-0.194	0	-2.00%	0.194	0	-5.00%	0	0
Bombeo desvanecido	1+527.06m			0.00%	-0.194	0	0.00%	-0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Desvanecimiento del bombeo	1+527.06m	1+537.40m	10.333m												
Bombeo desvanecido	1+527.06m			0.00%	-0.194	0	0.00%	-0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Iniciar bombeo normal	1+537.40m			-2.00%	-0.194	0	-2.00%	-0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Iniciar arcén normal	1+552.90m			-5.00%	-0.194	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Curva.3															
Región de entrada de transición	2+518.04m	2+565.29m	47.250m												
Finalizar arcén normal	2+518.04m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0

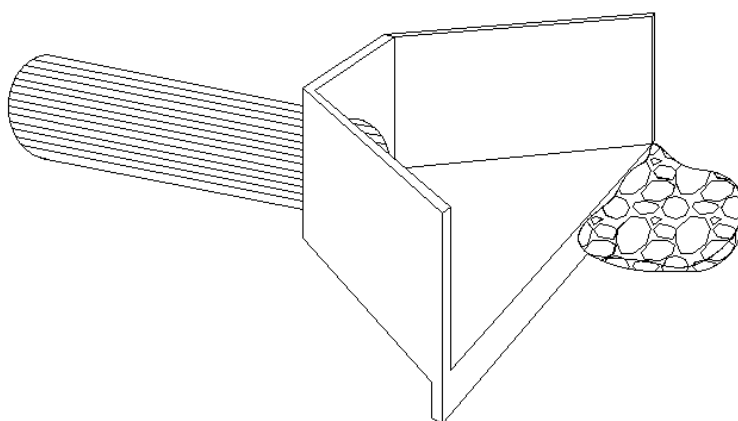
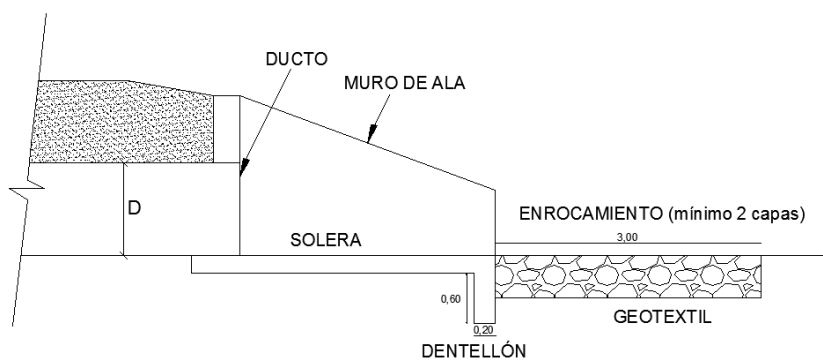
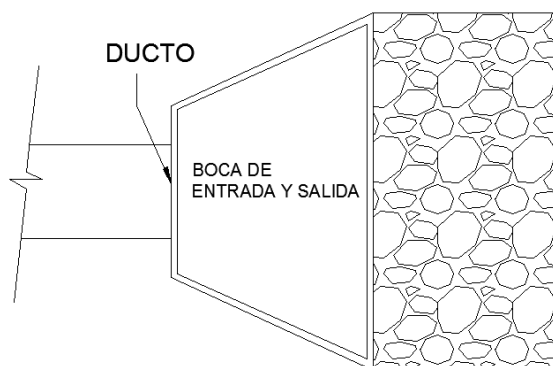
Blandín Arévalo

Desvanecimiento del bombeo	2+533.79m	2+544.29m	10.500m												
Finalizar bombeo normal	2+533.79m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0.19	0
Bombeo desvanecido	2+544.29m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.19	0	0.00%	0.19	0
Escorrentía	2+544.29m	2+565.29m	21.000m												
Bombeo desvanecido	2+544.29m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.19	0	0.00%	0.19	0
Bombeo invertido	2+554.79m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	2.00%	0.19	0	2.00%	0.19	0
Inicio de curva	2+558.29m														
Iniciar sección peraltada final	2+565.29m			-5.00%	0	0	-4.00%	-0.19	0	4.00%	0.19	0	4.00%	0.19	0
Región de salida de transición	2+683.73m	2+730.98m	47.250m												
Escorrentía	2+683.73m	2+704.73m	21.000m												
Finalizar sección peraltada final	2+683.73m			-5.00%	0	0	-4.00%	0	0	4.00%	0	0	4.00%	0	0
Fin de curva	2+690.73m														
Bombeo invertido	2+694.23m			-5.00%	0	0	-2.00%	0.19	0	2.00%	-0.19	0	2.00%	-0.19	0
Bombeo desvanecido	2+704.73m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.19	0	0.00%	-0.19	0
Desvanecimiento del bombeo	2+704.73m	2+715.23m	10.500m												
Bombeo desvanecido	2+704.73m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.19	0	0.00%	-0.19	0
Iniciar bombeo normal	2+715.23m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	-0.19	0	-2.00%	-0.19	0
Iniciar arcén normal	2+730.98m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	-0.19	0
Curva 4															
Región de entrada de transición	2+877.25m	2+919.25m	42.000m												
Finalizar arcén normal	2+877.25m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Desvanecimiento del bombeo	2+892.25m	2+902.25m	10.000m												
Finalizar bombeo normal	2+892.25m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0.2	0
Bombeo desvanecido	2+902.25m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.2	0	0.00%	0.2	0
Escorrentía	2+902.25m	2+919.25m	17.000m												
Bombeo desvanecido	2+902.25m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.2	0	0.00%	0.2	0
Bombeo invertido	2+912.25m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	2.00%	0.2	0	2.00%	0.2	0
Inicio de curva	2+913.58m														
Iniciar sección peraltada final	2+919.25m			-5.00%	0	0	-3.40%	-0.2	0	3.40%	0.2	0	3.40%	0.2	0
Región de salida de transición	2+990.61m	3+032.61m	42.000m												
Escorrentía	2+990.61m	3+007.61m	17.000m												
Finalizar sección peraltada final	2+990.61m			-5.00%	0	0	-3.40%	0	0	3.40%	0	0	3.40%	0	0
Fin de curva	2+996.28m														
Bombeo invertido	2+997.61m			-5.00%	0	0	-2.00%	0.2	0	2.00%	-0.2	0	2.00%	-0.2	0
Bombeo desvanecido	3+007.61m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.2	0	0.00%	-0.2	0
Desvanecimiento del bombeo	3+007.61m	3+017.61m	10.000m												
Bombeo desvanecido	3+007.61m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.2	0	0.00%	-0.2	0
Iniciar bombeo normal	3+017.61m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	-0.2	0	-2.00%	-0.2	0
Iniciar arcén normal	3+032.61m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	-0.2	0
Curva 5															
Región de entrada de transición	3+312.78m	3+360.03m	47.250m												
Finalizar arcén normal	3+312.78m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Desvanecimiento del bombeo	3+328.53m	3+339.03m	10.500m												

Finalizar bombeo normal	3+328.53m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0.19	0
Bombeo desvanecido	3+339.03m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.19	0	0.00%	0.19	0
Escorrentia	3+339.03m	3+360.03m	21.000m												
Bombeo desvanecido	3+339.03m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.19	0	0.00%	0.19	0
Bombeo invertido	3+349.53m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	2.00%	0.19	0	2.00%	0.19	0
Inicio de curva	3+353.03m														
Iniciar sección peraltada final	3+360.03m			-5.00%	0	0	-4.00%	-0.19	0	4.00%	0.19	0	4.00%	0.19	0
Región de salida de transición	3+456.98m	3+504.23m	47.250m												
Escorrentia	3+456.98m	3+477.98m	21.000m												
Finalizar sección peraltada final	3+456.98m			-5.00%	0	0	-4.00%	0	0	4.00%	0	0	4.00%	0	0
Fin de curva	3+463.98m														
Bombeo invertido	3+467.48m			-5.00%	0	0	-2.00%	0.19	0	2.00%	-0.19	0	2.00%	-0.19	0
Bombeo desvanecido	3+477.98m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.19	0	0.00%	-0.19	0
Desvanecimiento del bombeo	3+477.98m	3+488.48m	10.500m												
Bombeo desvanecido	3+477.98m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.19	0	0.00%	-0.19	0
Iniciar bombeo normal	3+488.48m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	-0.19	0	-2.00%	-0.19	0
Iniciar arcén normal	3+504.23m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	-0.19	0
Curva.6															
Región de entrada de transición	3+516.87m	3+573.70m	56.833m												
Finalizar arcén normal	3+516.87m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Desvanecimiento del bombeo	3+532.37m	3+542.70m	10.333m												
Finalizar bombeo normal	3+532.37m			-2.00%	0.194	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Bombeo desvanecido	3+542.70m			0.00%	0.194	0	0.00%	0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Escorrentia	3+542.70m	3+573.70m	31.000m												
Bombeo desvanecido	3+542.70m			0.00%	0.194	0	0.00%	0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Bombeo invertido	3+553.03m			2.00%	0.194	0	2.00%	0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Inicio de curva	3+563.37m														
Coincidencia de arcén bajo	3+568.53m			5.00%	0.194	0	5.00%	0.194	0	-5.00%	-0.194	0	-5.00%	0	0
Iniciar sección peraltada final	3+573.70m			6.00%	0.194	0	6.00%	0.194	0	-6.00%	-0.194	0	-6.00%	-0.194	0
Región de salida de transición	3+589.77m	3+646.60m	56.833m												
Escorrentia	3+589.77m	3+620.77m	31.000m												
Finalizar sección peraltada final	3+589.77m			6.00%	0	0	6.00%	0	0	-6.00%	0	0	-6.00%	0	0
Coincidencia de arcén bajo	3+594.93m			5.00%	-0.194	0	5.00%	-0.194	0	-5.00%	0.194	0	-5.00%	0.194	0
Fin de curva	3+600.10m														
Bombeo invertido	3+610.43m			2.00%	-0.194	0	2.00%	-0.194	0	-2.00%	0.194	0	-5.00%	0	0
Bombeo desvanecido	3+620.77m			0.00%	-0.194	0	0.00%	-0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Desvanecimiento del bombeo	3+620.77m	3+631.10m	10.333m												
Bombeo desvanecido	3+620.77m			0.00%	-0.194	0	0.00%	-0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Iniciar bombeo normal	3+631.10m			-2.00%	-0.194	0	-2.00%	-0.194	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Iniciar arcén normal	3+646.60m			-5.00%	-0.194	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Curva.7															
Región de entrada de transición	3+654.98m	3+715.34m	60.362m												
Finalizar arcén normal	3+654.98m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0

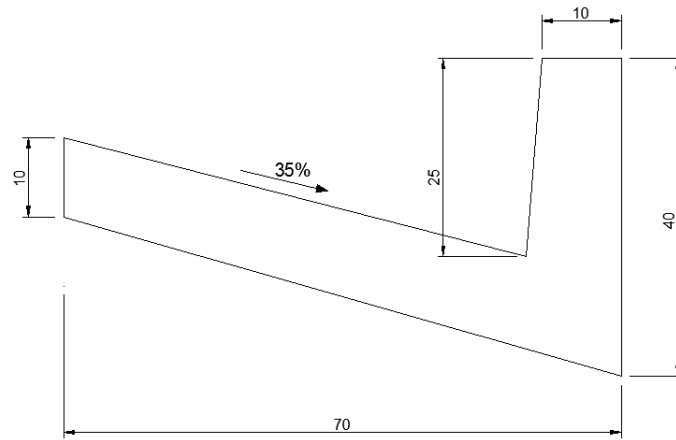
Desvanecimiento del bombeo	3+670.20m	3+680.34m	10.145m												
Finalizar bombeo normal	3+670.20m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0.197	0
Bombeo desvanecido	3+680.34m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.197	0	0.00%	0.197	0
Escorrentía	3+680.34m	3+715.34m	35.000m												
Bombeo desvanecido	3+680.34m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	0.197	0	0.00%	0.197	0
Bombeo invertido	3+690.49m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	2.00%	0.197	0	2.00%	0.197	0
Inicio de curva	3+703.68m														
Coincidencia de arcén bajo	3+705.71m			-5.00%	0	0	-5.00%	-0.197	0	5.00%	0.197	0	5.00%	0.197	0
Iniciar sección peraltada final	3+715.34m			-6.90%	-0.197	0	-6.90%	-0.197	0	6.90%	0.197	0	6.90%	0.197	0
Región de salida de transición	3+771.53m	3+806.53m	35.000m												
Escorrentía	3+771.53m	3+806.53m	35.000m												
Finalizar sección peraltada final	3+771.53m			-6.90%	0	0	-6.90%	0	0	6.90%	0	0	6.90%	0	0
Coincidencia de arcén bajo	3+781.17m			-5.00%	0.197	0	-5.00%	0.197	0	5.00%	-0.197	0	5.00%	-0.197	0
Fin de curva	3+783.19m														
Bombeo invertido	3+796.38m			-5.00%	0	0	-2.00%	0.197	0	2.00%	-0.197	0	2.00%	-0.197	0
Bombeo desvanecido	3+806.53m			-5.00%	0	0	-2.00%	0	0	0.00%	-0.197	0	0.00%	-0.197	0
Curva.8															
Región de entrada de transición	3+837.84m	3+877.84m	40.000m												
Escorrentía	3+837.84m	3+877.84m	40.000m												
Bombeo desvanecido	3+837.84m			0.00%	0.16	0	0.00%	0.064	0	-2.00%	-0.064	0	-5.00%	-0.16	0
Bombeo invertido	3+848.09m			2.00%	0.195	0	2.00%	0.195	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Coincidencia de arcén bajo	3+863.48m			5.00%	0.195	0	5.00%	0.195	0	-5.00%	-0.195	0	-5.00%	0	0
Inicio de curva	3+864.51m														
Iniciar sección peraltada final	3+877.84m			7.80%	0.195	0	7.80%	0.195	0	-7.80%	-0.195	0	-7.80%	-0.195	0
Región de salida de transición	3+933.30m	3+998.94m	65.641m												
Escorrentía	3+933.30m	3+973.30m	40.000m												
Finalizar sección peraltada final	3+933.30m			7.80%	0	0	7.80%	0	0	-7.80%	0	0	-7.80%	0	0
Fin de curva	3+946.63m														
Coincidencia de arcén bajo	3+947.66m			5.00%	-0.195	0	5.00%	-0.195	0	-5.00%	0.195	0	-5.00%	0.195	0
Bombeo invertido	3+963.04m			2.00%	-0.195	0	2.00%	-0.195	0	-2.00%	0.195	0	-5.00%	0	0
Bombeo desvanecido	3+973.30m			0.00%	-0.195	0	0.00%	-0.195	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Desvanecimiento del bombeo	3+973.30m	3+983.55m	10.256m												
Bombeo desvanecido	3+973.30m			0.00%	-0.195	0	0.00%	-0.195	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Iniciar bombeo normal	3+983.55m			-2.00%	-0.195	0	-2.00%	-0.195	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0
Iniciar arcén normal	3+998.94m			-5.00%	-0.195	0	-2.00%	0	0	-2.00%	0	0	-5.00%	0	0

Anexo 2 Detalle de cabezal y muro de ala para alcantarilla circular

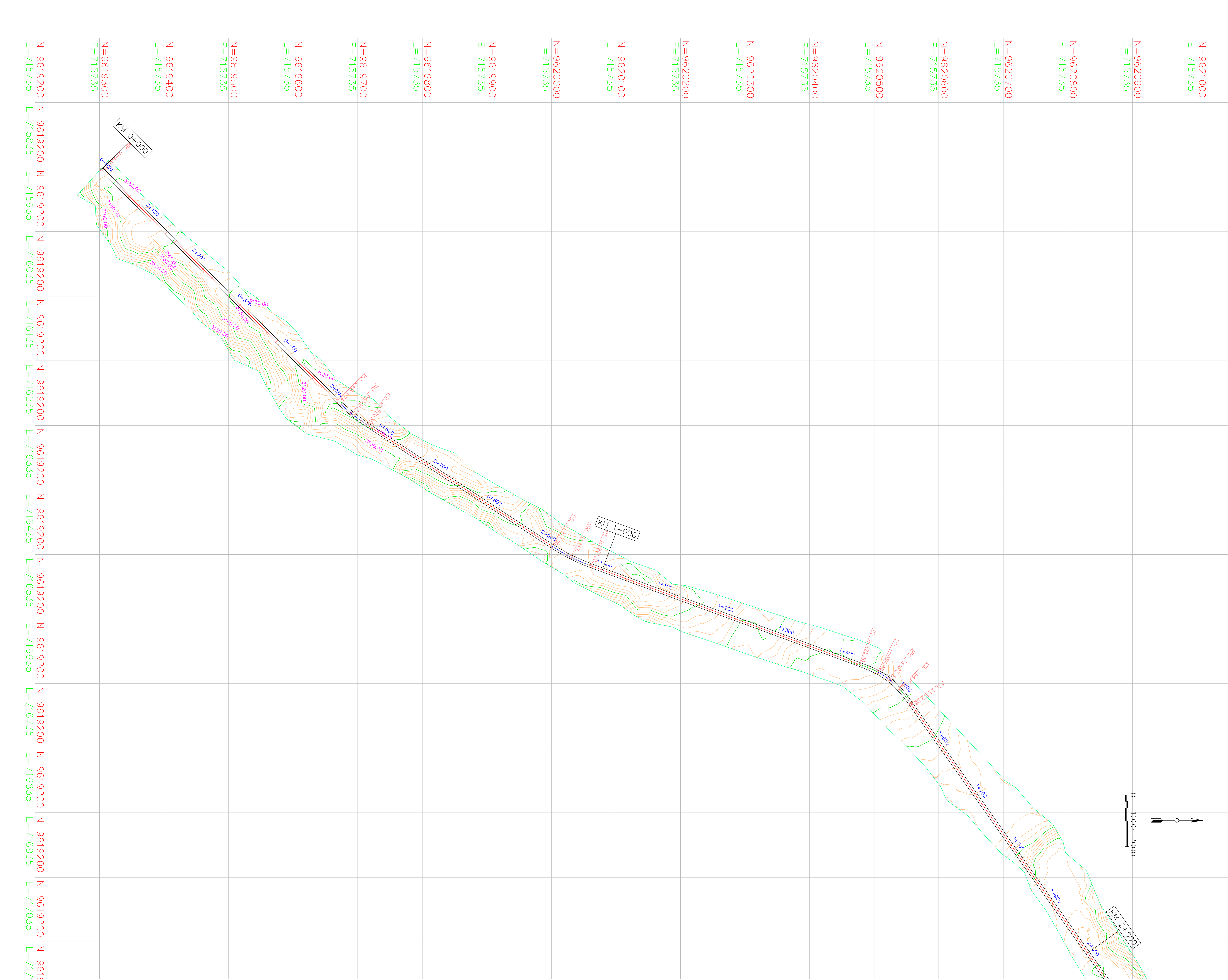


Anexo 3 Detalle de la cuneta tipo

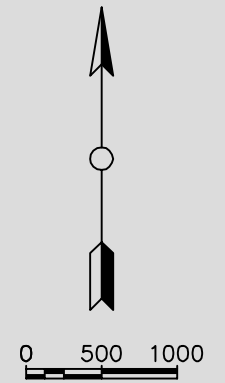
Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Anexo 4 Planos del diseño geométrico



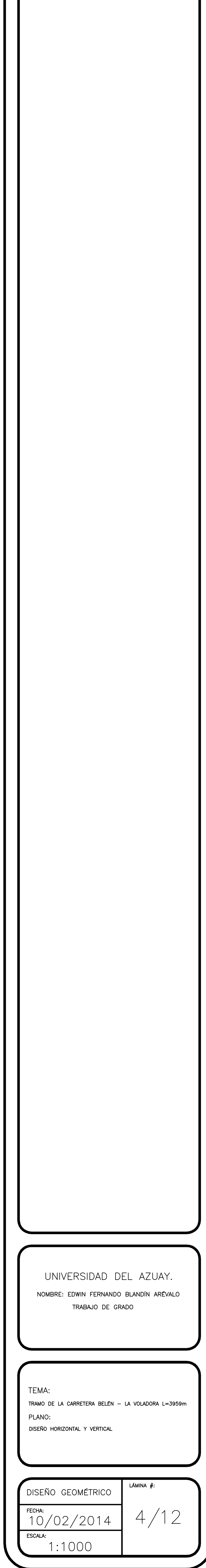


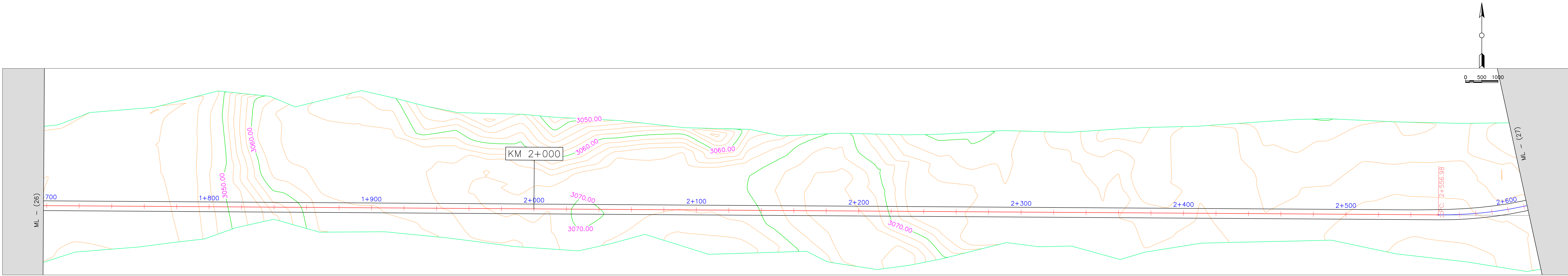


ALCANTARILLA
D=900mm

TEMA:
TRAMO DE LA CARRETERA BELEN - LA VOLADORA L=3959m
PLANO:
DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

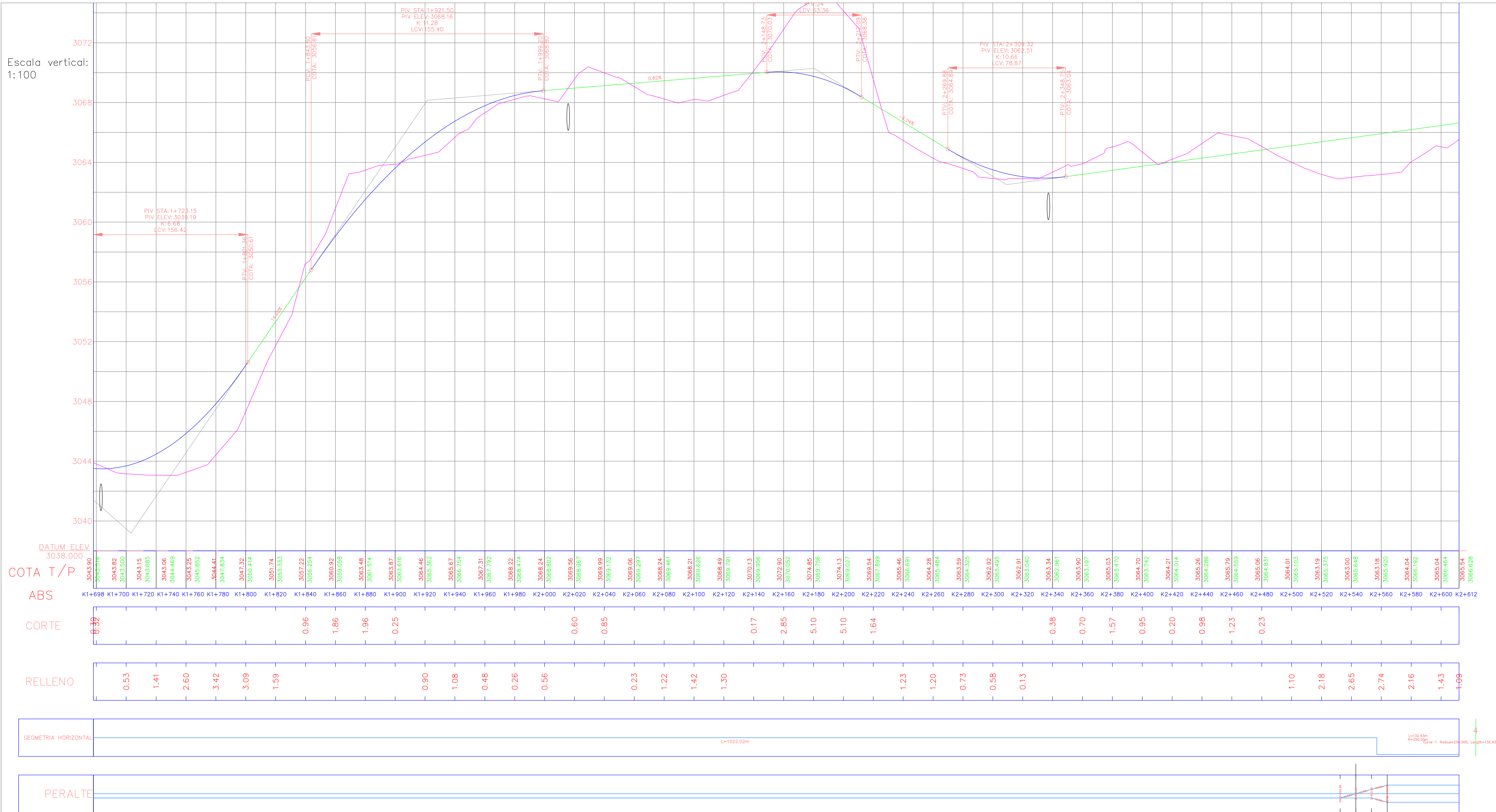
DISEÑO GEOMÉTRICO	LÁMINA #:
FECHA: 10/02/2014	3/12
ESCALA: 1:1000	

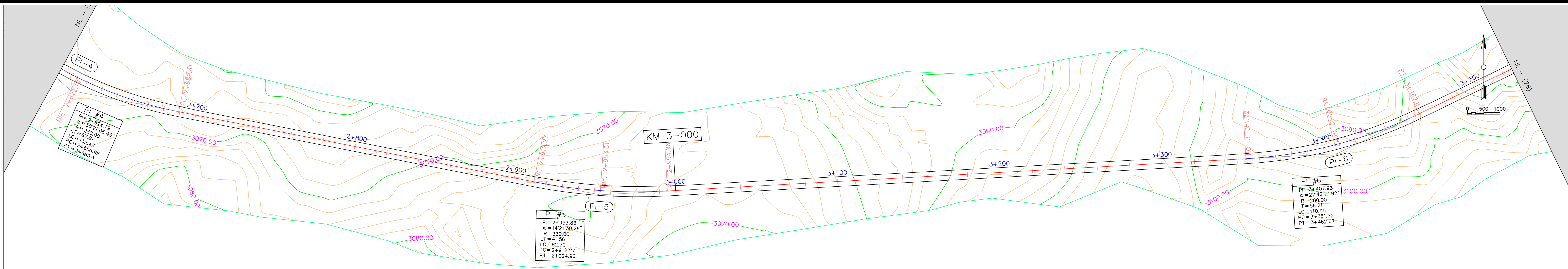




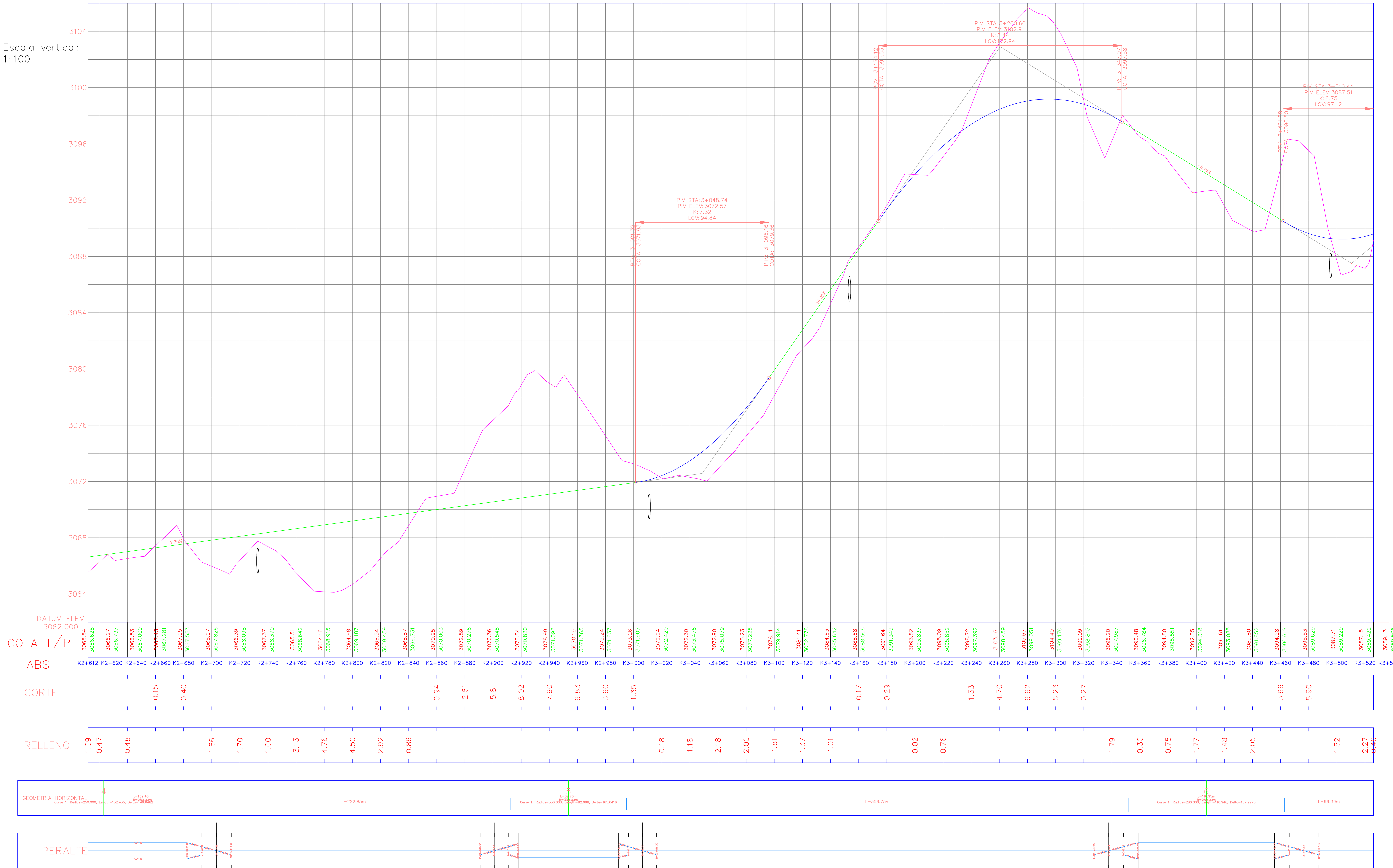
Notes

ALCANTARILLA
D=900mm





Escala vertical:
1:100



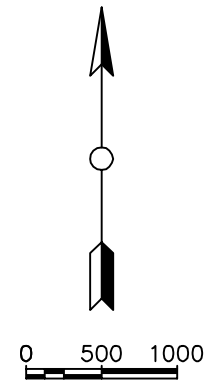
Notas
ALCANTARILLA
D=900mm

UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
NOMBRE: EDWIN FERNANDO BLANQUIN AREVALO
TRABAJO DE GRADO

TEMA:
TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA VOLACORA L=3959m
PLANO:
DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

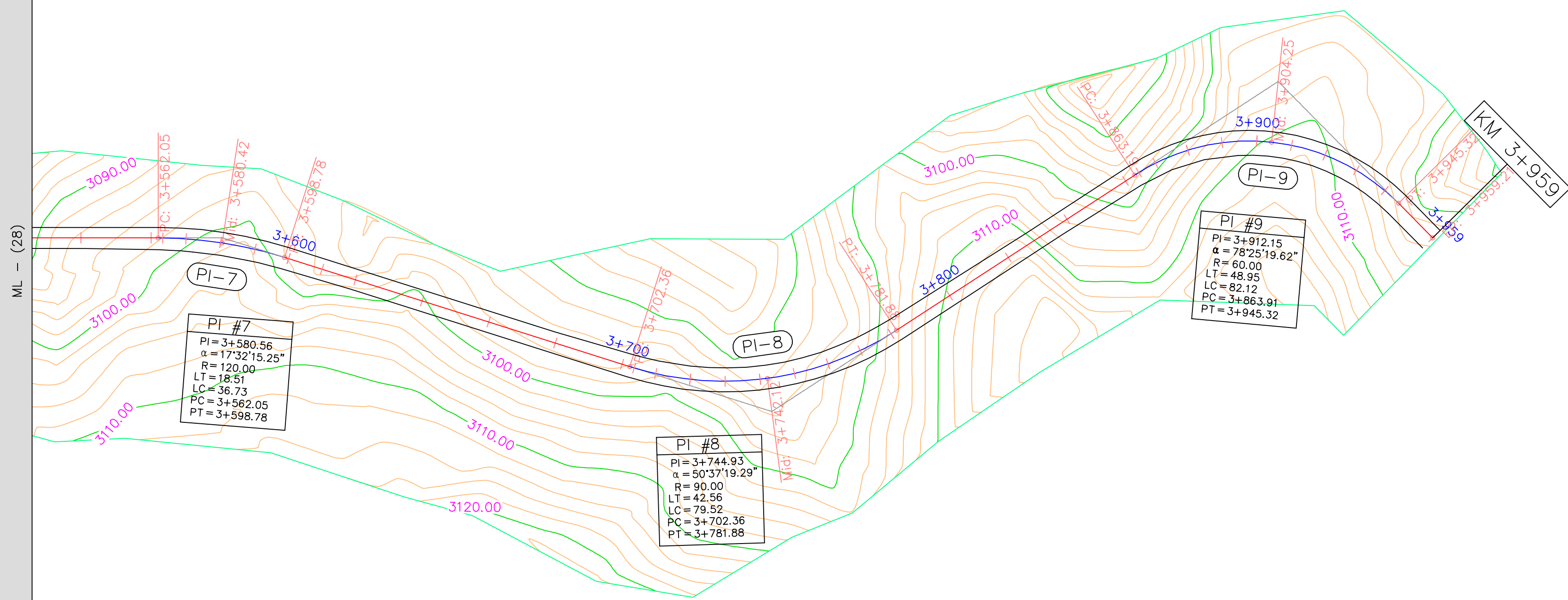
DISEÑO GEOMÉTRICO
FECHA:
10/02/2014
ESCALA:
1:1000

LÁMINA #:
6/12

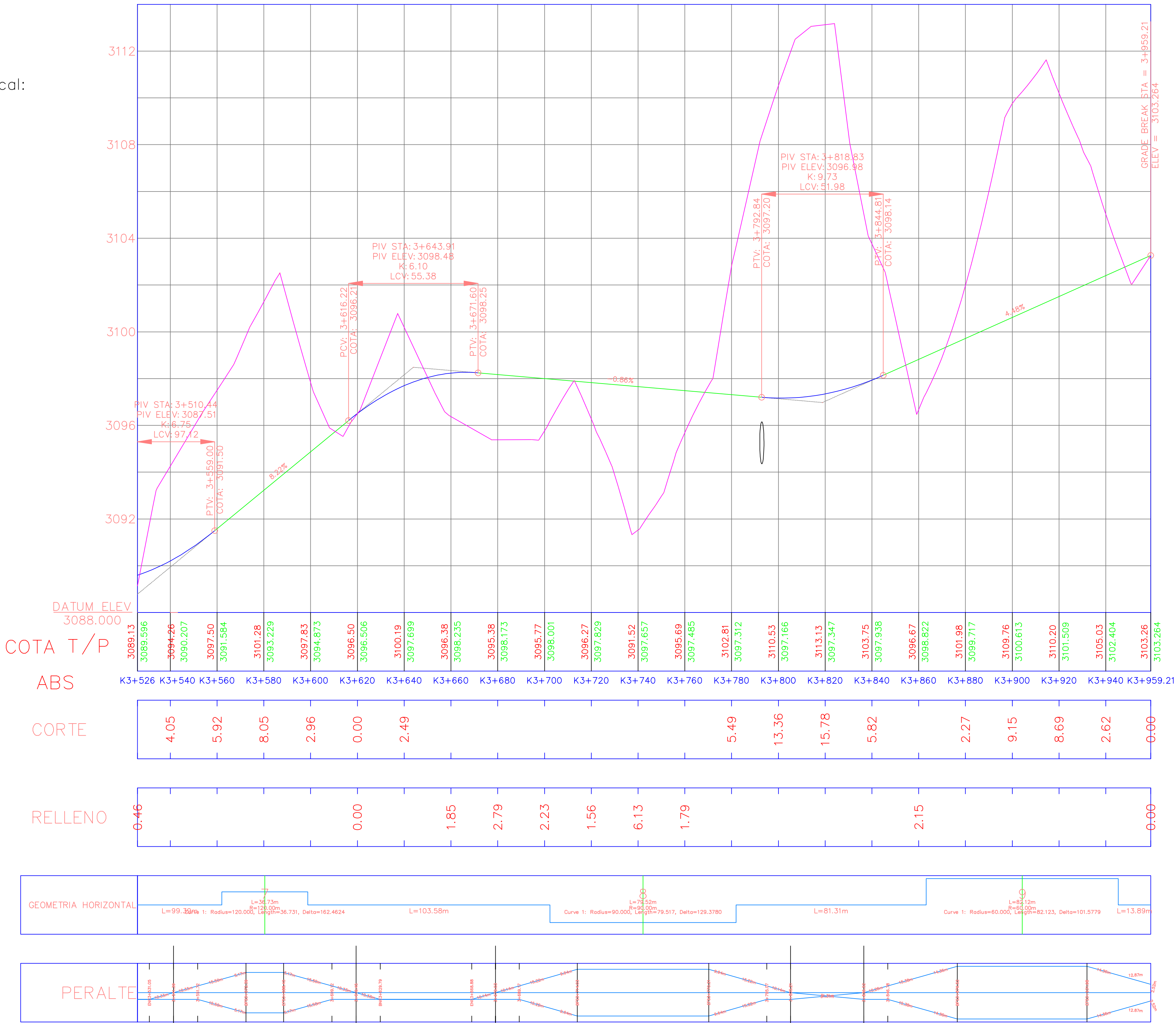


Notas

ALCANTARILLA
D=900mm



Escala vertical:
1:100

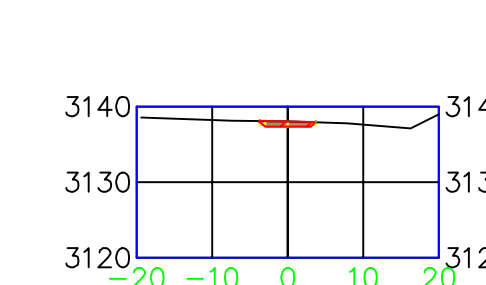


UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
NOMBRE: EDWIN FERNANDO BLANCIN AREVALO
TRABAJO DE GRADO

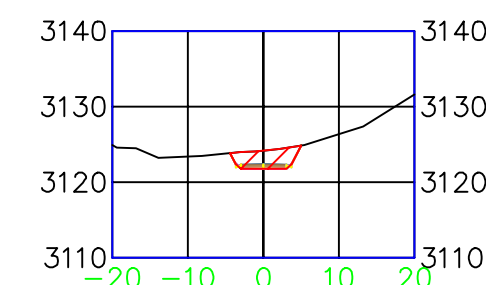
TEMA:
TIPO DE LA CARRETERA: BELÉN - LA VOLADORA L=3958m
PLANO:
DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

DISEÑO GEOMÉTRICO
FECHA: 10/02/2014
ESCALA: 1:1000

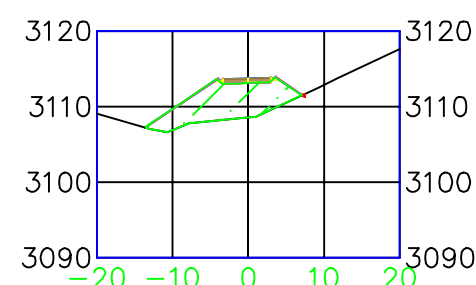
Lámina: 7/12



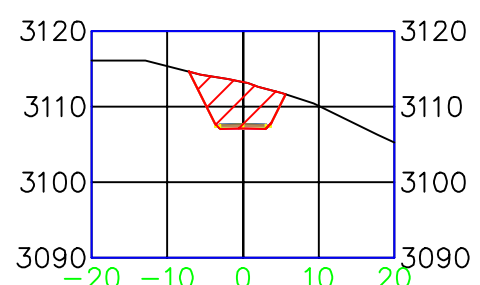
KM 0+180.00



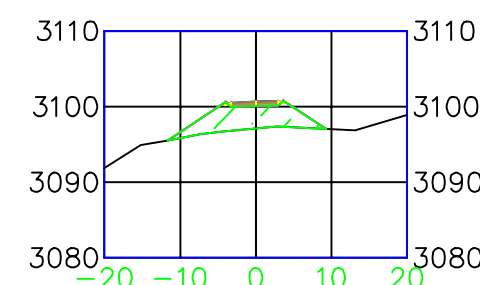
KM 0+380.00



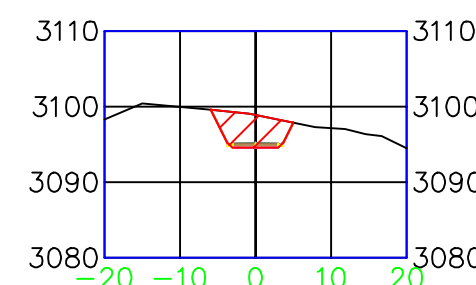
KM 0+550.00



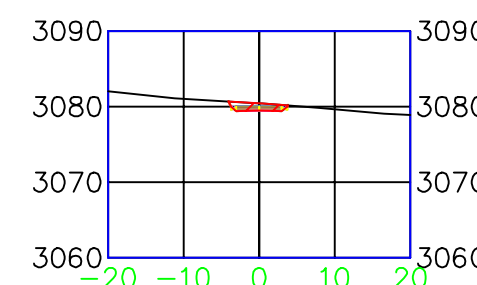
KM 0+720.00



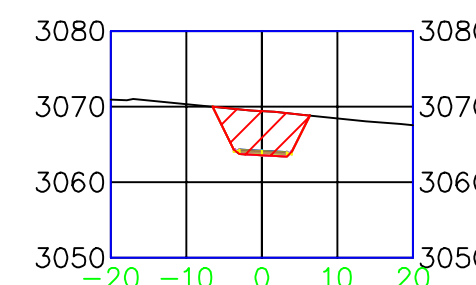
KM 0+920.00



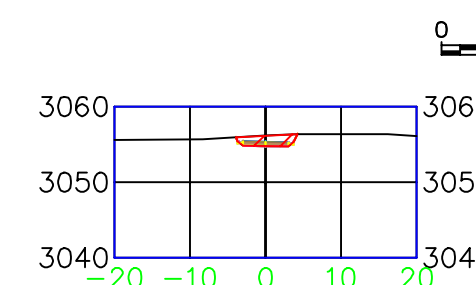
KM 1+060.00



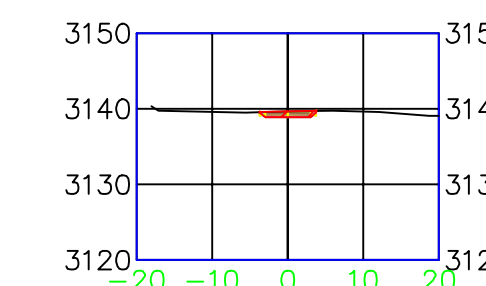
KM 1+260.00



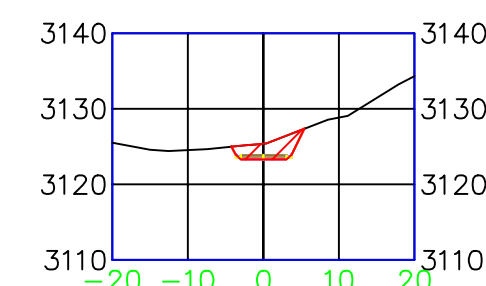
KM 1+440.00



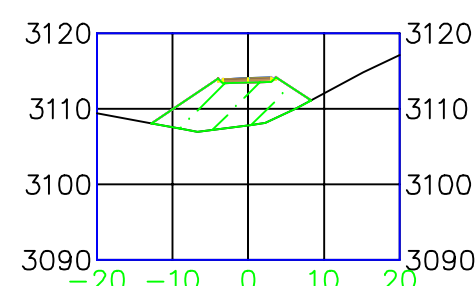
KM 1+540.00



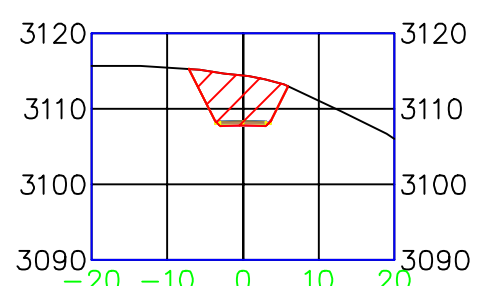
KM 0+160.00



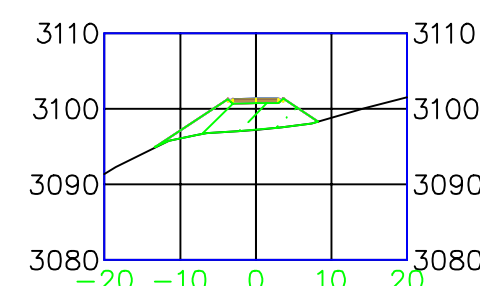
KM 0+360.00



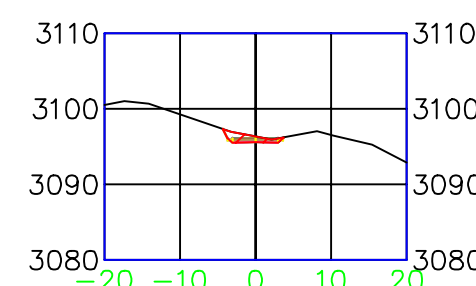
KM 0+540.00



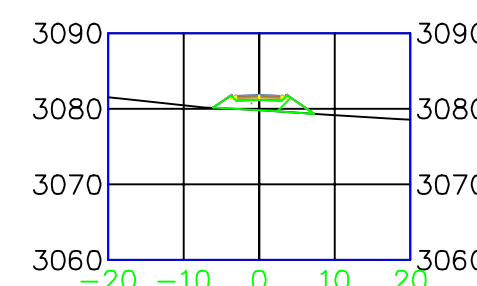
KM 0+700.00



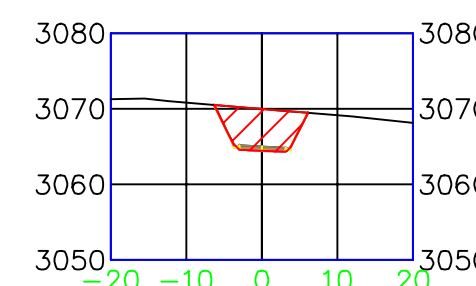
KM 0+900.00



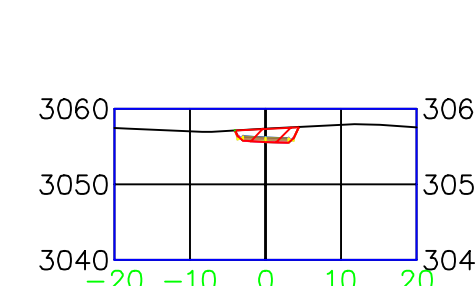
KM 1+040.00



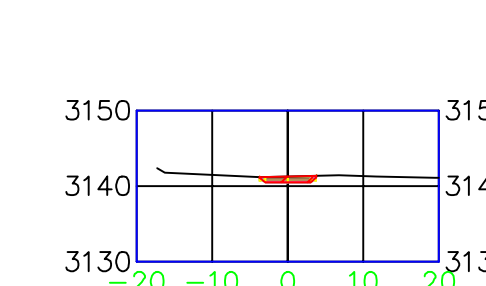
KM 1+240.00



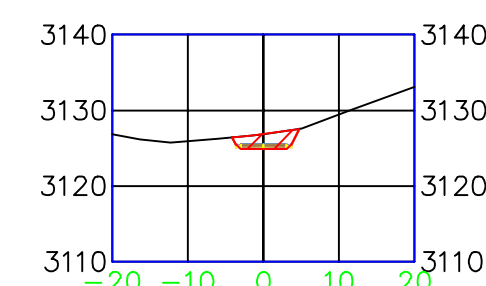
KM 1+430.00



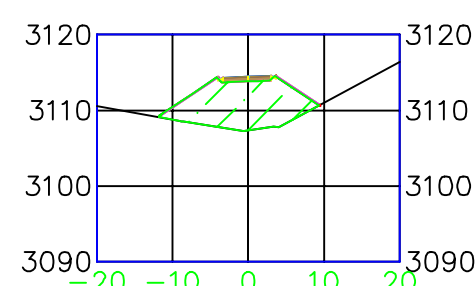
KM 1+530.00



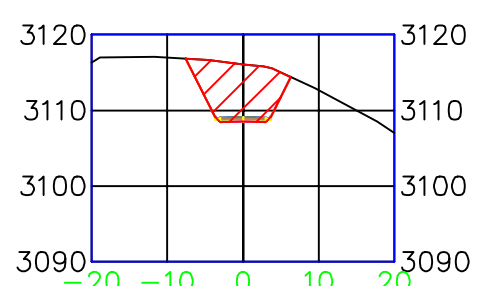
KM 0+140.00



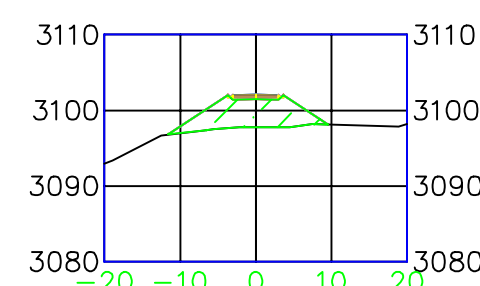
KM 0+340.00



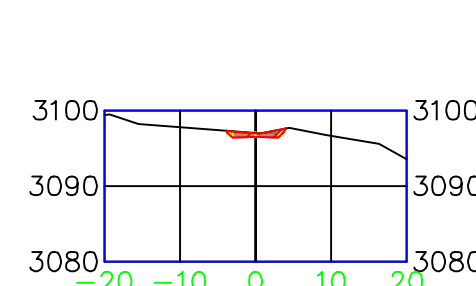
KM 0+530.00



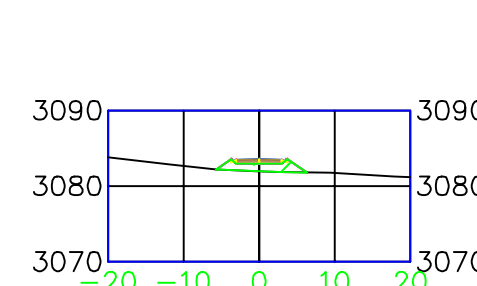
KM 0+680.00



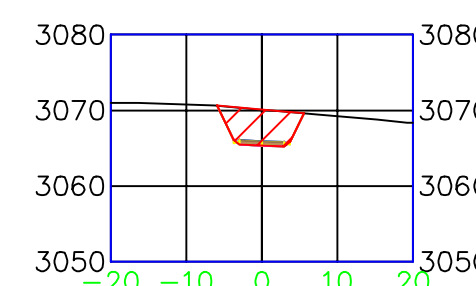
KM 0+880.00



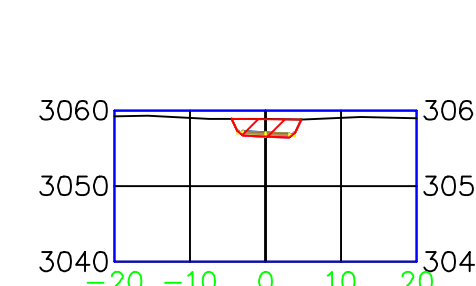
KM 1+020.00



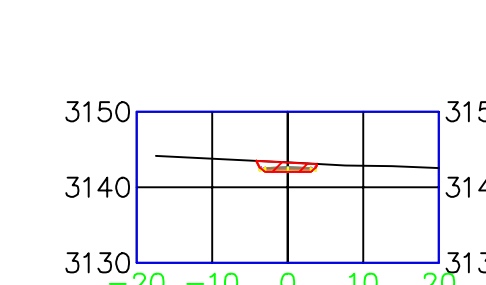
KM 1+220.00



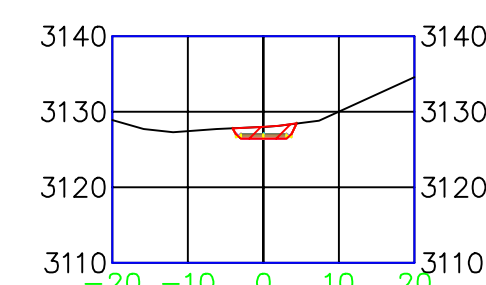
KM 1+420.00



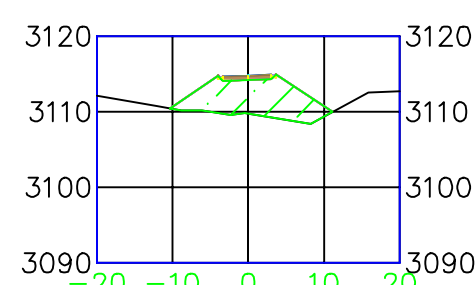
KM 1+520.00



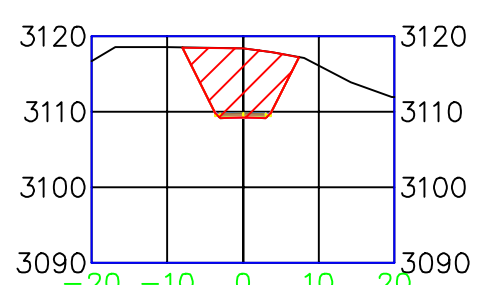
KM 0+120.00



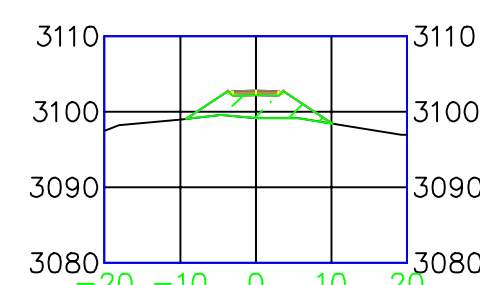
KM 0+320.00



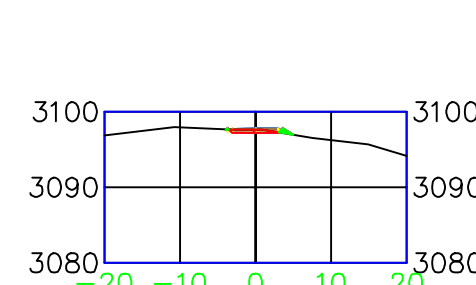
KM 0+520.00



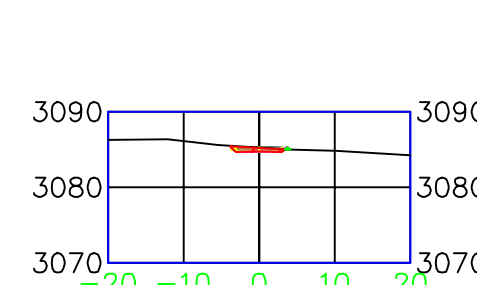
KM 0+660.00



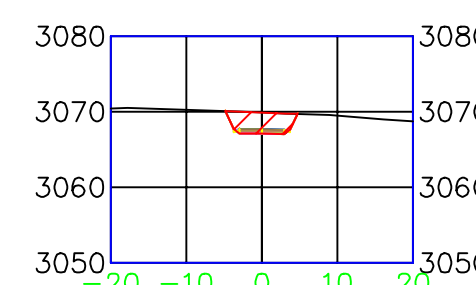
KM 0+860.00



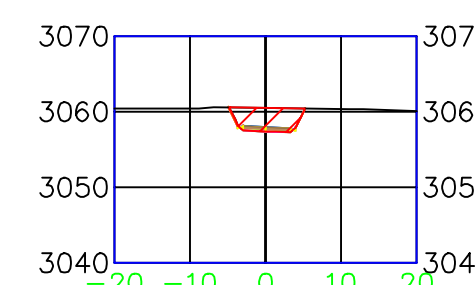
KM 1+000.00



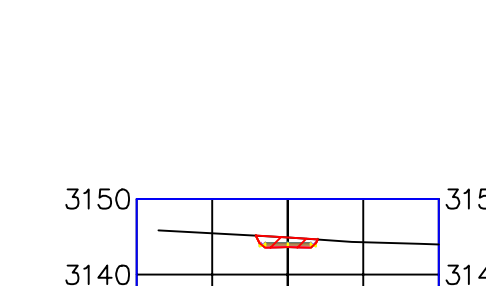
KM 1+200.00



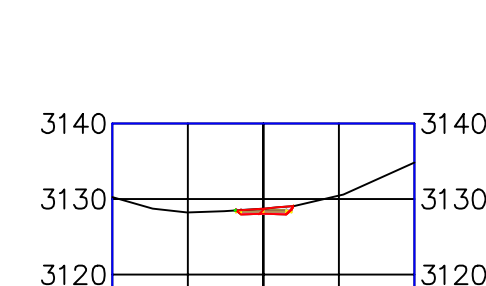
KM 1+400.00



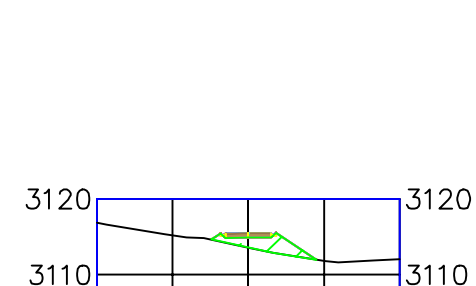
KM 1+510.00



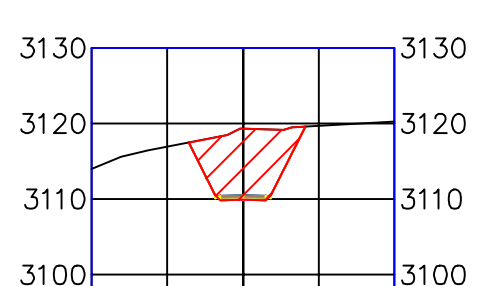
KM 0+100.00



KM 0+300.00



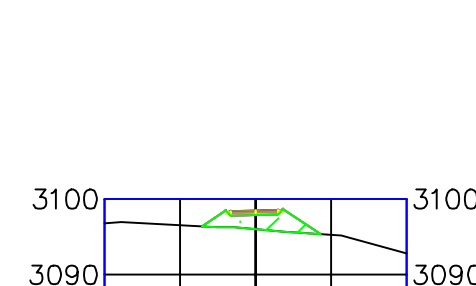
KM 0+500.00



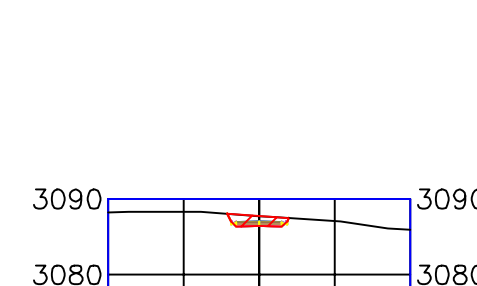
KM 0+640.00



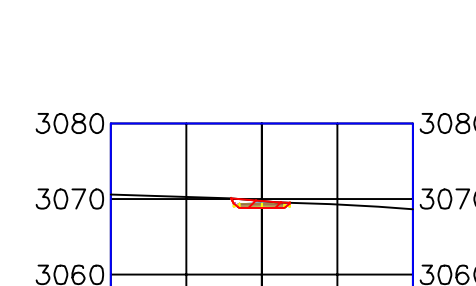
KM 0+840.00



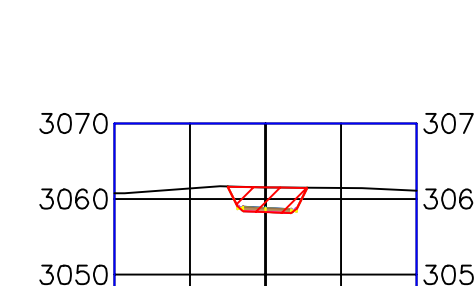
KM 0+980.00



KM 1+180.00



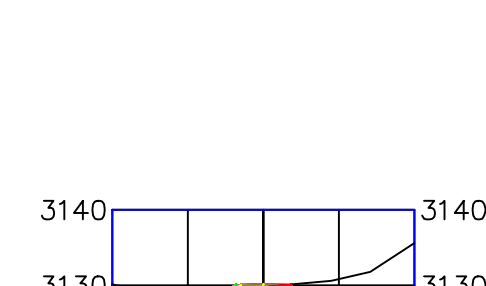
KM 1+380.00



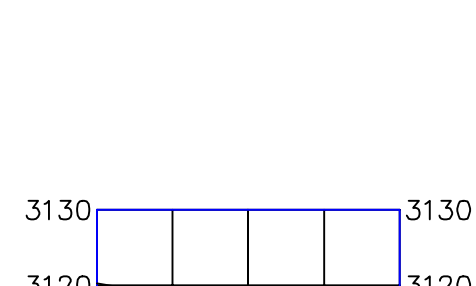
KM 1+500.00



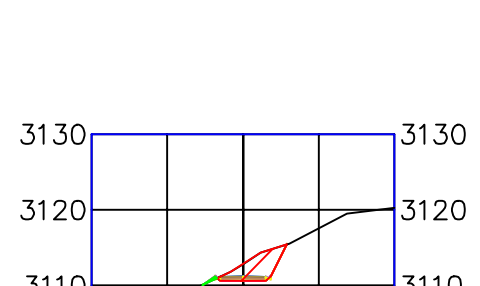
KM 0+080.00



KM 0+280.00



KM 0+480.00



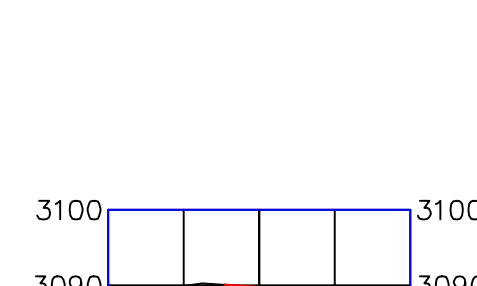
KM 0+620.00



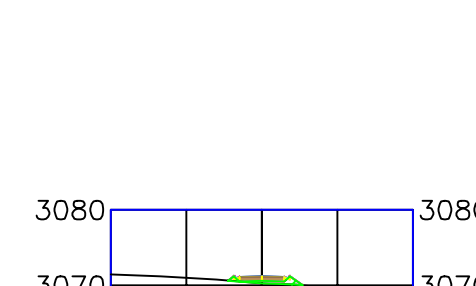
KM 0+820.00



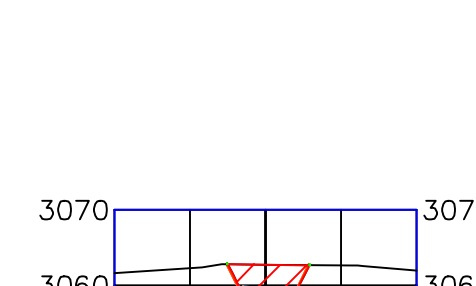
KM 0+970.00



KM 1+160.00



KM 1+360.00



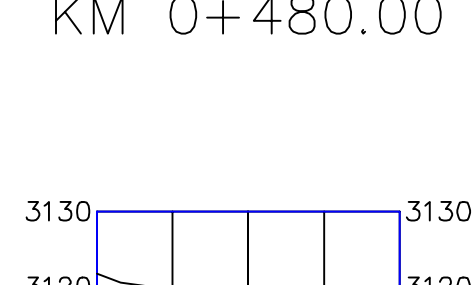
KM 1+490.00



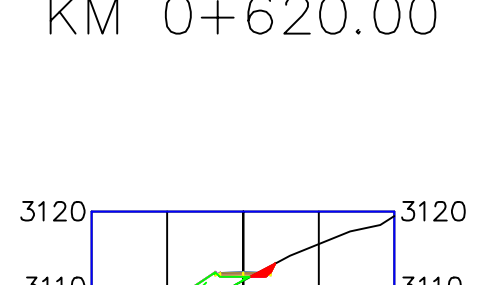
KM 0+060.00



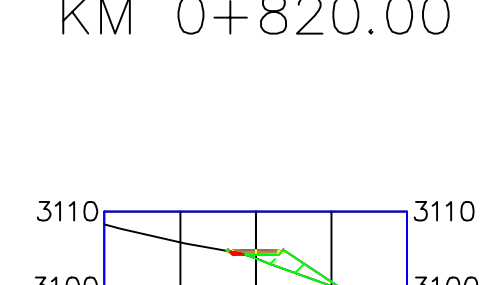
KM 0+260.00



KM 0+460.00



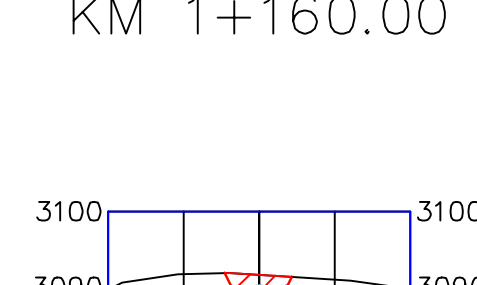
KM 0+600.00



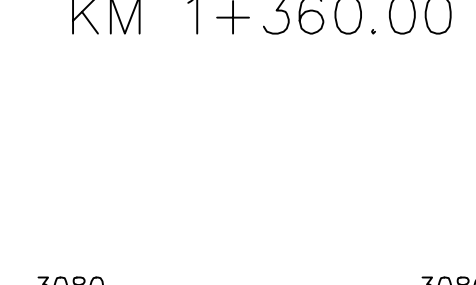
KM 0+800.00



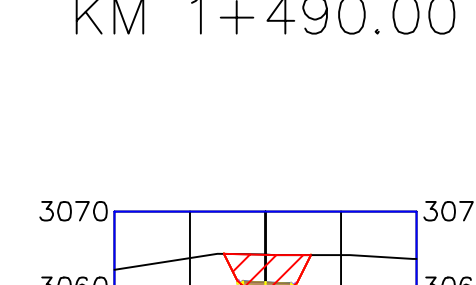
KM 0+960.00



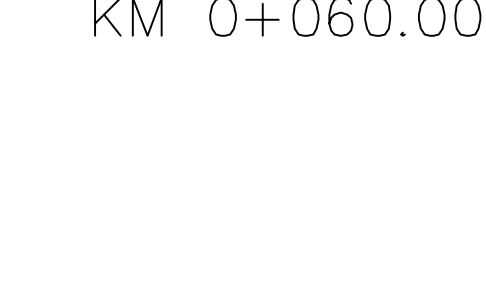
KM 1+140.00



KM 1+340.00



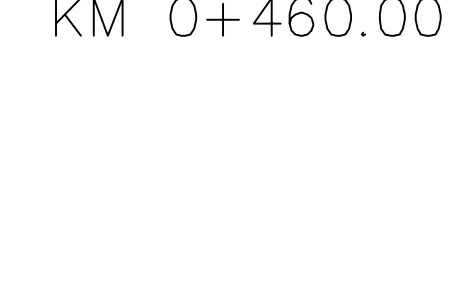
KM 1+480.00



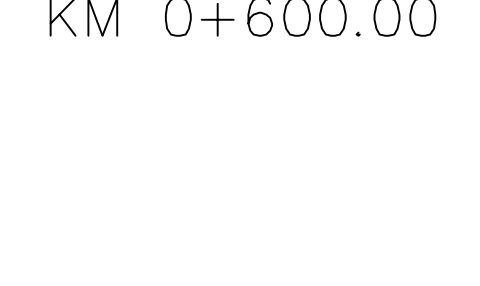
KM 0+040.00



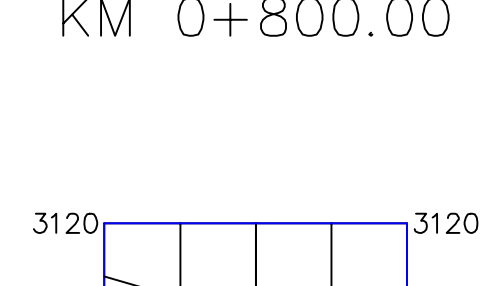
KM 0+240.00



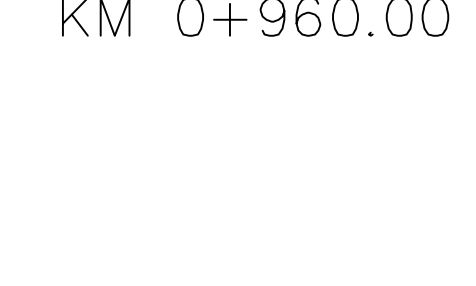
KM 0+440.00



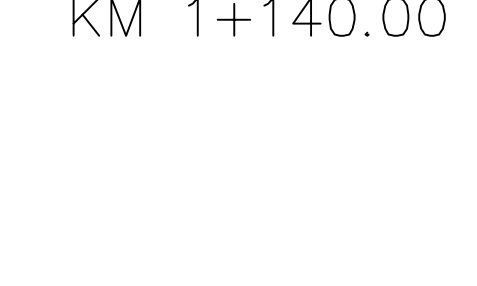
KM 0+580.00



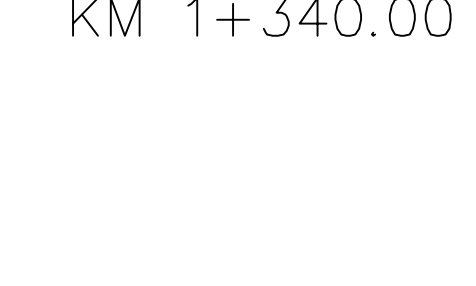
KM 0+780.00



KM 0+950.00



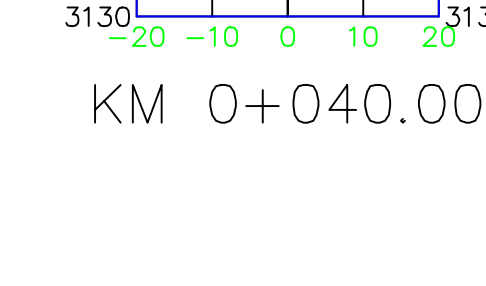
KM 1+120.00



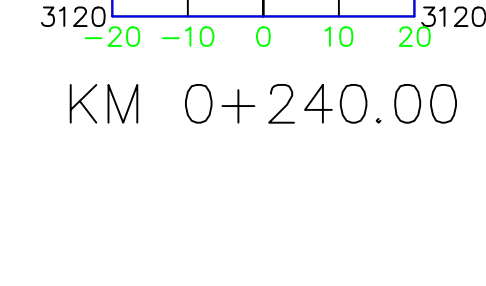
KM 1+320.00



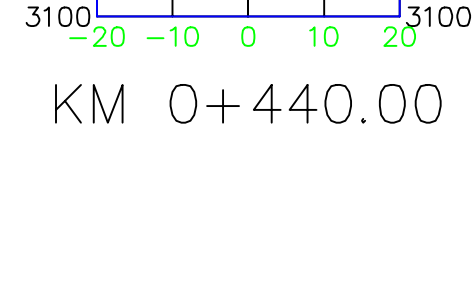
KM 1+470.00



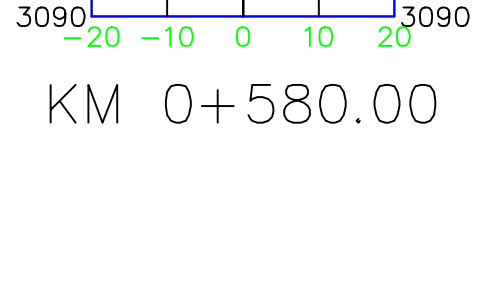
KM 0+020.00



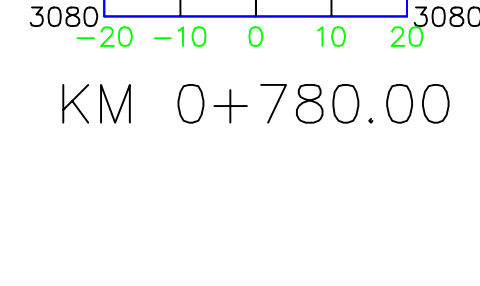
KM 0+220.00



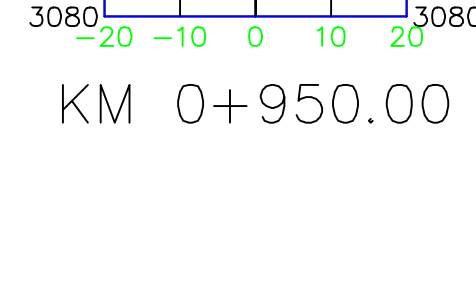
KM 0+420.00



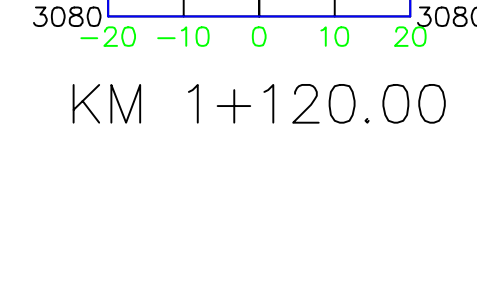
KM 0+570.00



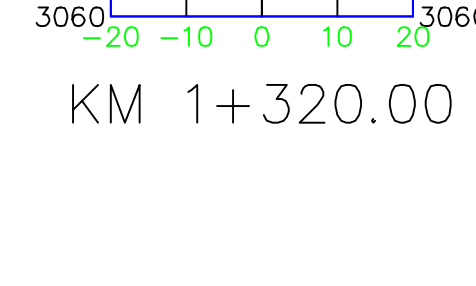
KM 0+760.00



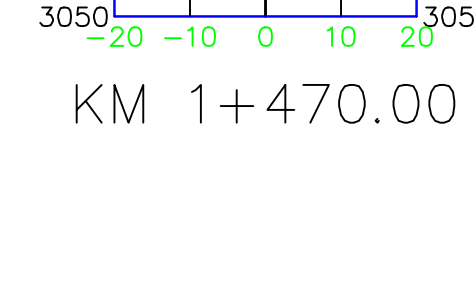
KM 0+940.00



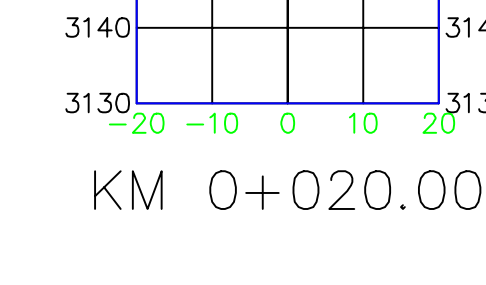
KM 1+100.00



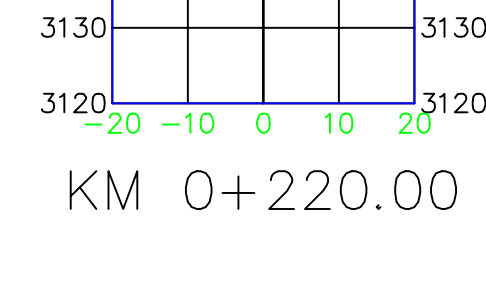
KM 1+300.00



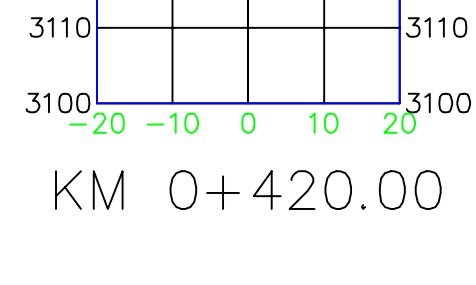
KM 1+460.00



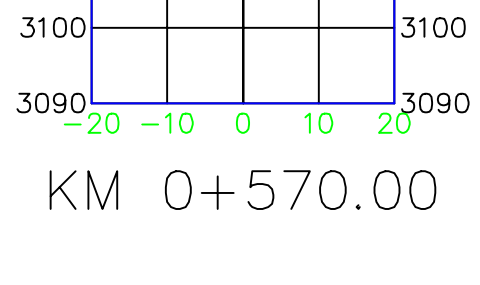
KM 0+000.00



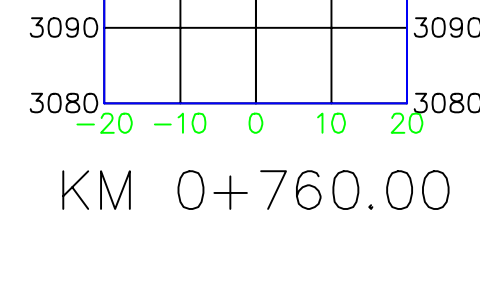
KM 0+200.00



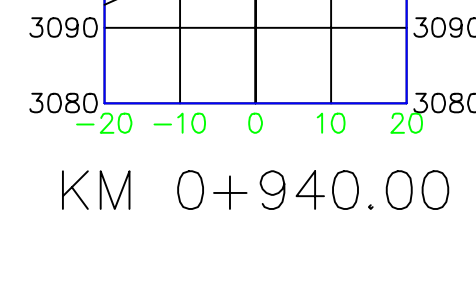
KM 0+400.00



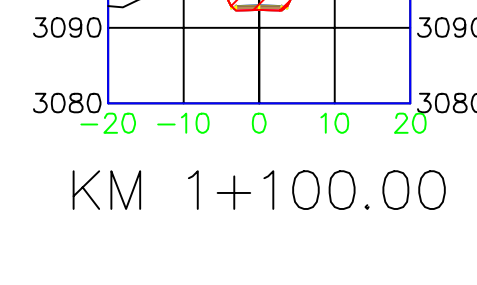
KM 0+560.00



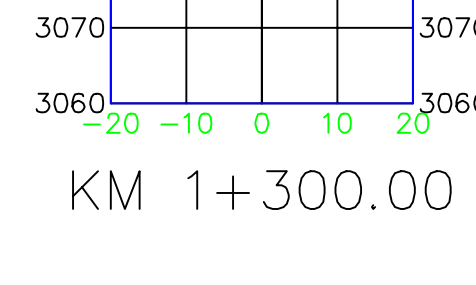
KM 0+740.00



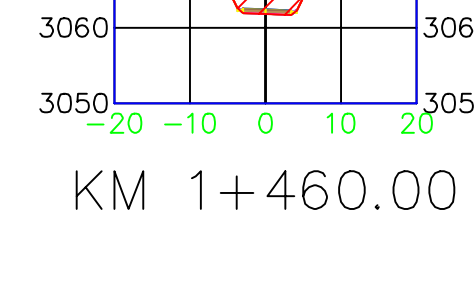
KM 0+930.00



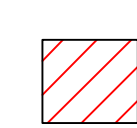
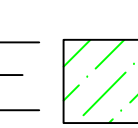
KM 1+080.00

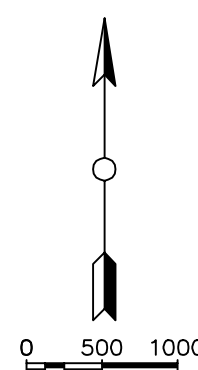


KM 1+280.00



KM 1+450.00

 CORTE  RELLENO



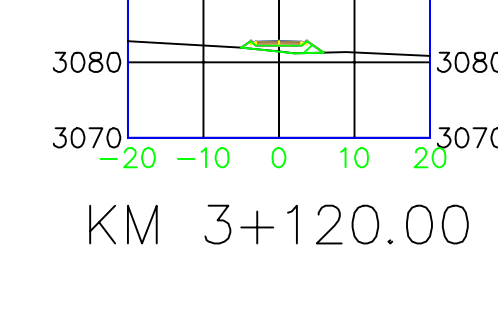
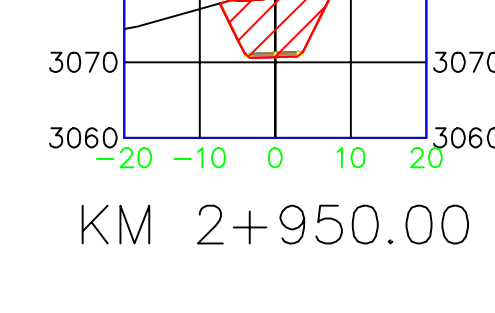
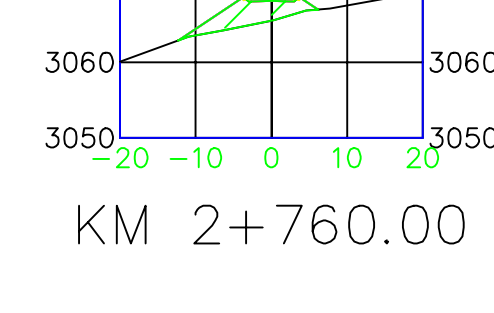
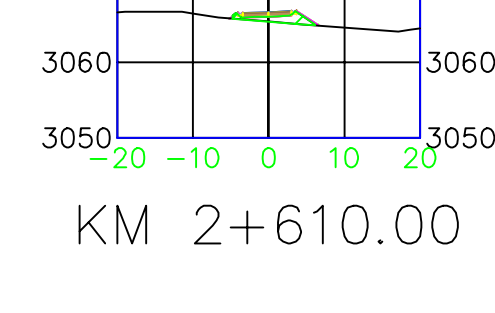
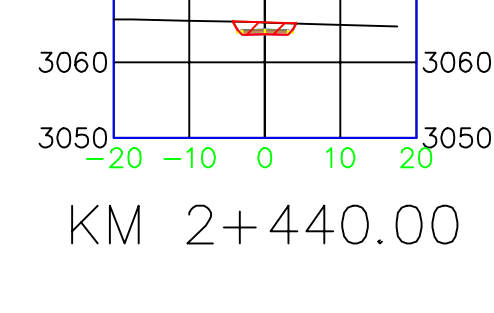
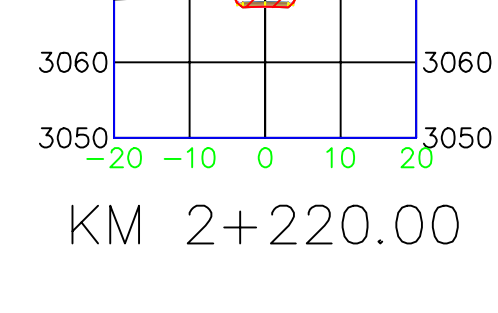
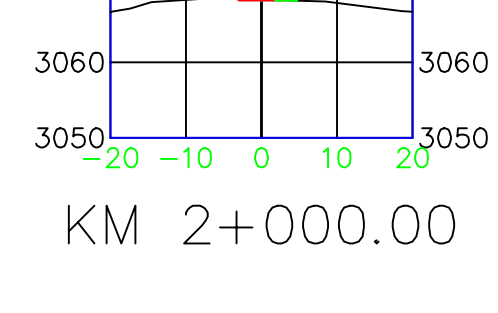
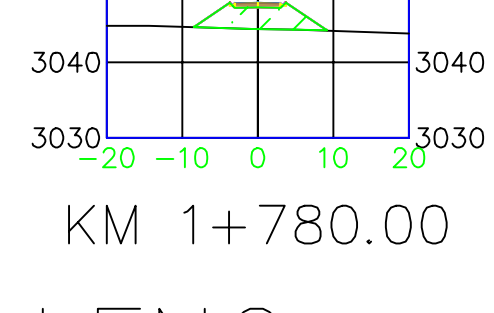
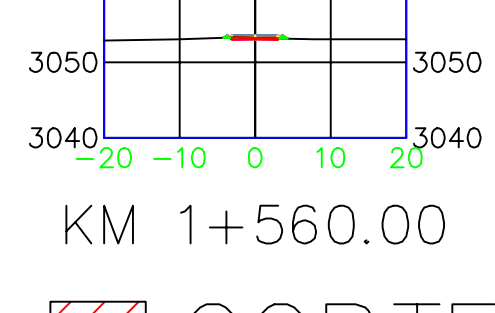
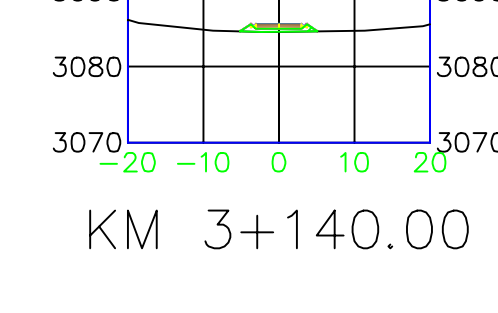
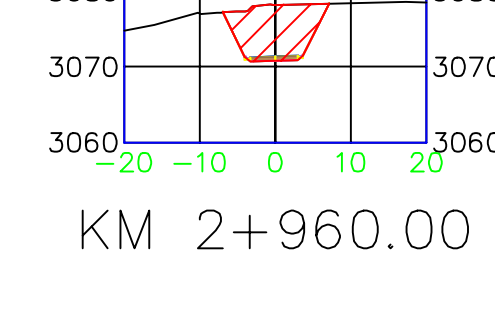
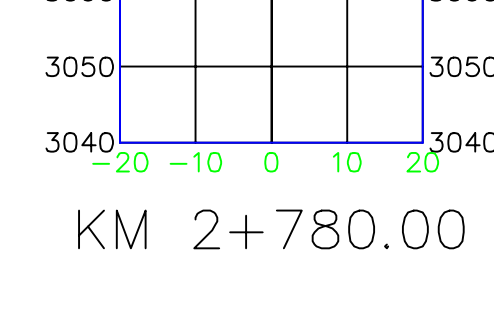
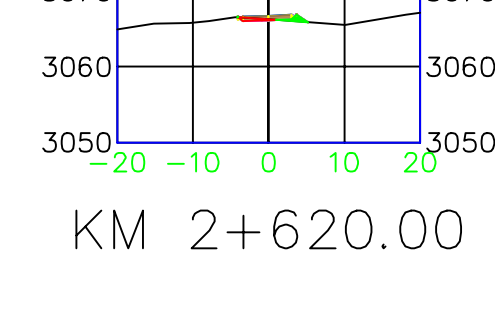
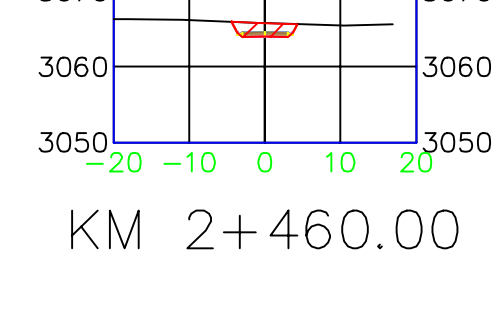
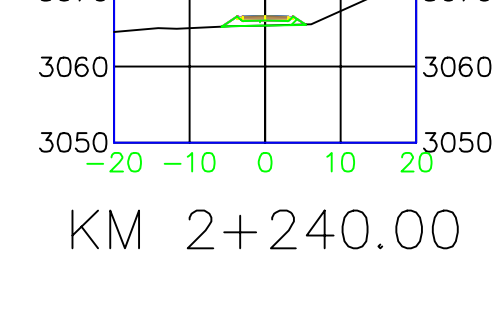
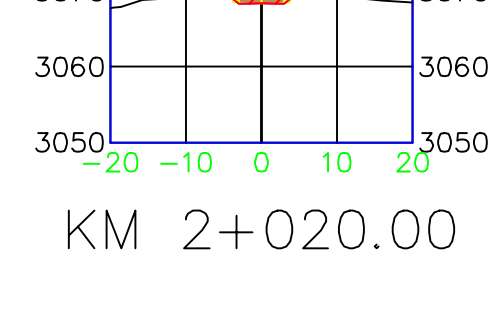
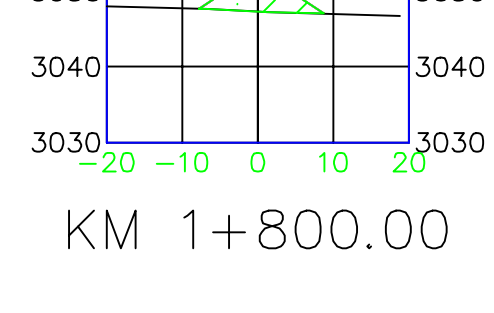
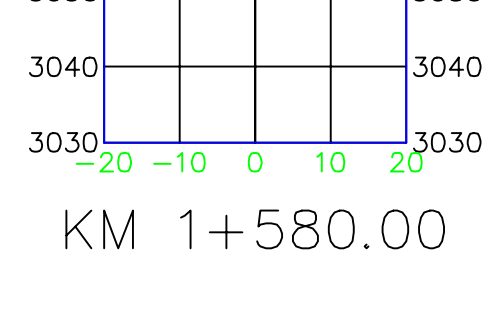
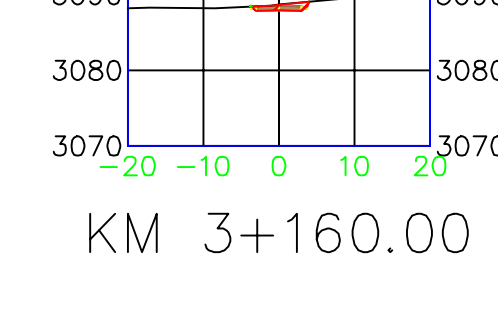
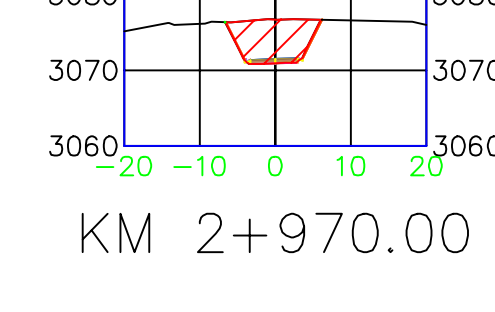
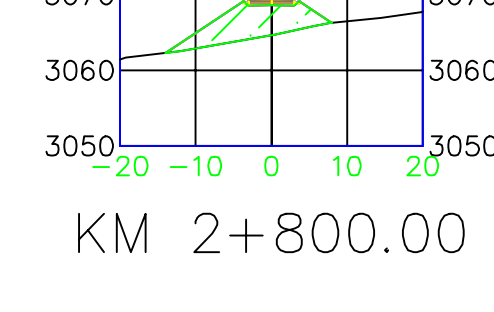
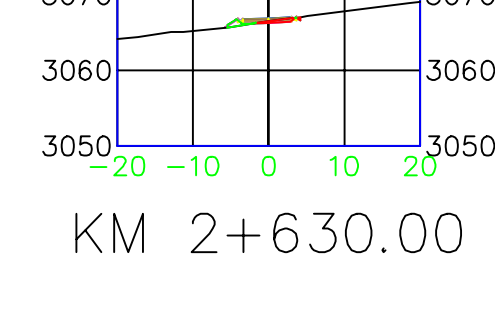
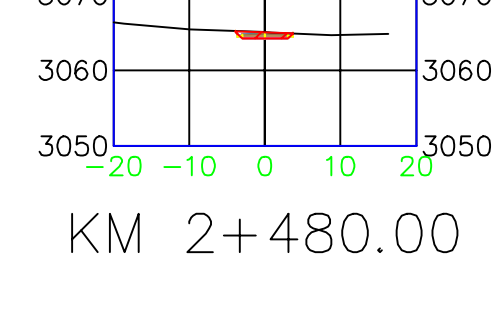
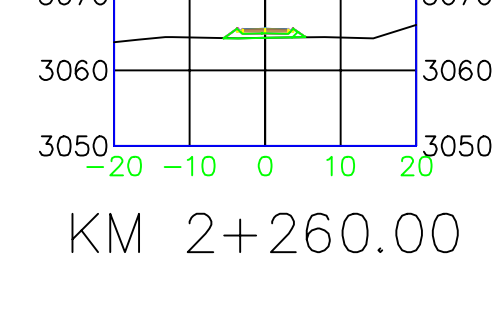
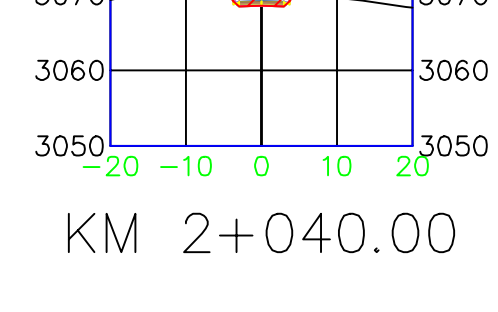
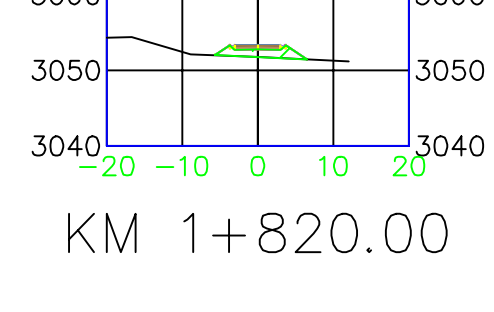
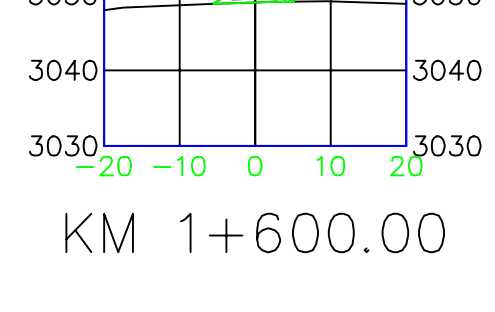
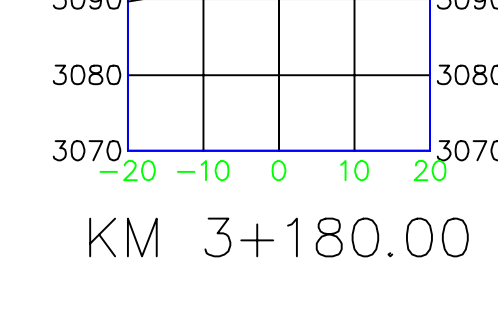
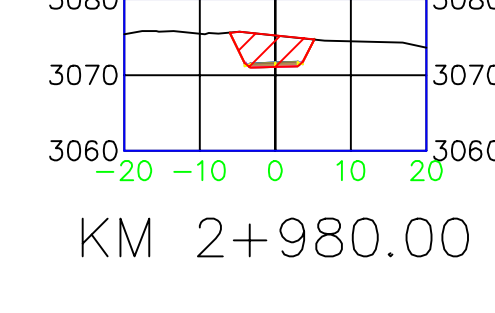
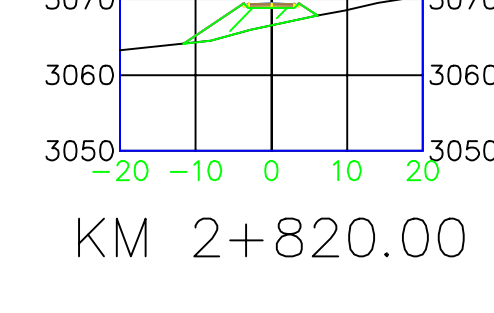
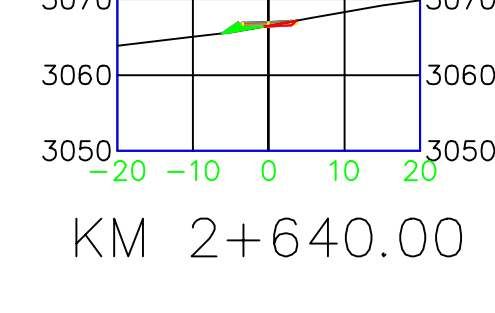
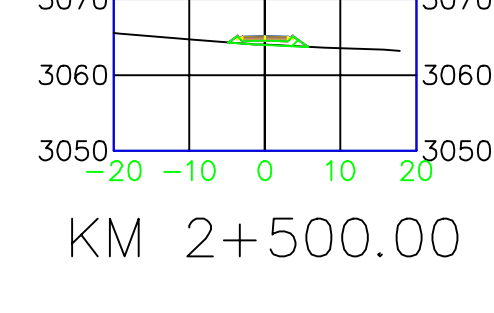
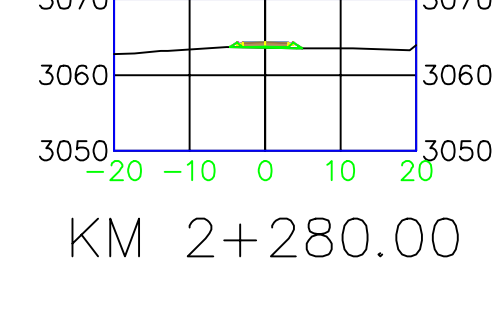
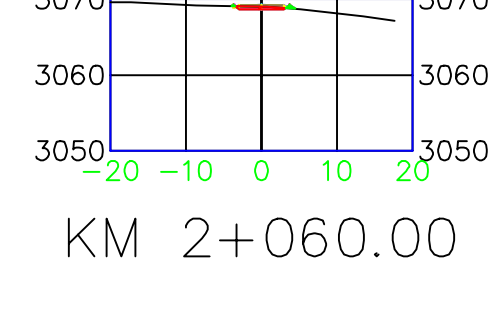
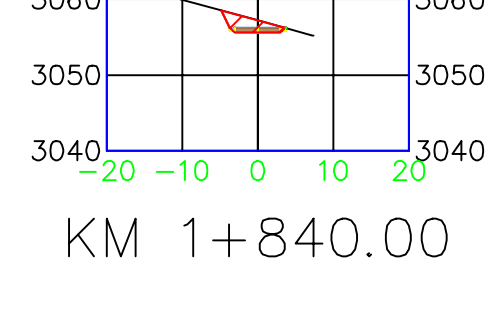
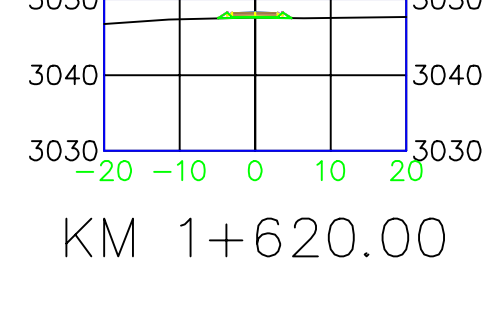
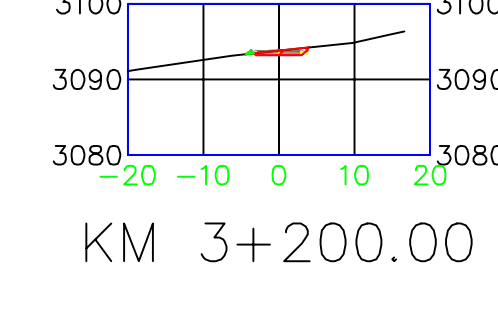
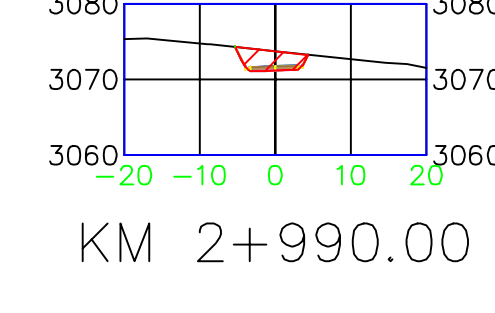
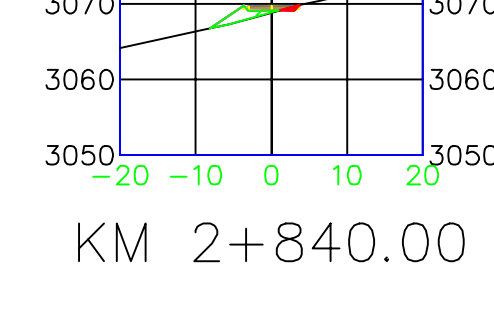
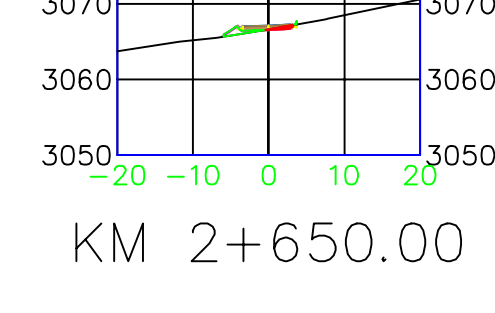
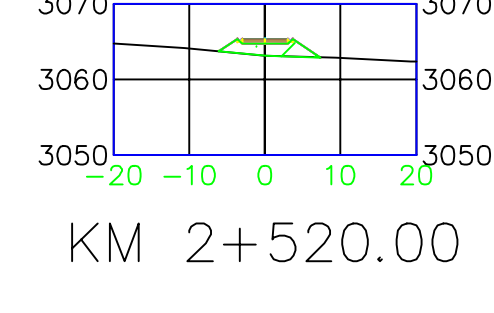
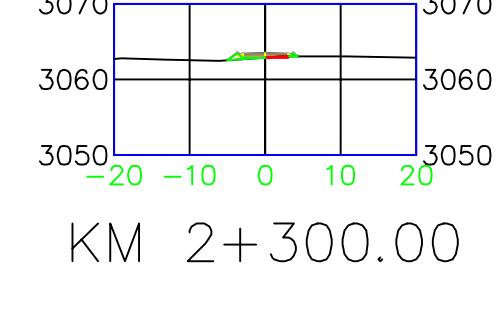
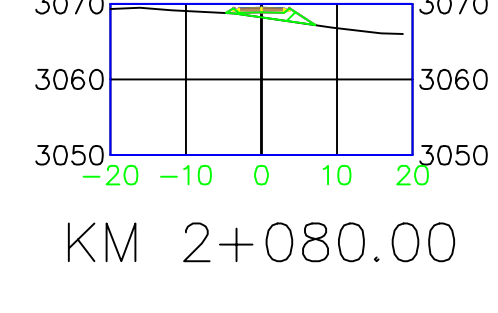
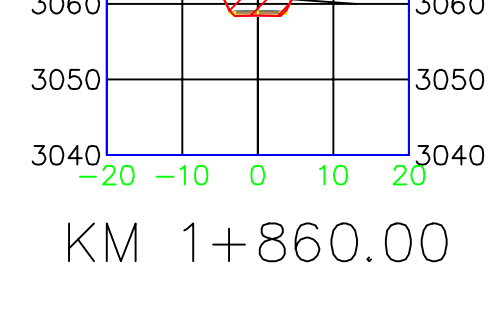
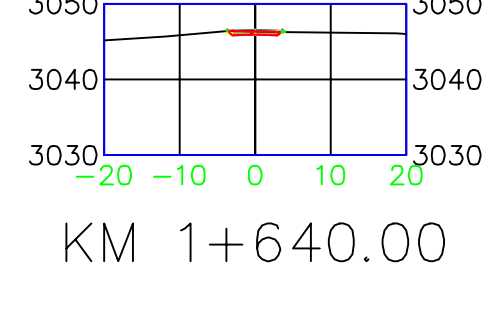
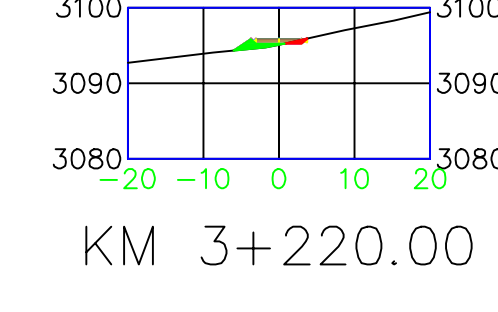
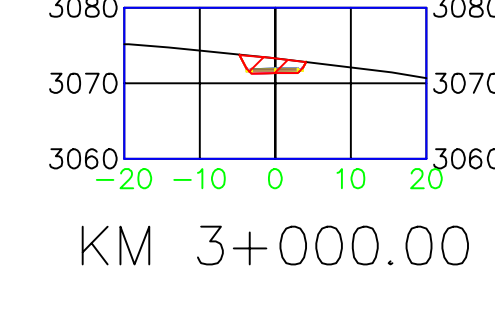
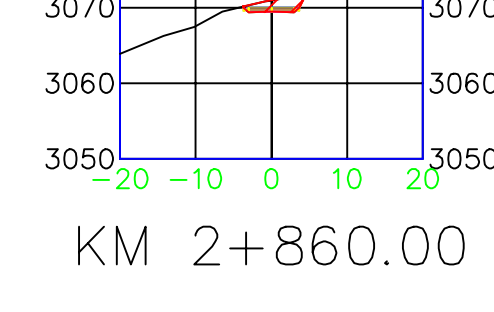
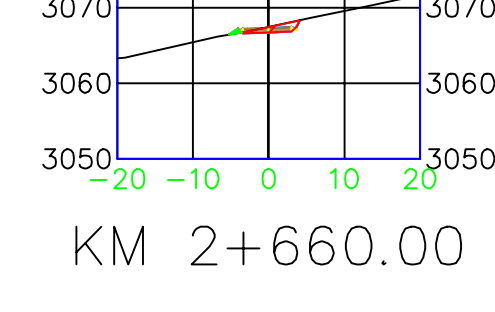
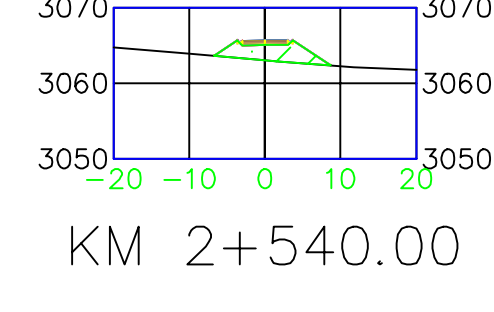
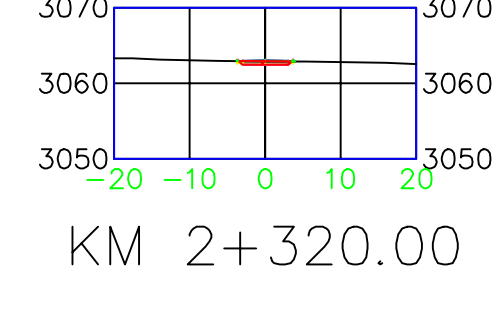
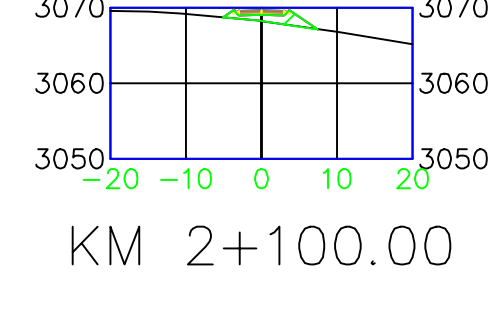
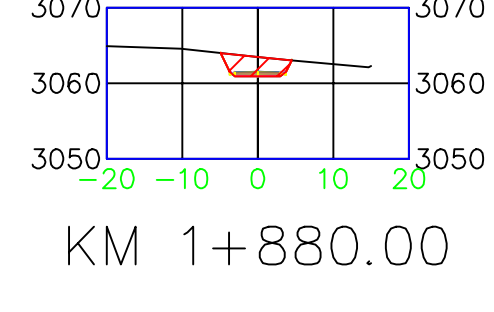
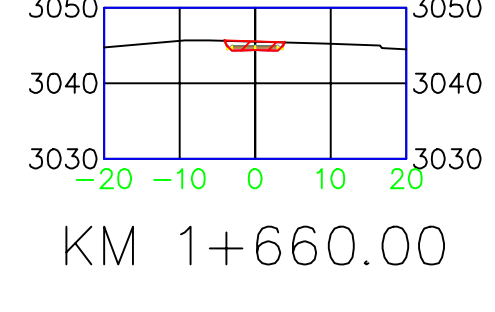
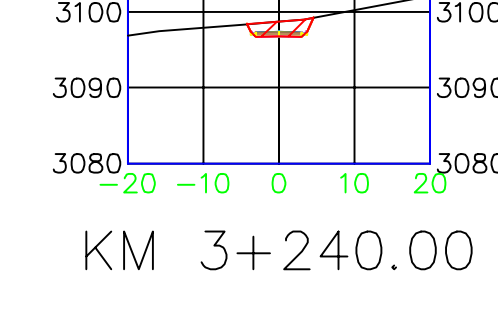
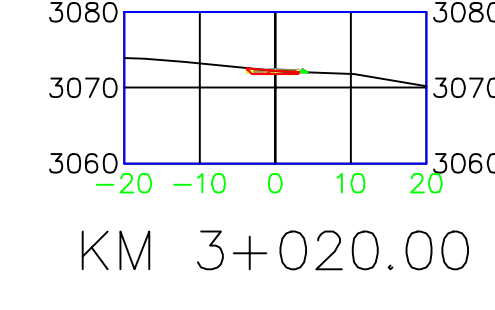
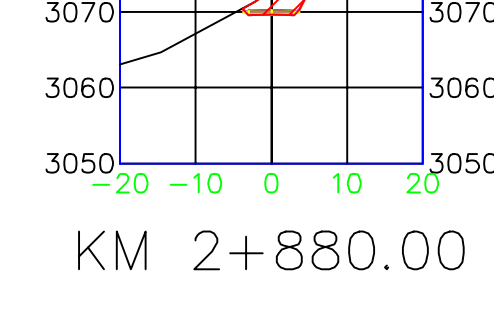
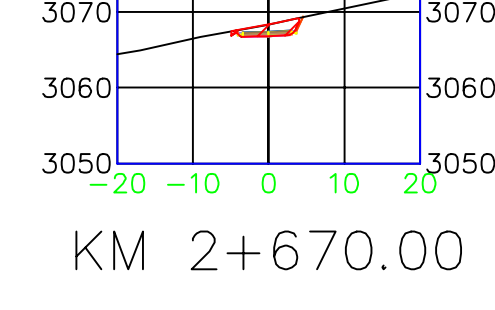
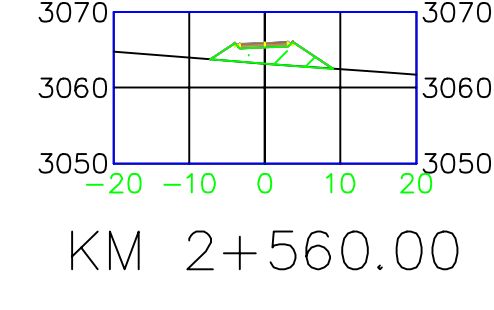
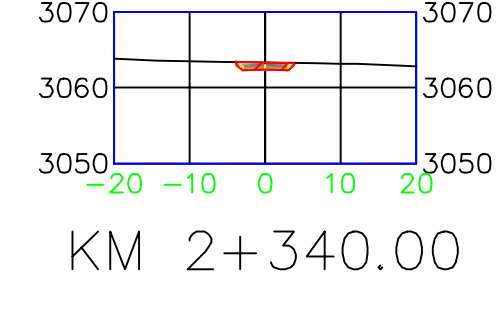
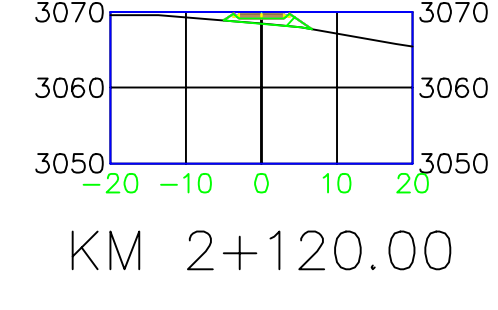
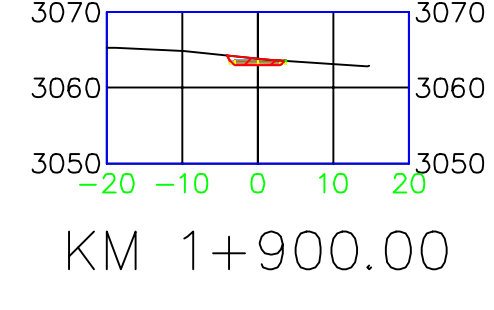
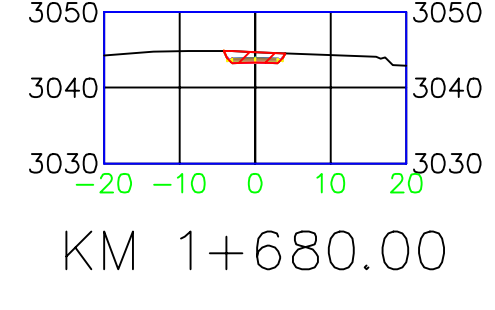
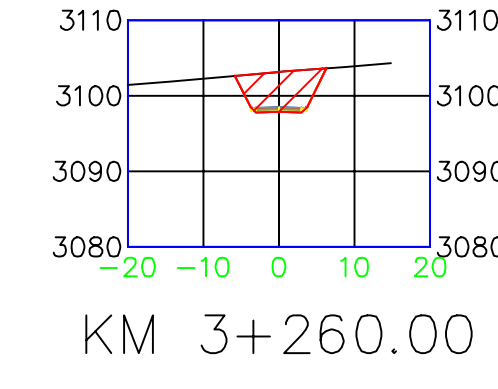
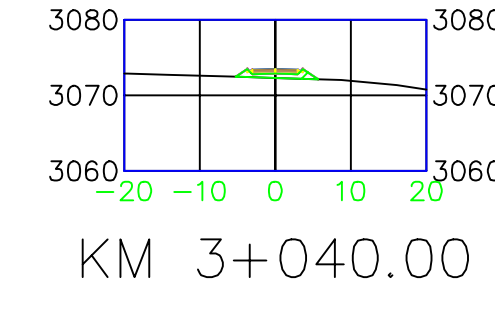
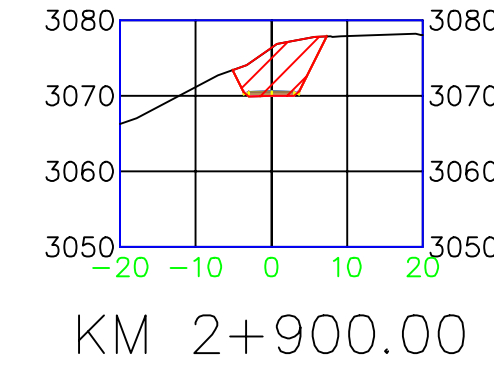
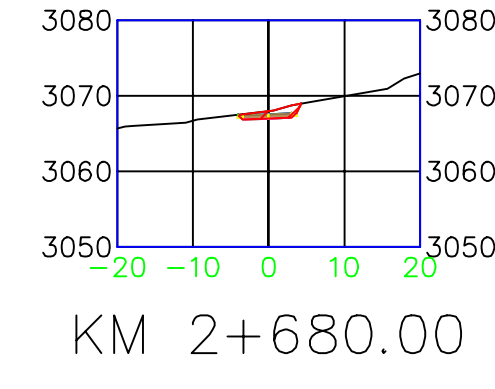
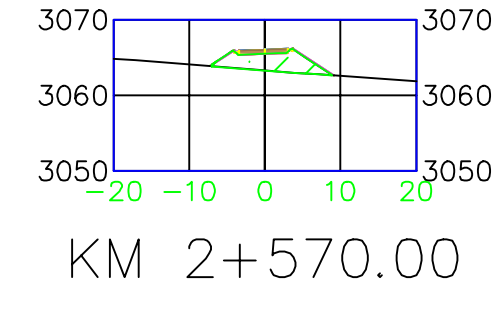
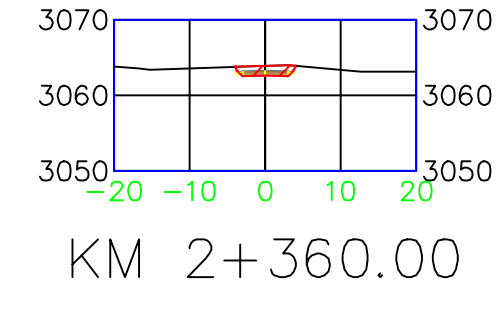
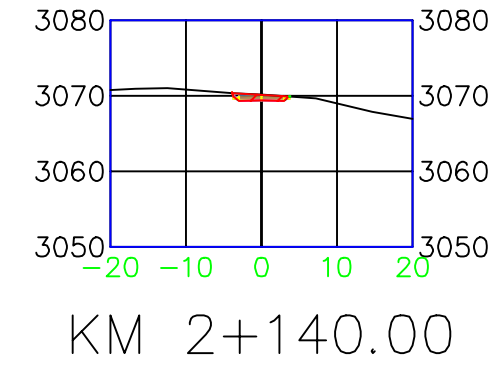
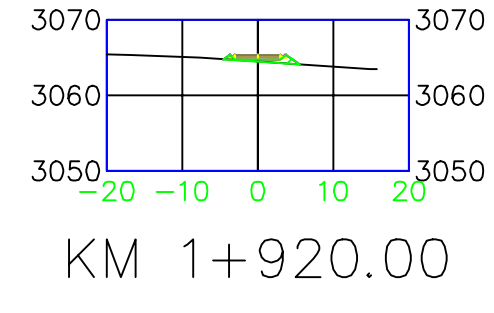
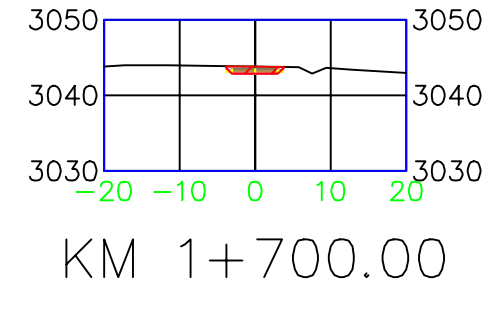
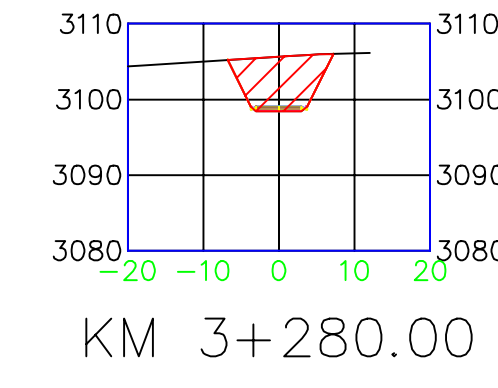
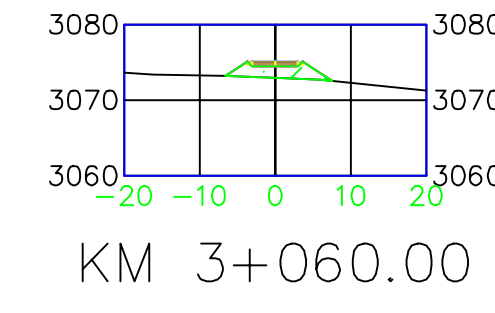
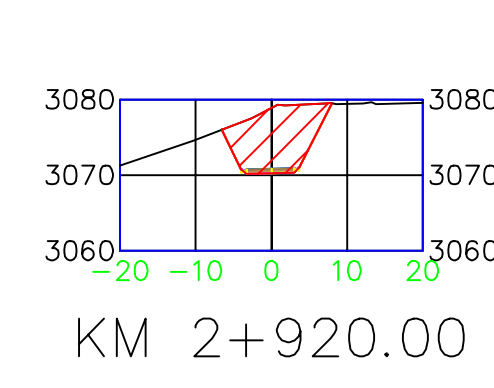
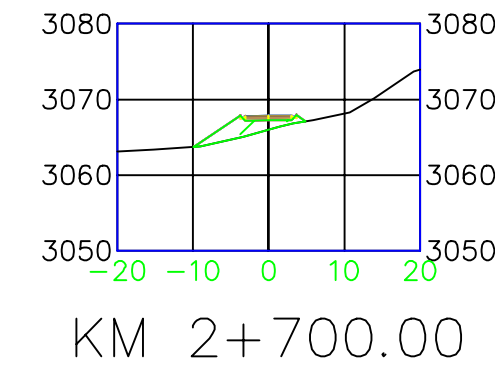
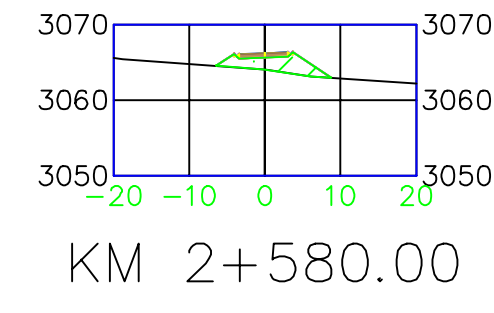
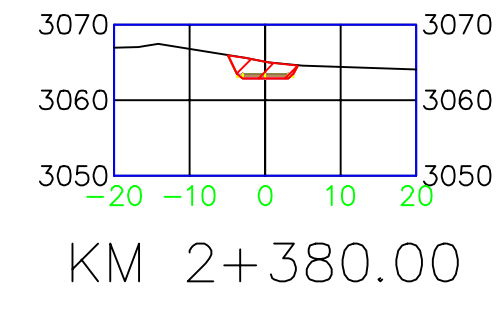
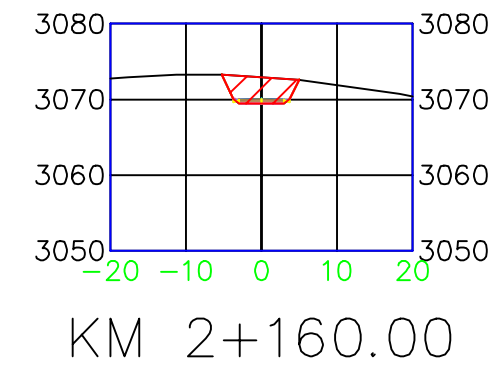
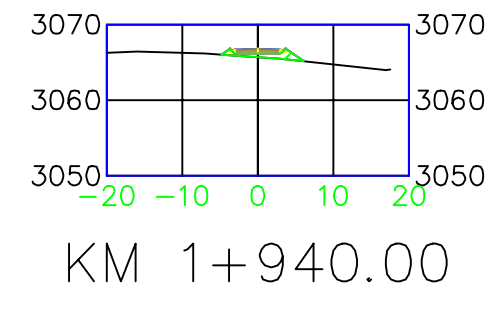
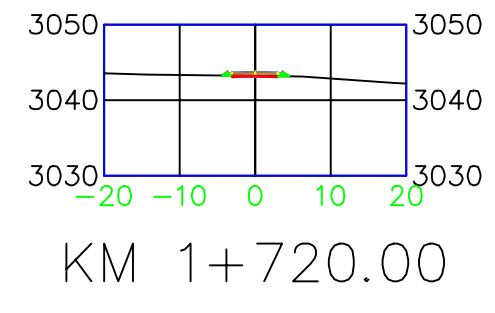
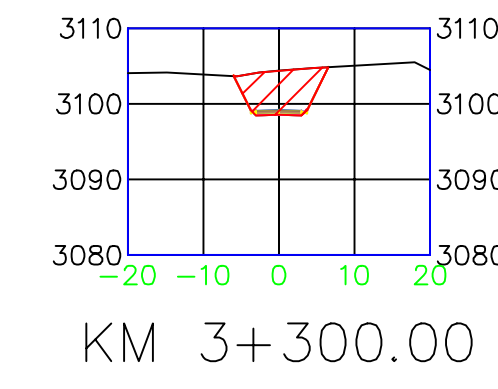
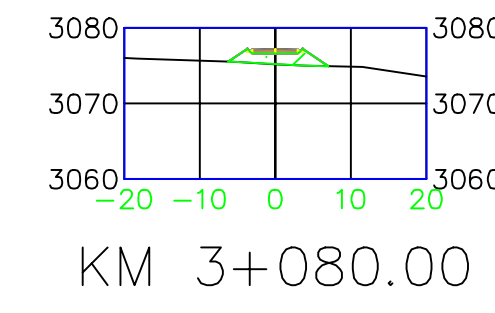
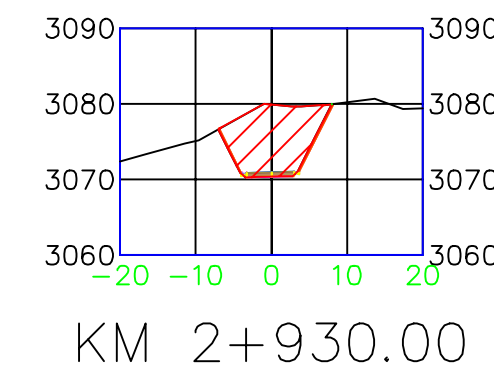
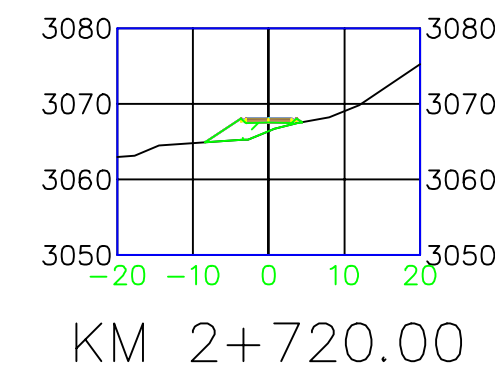
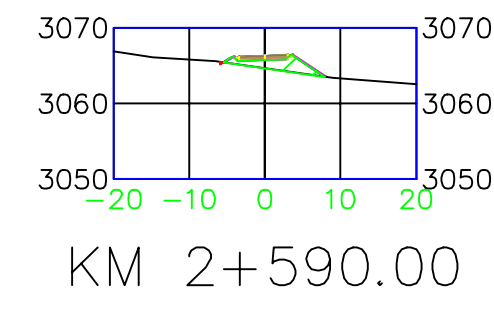
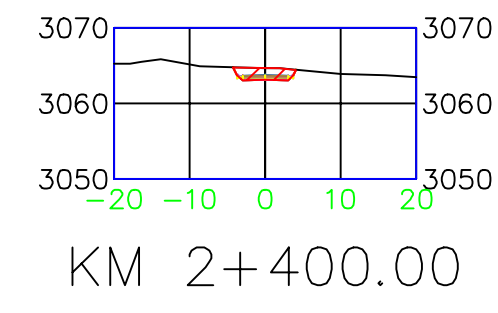
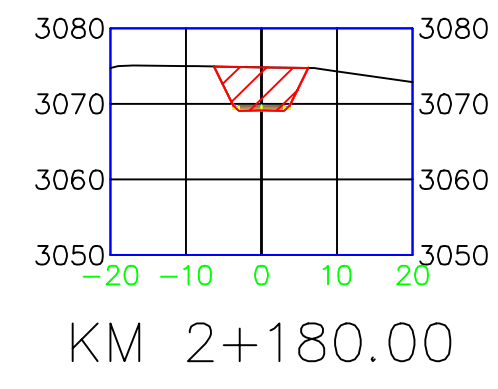
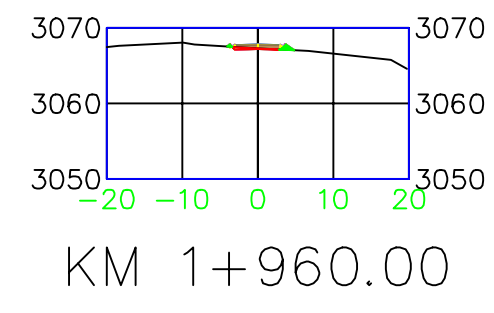
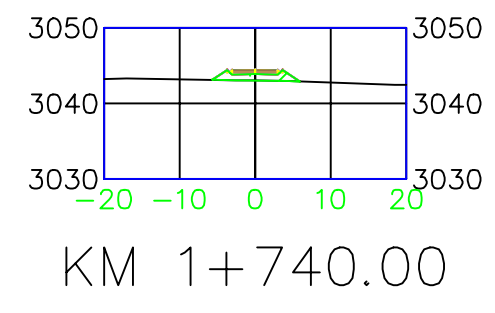
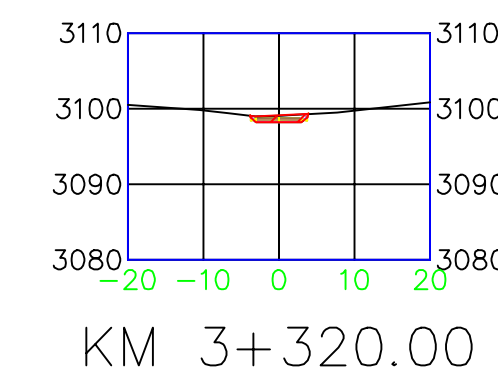
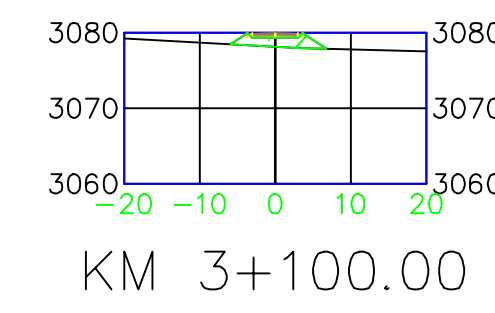
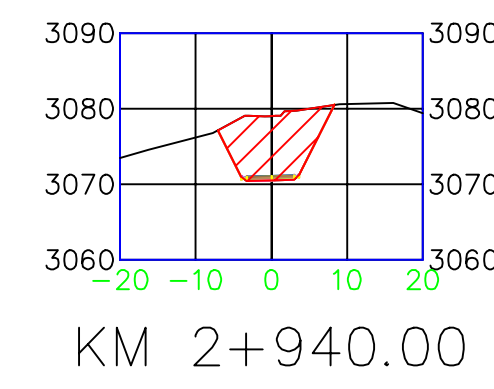
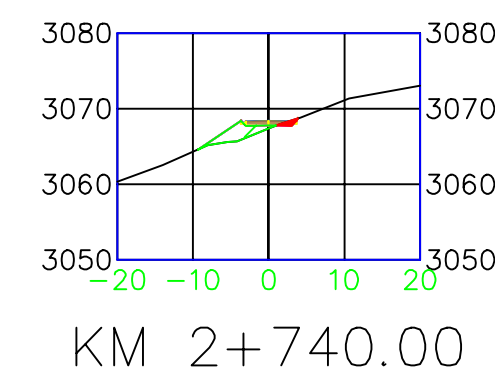
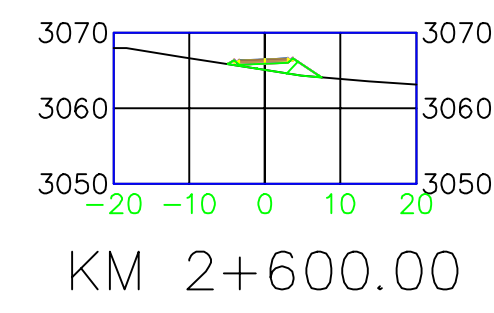
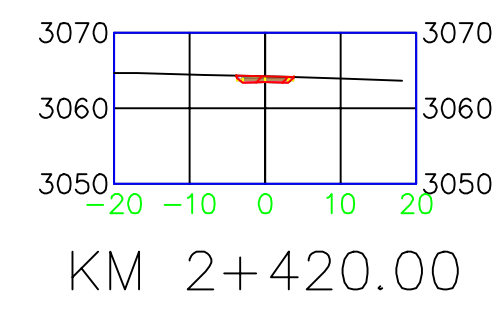
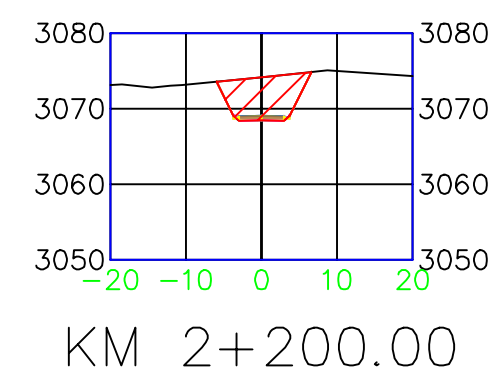
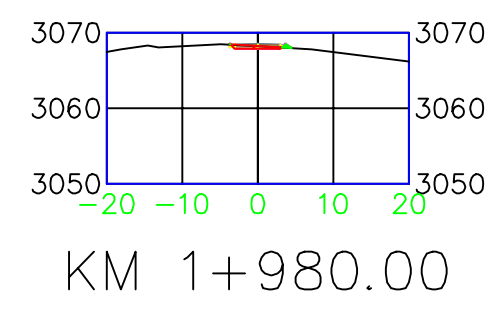
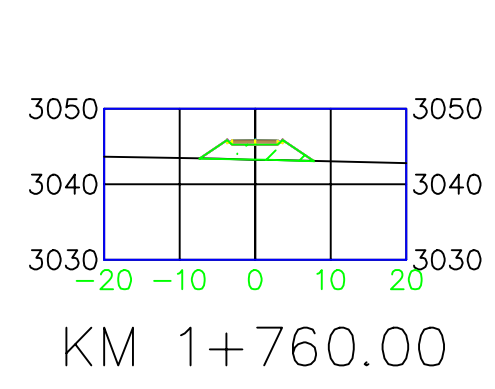
Notas

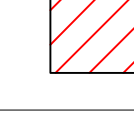
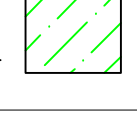
UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
NOMBRE: EDWIN FERNANDO BLANDEZ AREVALO
TRABAJO DE GRADO

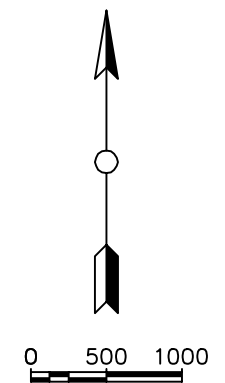
TEMA:
TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA VOLADORIA L=3059m
PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO GEOMÉTRICO
FECHA:
10/02/2014
ESCALA:
1:1000

LÁMINA #
8/12



 CORTE  RELLENO



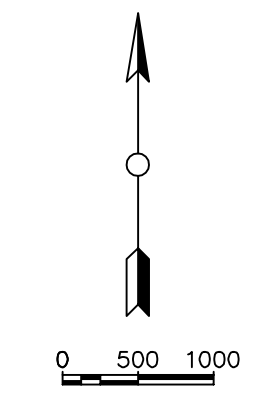
Notas

UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
NOMBRE: EDWIN FERNANDO BLANDIN AREVALO
TRABAJO DE GRADO

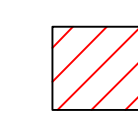
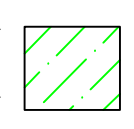
TEMA:
TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA VOLACORA L=3959m
PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES

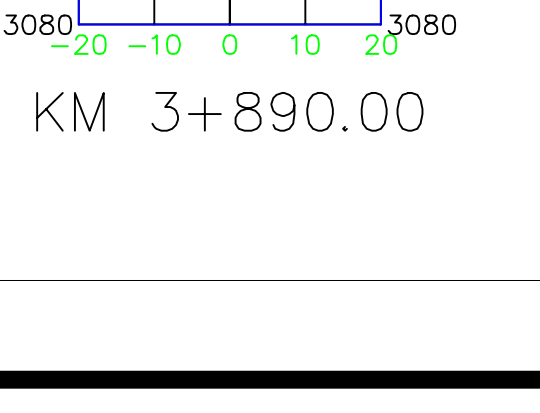
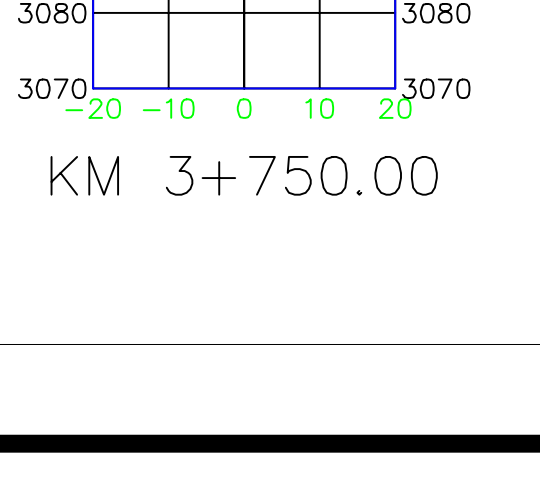
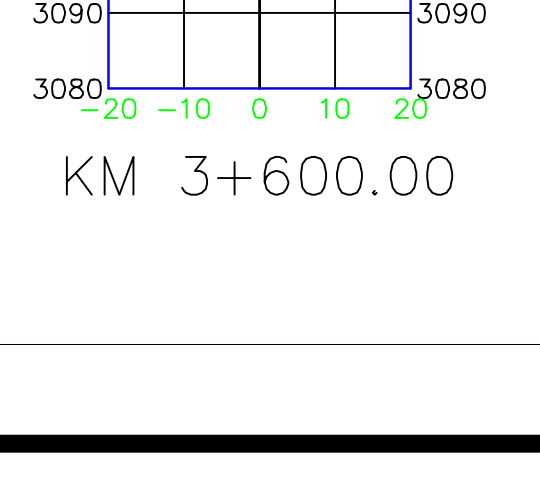
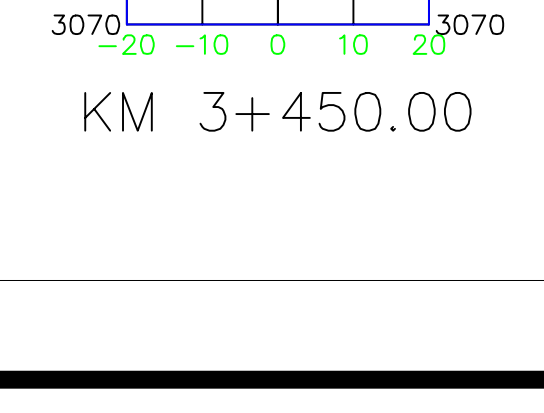
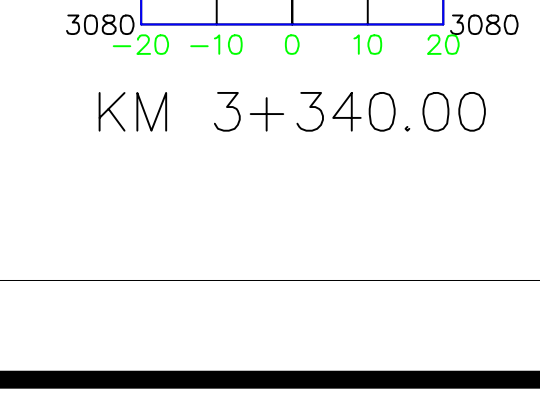
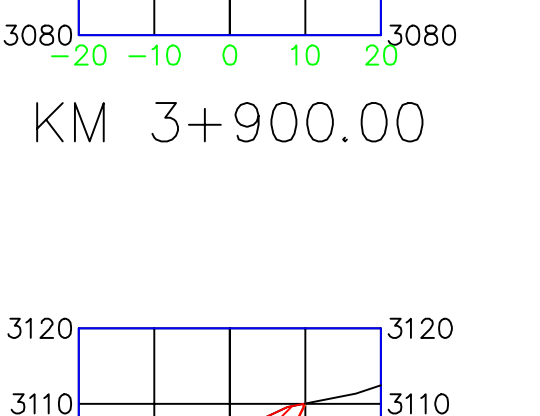
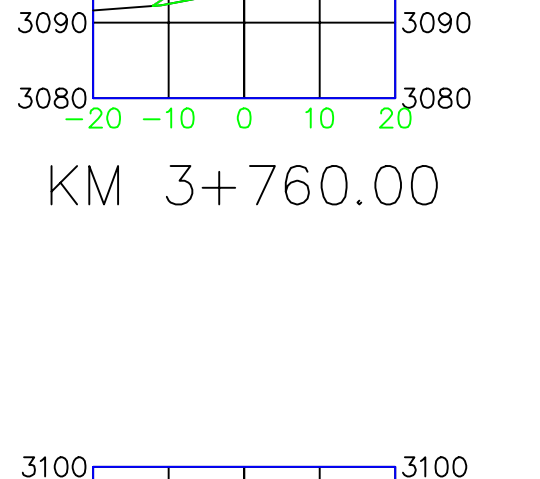
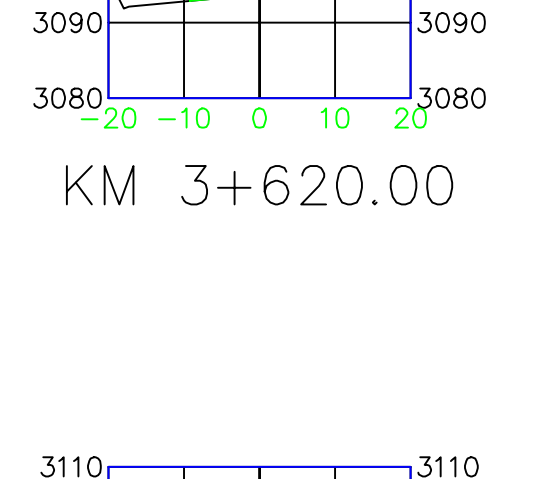
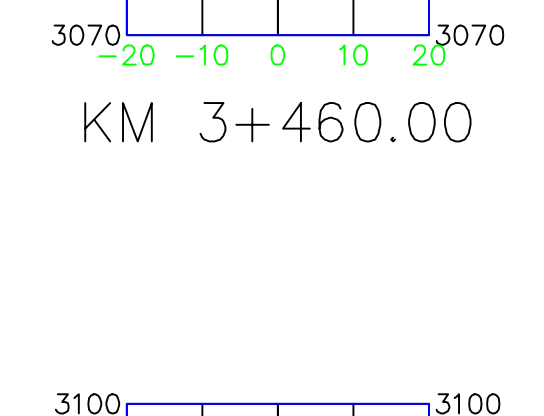
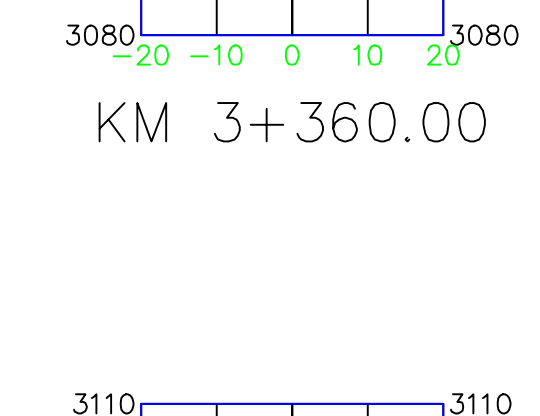
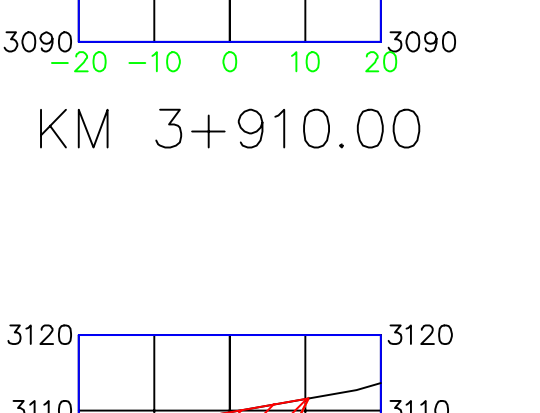
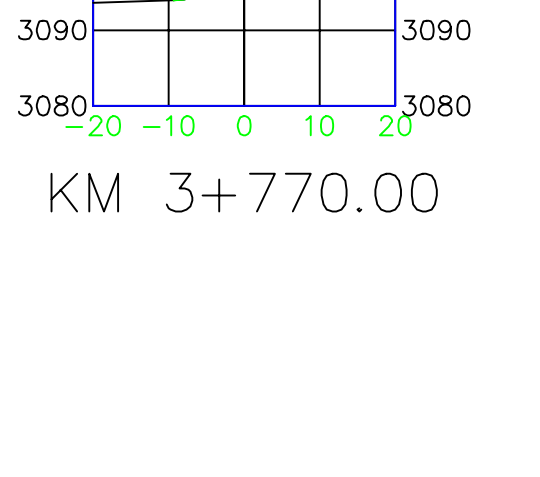
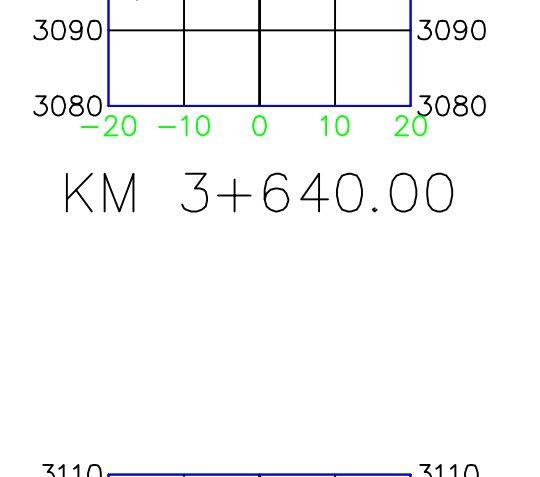
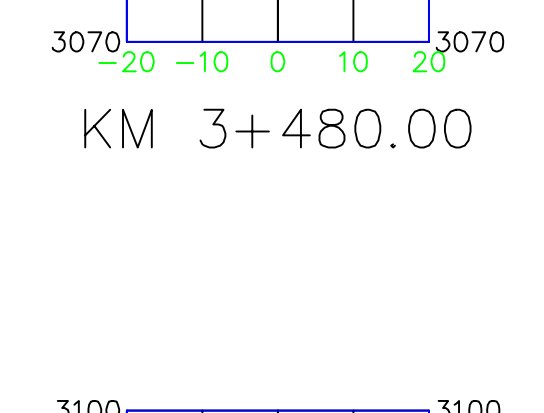
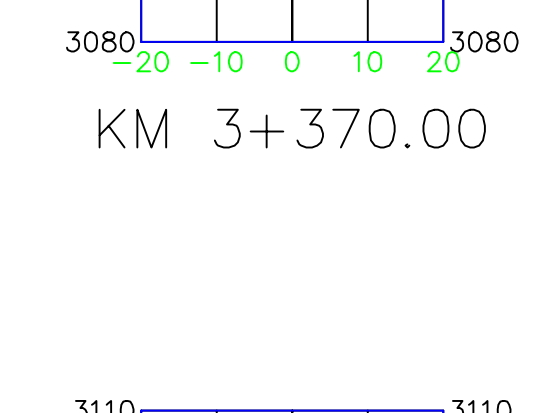
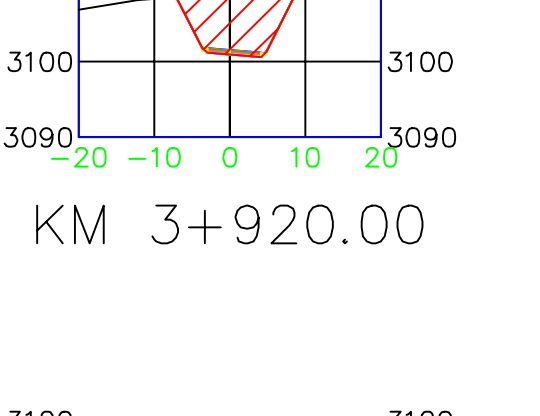
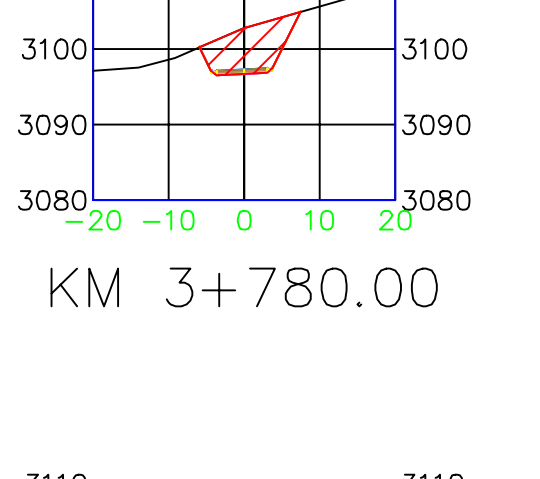
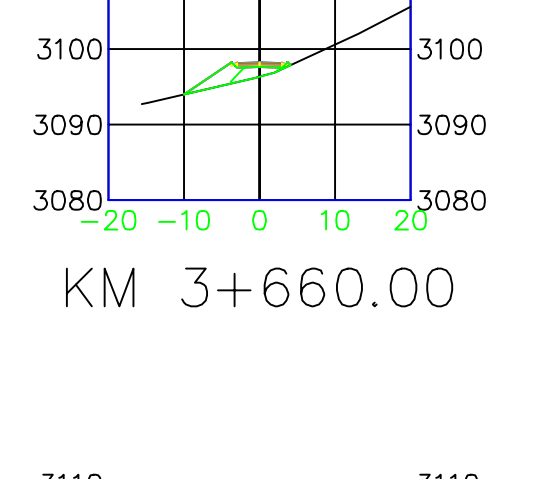
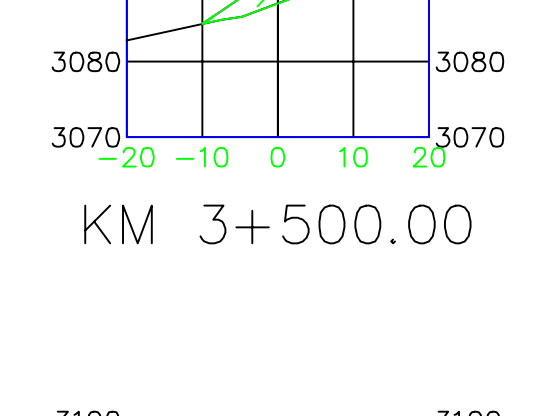
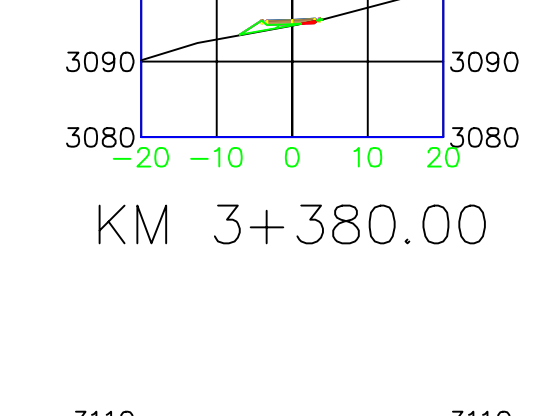
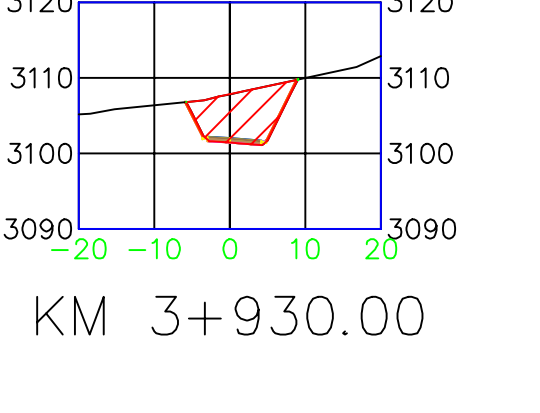
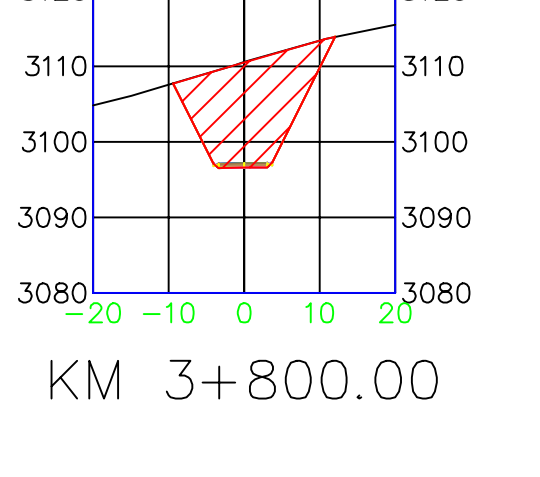
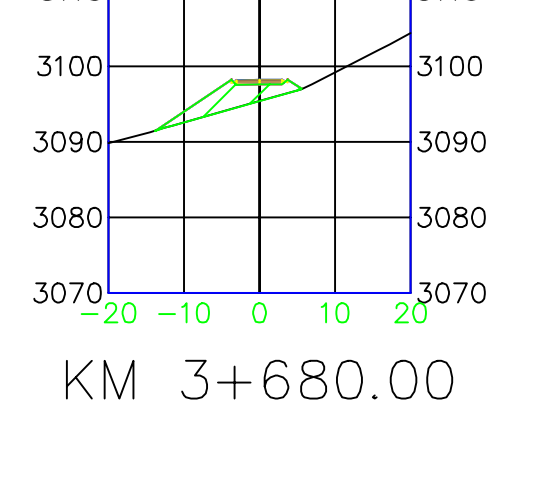
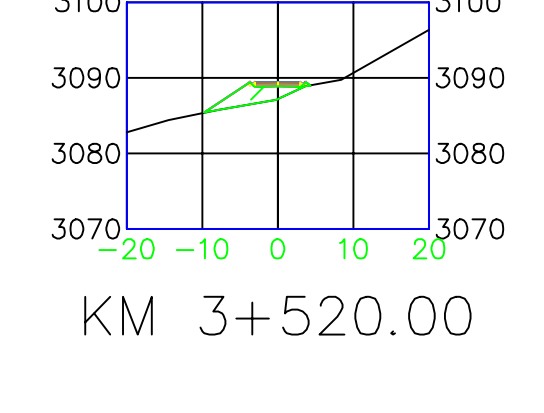
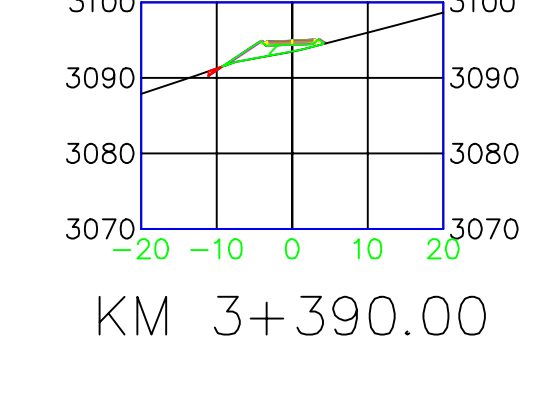
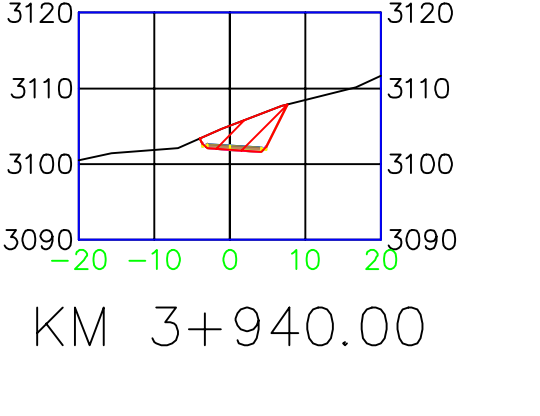
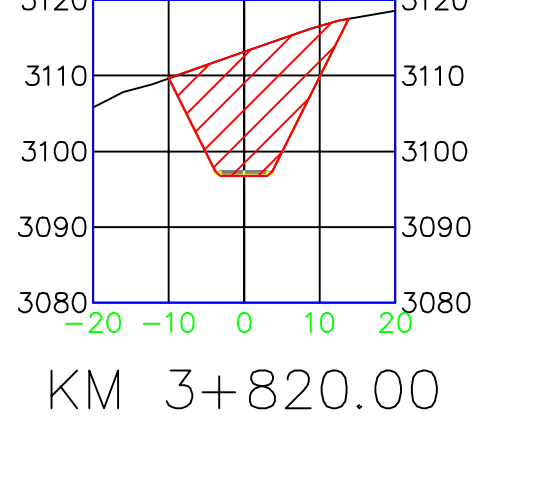
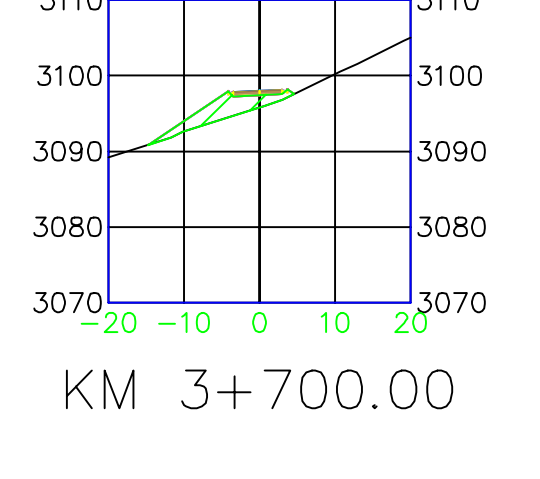
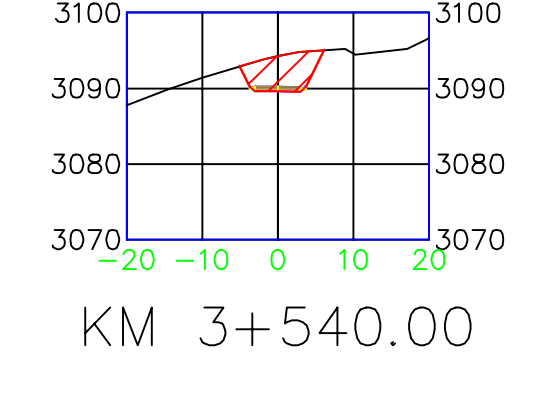
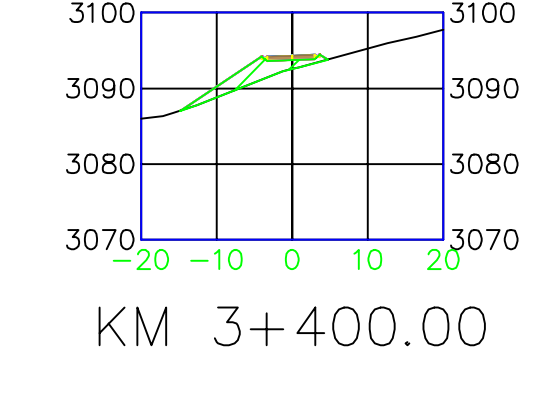
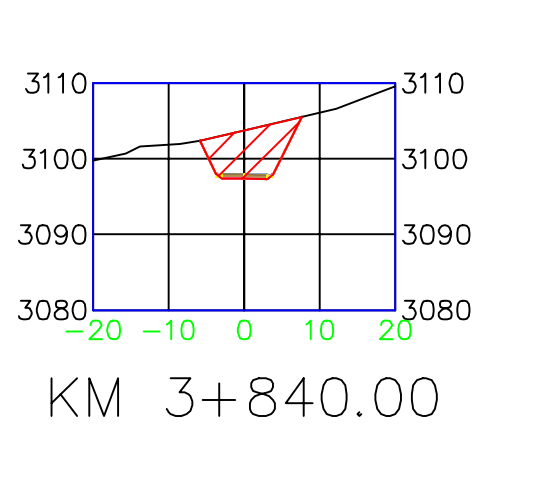
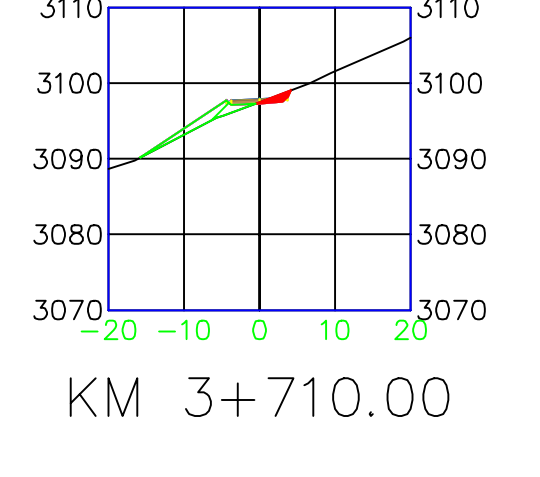
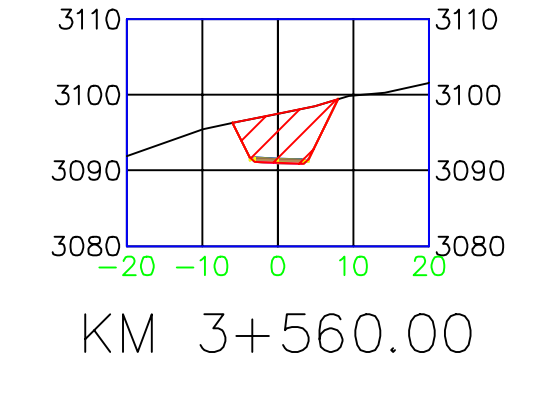
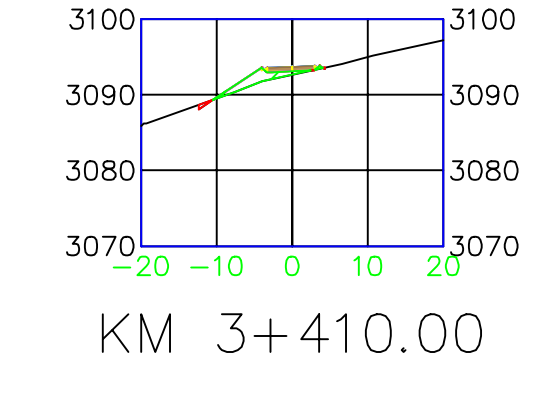
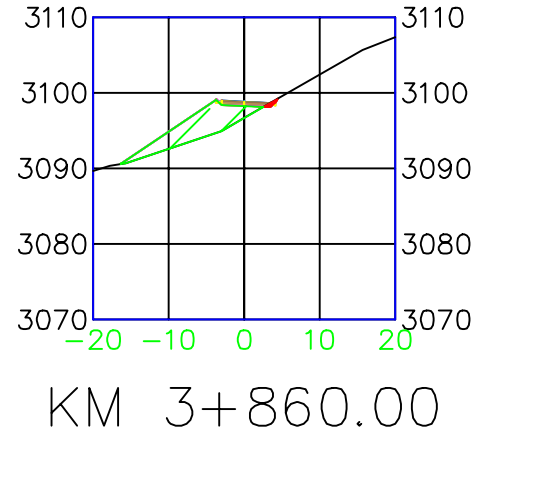
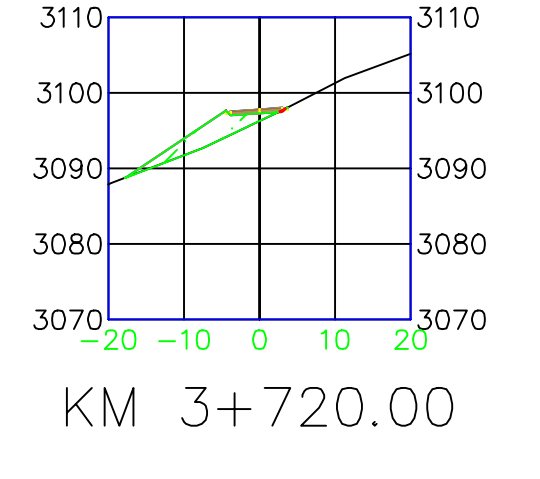
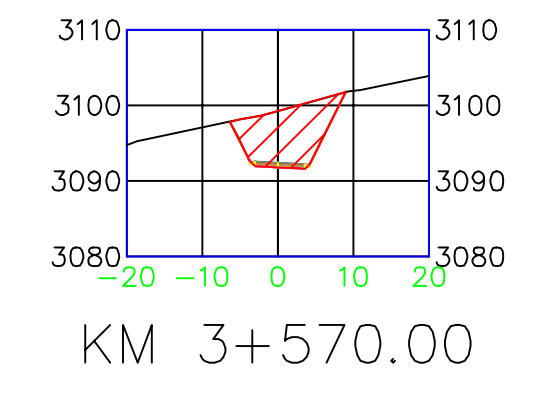
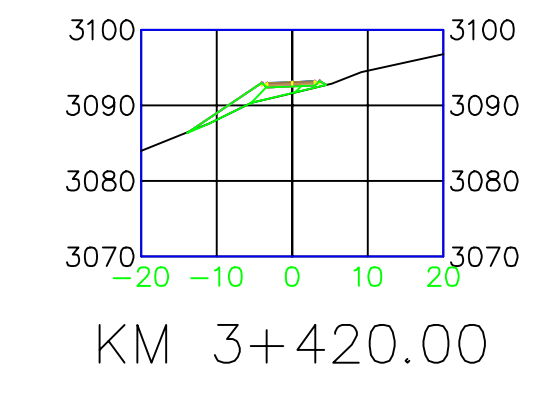
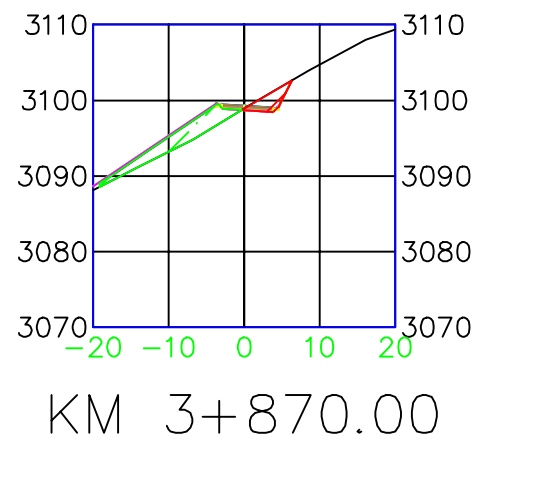
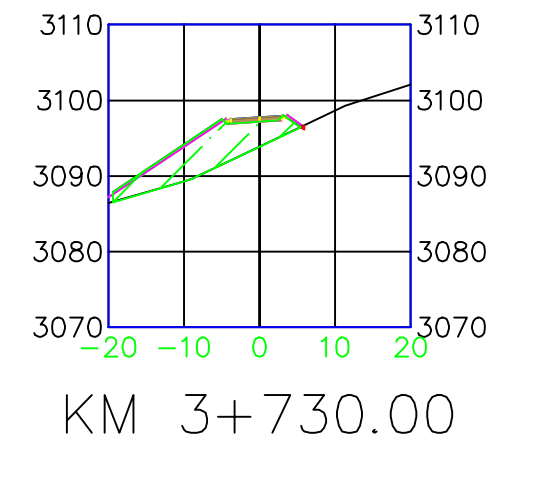
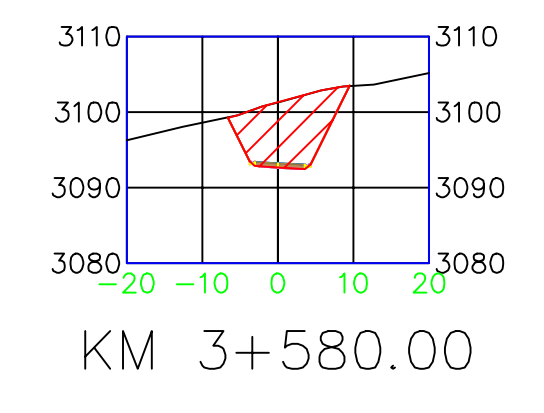
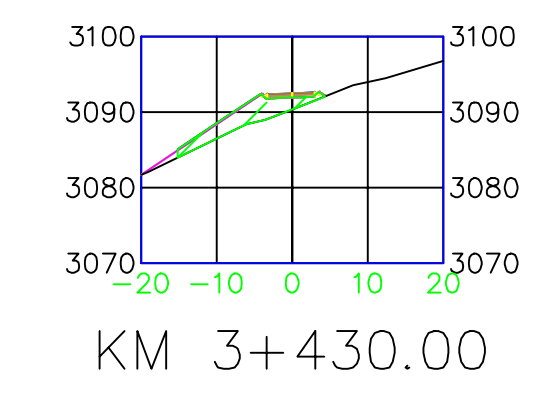
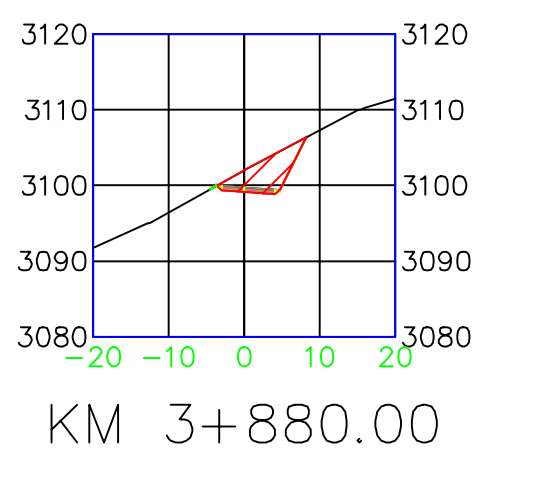
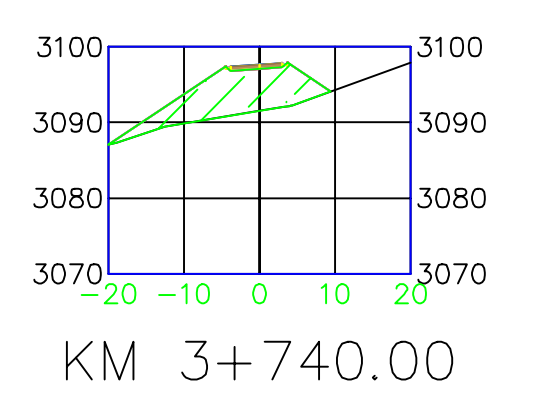
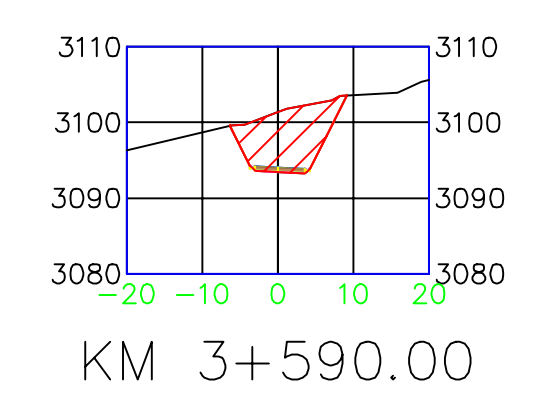
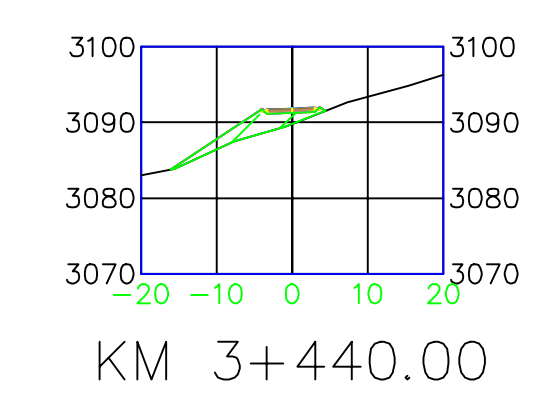
DISEÑO GEOMÉTRICO
10/02/2014
1:1000

Lámina: F:
9/12



Notas

 CORTE  RELLENO

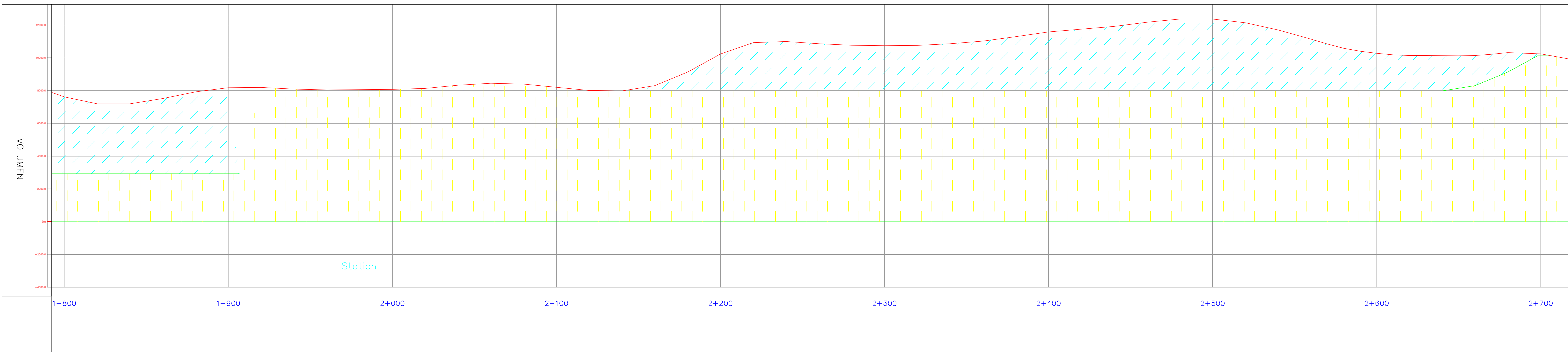
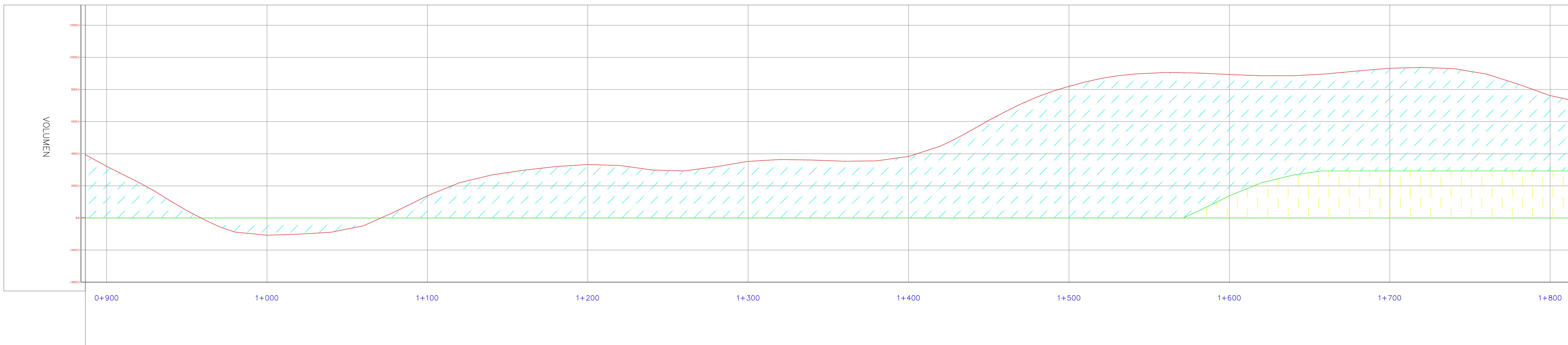
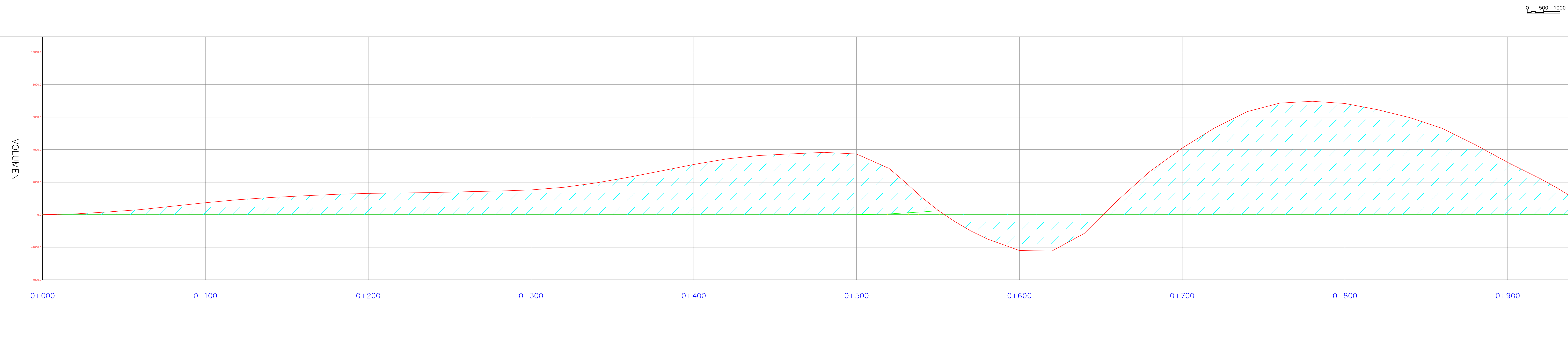


UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
NOMBRE: EDWIN FERNANDO BLANDIN AREVALO
TRABAJO DE GRADO

TEMA:
TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA VOLACORA L=3650m
PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO GEOMÉTRICO
10/02/2014
1:1000

LÁMINA #:
10/12



■ TRANSPORTE GRATUITO
■ TRANSPORTE PAGADO

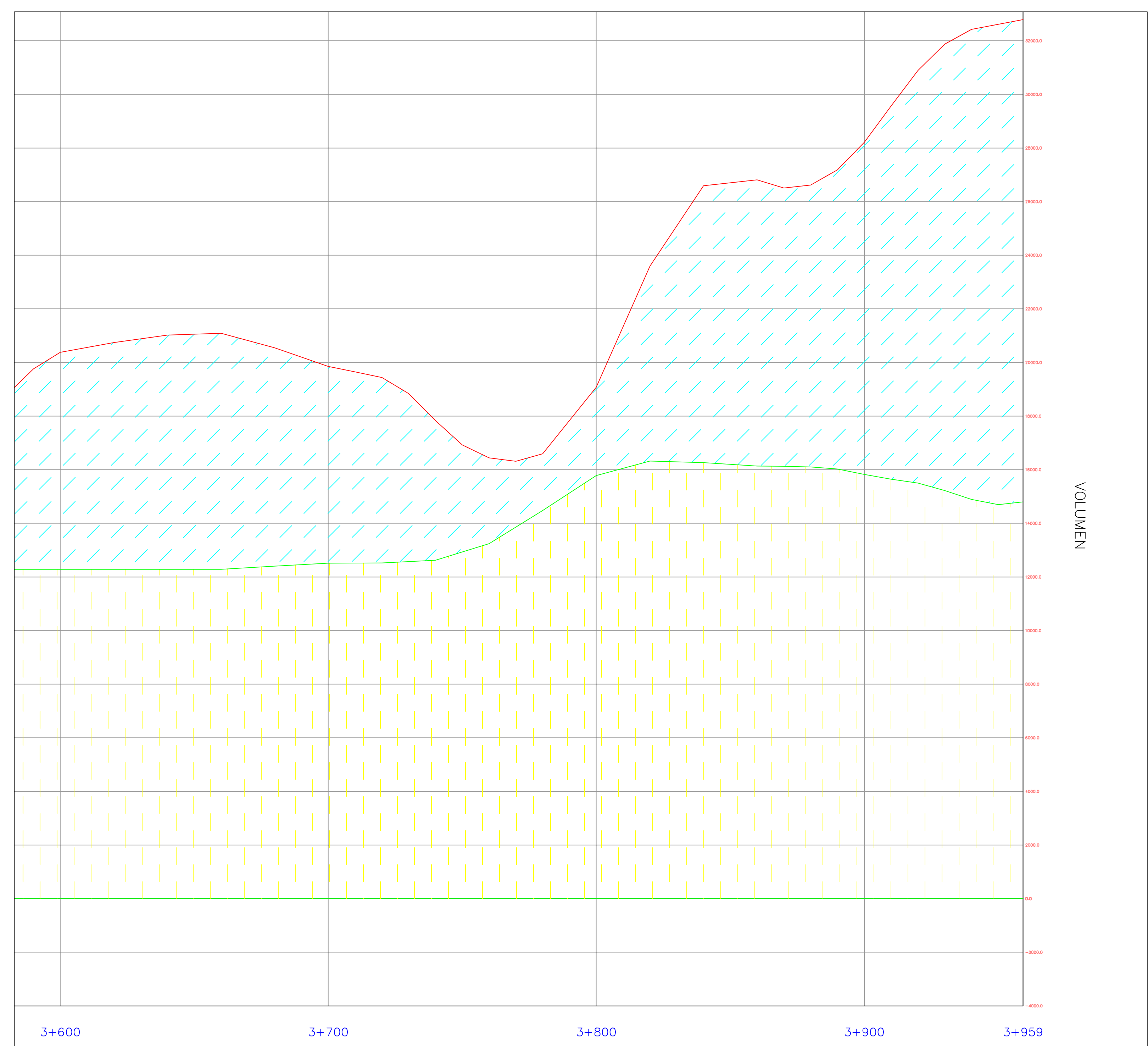
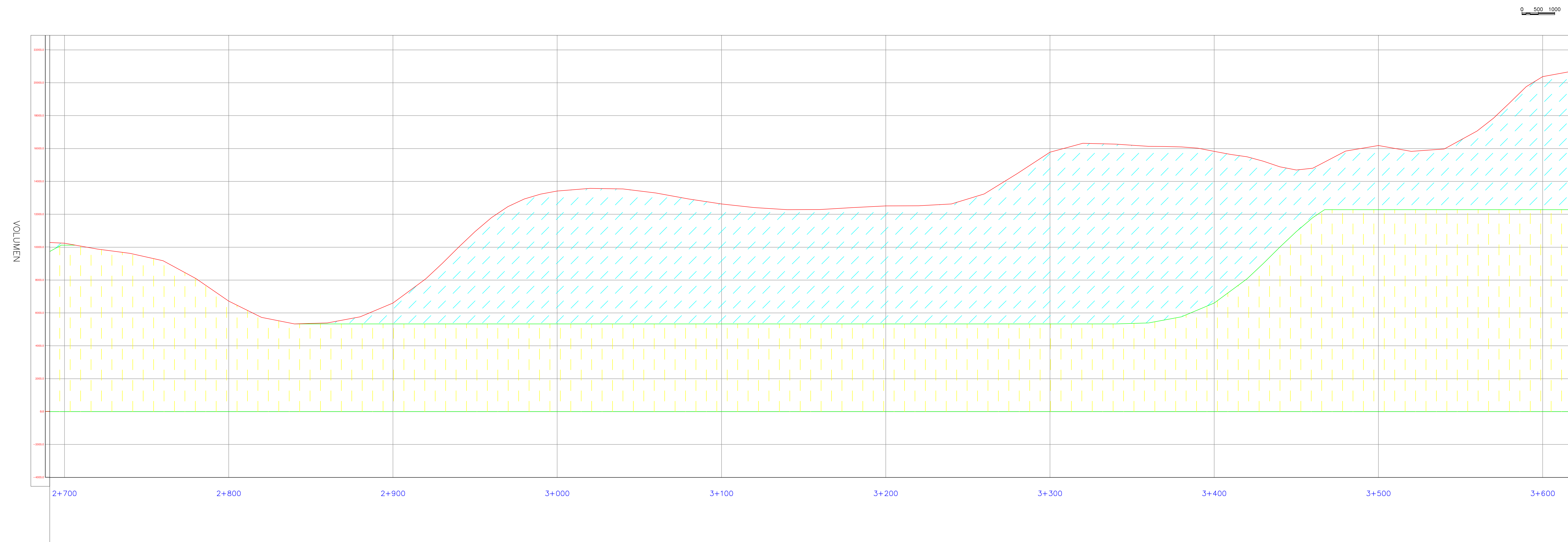
Deformación vertical: 1:100

Notas

UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
NOMBRE: EDWIN FERNANDO BLANCO AREVALO
TRABAJO DE GRADO

TEMA:
TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA VOLADORA L=3950m
PLANO:
DIAGRAMA DE MASAS

DISEÑO GEOMÉTRICO
FECHA:
10/02/2014
1:1000
LÁMINA #:
11/12



■ TRANSPORTE GRATUITO
■ TRANSPORTE PAGADO

Deformación vertical: 1:100

Notas

UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
NOMBRE: EDWIN FERNANDO BLANCO AREVALO
TRABAJO DE GRADO

TEMA:
TRAMO DE LA CARRETERA BELÉN - LA VOLADORIA L=3959m
PLANO:
DIAGRAMA DE MASAS

DISEÑO GEOMÉTRICO

FECHA:
10/02/2014

1:1000

LÁMINA #:

12/12