



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**DISEÑO GEOMÉTRICO A PARTIR DE UNA BASE DE DATOS  
DE PUNTOS COGO DEL TRAMO EMPALME EL GIGANTE - EL  
MURCIÉLAGO, DEPARTAMENTO DE RIVAS, APLICANDO EL  
SOFTWARE CIVIL 3D EN EL AÑO 2016.**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Marcela del Socorro Centeno Almendares.  
Br. Ariel Antonio Treminio Delgadillo.

**Tutor**

Ing. Aldo José Zamora Iacayo.

Managua, Abril 2017







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

**DEC.FTC.REF No. 074**  
Managua, 22 Julio del 2016.

Bachilleres  
**MARCELA DEL SOCORRO CENTENO ALMENDARES**  
**ARIEL ANTONIO TREMINIO DELGADILLO**  
Presente

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado "**DISEÑO GEOMÉTRICO A PARTIR DE UNA BASE DE DATOS DE PUNTOS COGO DEL TRAMO, EMPALME EL GIGANTE - EL MURCIÉLAGO, DEPARTAMENTO DE RIVAS, APLICANDO EL SOFTEARE CIVIL 3D EN EL AÑO 2016**", Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. Aldo José Zamora Lacayo**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **23 de Enero del 2017**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,



**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano

CC: Tutor  
Archivo-Consecutivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

**DEC.FTC.REF No. 005**  
Managua, 19 Enero del 2017.

Bachilleres  
**MARCELA DEL SOCORRO CENTENO ALMENDARES**  
**ARIEL ANTONIO TREMINIO DELGADILLO**  
Presentes

Estimados Bachilleres:

En atención a su carta de solicitud de **PRORROGA (DE 2 MESES)**, para efectuar la pre-defensa de su trabajo De **Monografía** titulado **“DISEÑO GEOMÉTRICO A PARTIR DE UNA BASE DE DATOS DE PUNTOS COGO DEL TRAMO, EMPALME EL GIGANTE – EL MURCIÉLAGO, DEPARTAMENTO DE RIVAS, APLICANDO EL SOFTWARE CIVIL 3 D EN EL AÑO 2016”**. Esta Decanatura aprueba la misma considerando los problemas planteados en su comunicación.

Deberá presentar concluido su documento debidamente revisado por el tutor guía el **20 Marzo del 2017**. Para la programación de su fecha de defensa.

Esperando de ustedes puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.

Atentamente,

  
**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano

CC: Tutor  
Archivo-Consecutivo





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DEPARTAMENTO DE VIAS DE TRANSPORTE

Managua 17 de Febrero de 2017.

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba  
Decano FTC  
Su Despacho

Estimado Decano:

Por medio de la presente me dirijo a usted para comunicarle que en calidad de tutor de los bachilleres **MARCELA DEL SOCORRO CENTENO ALMENDARES** y **ARIEL ANTONIO TREMINIO DELGADILLO**, para la elaboración del trabajo monográfico titulado: “ **DISEÑO GEOMETRICO A PARTIR DE UNA BASE DE DATOS DE PUNTOS COGO DEL TRAMO EMPALME EL GIGANTE - EL MURCIÉLAGO, DEPARTAMENTO DE RIVAS, APLICANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D EN EL AÑO 2016** ”, como requisito para optar al título de Ingeniero Civil, he cumplido con el cometido que me asignó esta decanatura.

Habiendo revisado cuidadosamente el documento final considero que el trabajo cumple satisfactoriamente con los objetivos planteados y reúne los méritos necesarios para su presentación y defensa, de conformidad con el Reglamento del Régimen Académico Vigente.

Al mismo tiempo le informo que el trabajo monográfico excede de las 100 páginas máximas estipuladas en las Normativas de Culminación de Estudios, CAPITULO ÚNICO, Arto.21, debido que es un diseño asistido por computadora, donde se explica el uso y manejo del software apoyándose en múltiples ilustraciones, para su correcta comprensión y aplicación.

Esperando haber cumplido satisfactoriamente con la misión encomendada, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente.

---

Ing. Aldo José Zamora Lacayo.  
Catedrático Tutor

Cc: Archivo



## DEDICATORIA

- A Dios** Por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.
- A mis padres** Martha Almendares y José Centeno, por ser el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional y por sentar en mí las bases de la responsabilidad y deseos de superación.
- A mis hermanos** Por su calidez y consejos, de los cuales siempre recibo apoyo incondicional, cariño, aprecio y consejos.
- A Justin y Jennifer Moffett.** Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes; no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias por su apoyo, cariño y por ser personas de bien, seres que ofrecen amor, y bienestar.

*Dr. Marcela del Socorro Centeno Almendares*

## AGRADECIMIENTO

- A Dios** Por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.
- A mis padres** Por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; gracias por apoyarme en cada decisión y proyecto y por permitirme cumplir con el desarrollo de esta Monografía; mis logros se los debo a ustedes.
- A la Universidad** Universidad Nacional de Ingeniería, por ser la casa de estudios superiores, que me brindó los conocimientos necesarios durante el transcurso de mi carrera, de la cual me siento orgullosa de pertenecer a esta gran Alma Mater.
- A mi tutor** Ing. Aldo José Zamora Lacayo, por apoyarnos, orientarnos y corregirnos en esta labor, y por brindarnos sus valiosos aportes, para culminar con éxito este trabajo.
- A mi amigo** Ariel Treminio, por compartir sus conocimientos durante todo este proceso, que al principio podría parecer tarea interminable, pero que al final hemos logrado concluir con éxito.
- A los Ingenieros** Leonardo Z. Corea, Alicia Flores, por apoyarnos con los recursos técnicos básicos para la realización de este documento, agradezco su apoyo incondicional.
- Al matrimonio Moffett y a mis familiares** Por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

*Dr. Marcela del Socorro Cenzano Almendares*

## DEDICATORIA

- A Dios**                      Todopoderoso que todo se lo debo, por brindarme y prestarme la vida, la salud y permitirme alcanzar y culminar un éxito más en la vida.
- A mis padres**              Martha Susana Delgadillo y José Francisco Treminio Delgadillo por su apoyo, consejo, comprensión, amor y ayuda con los recursos necesarios para estudiar.
- A mis hermanos**          De los cuales siempre recibo apoyo incondicional, cariño, aprecio y consejos.

*Dr. Ariel Antonio Treminio Delgadillo*

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios** Por darme la sabiduría, la fortaleza, el entendimiento necesario para lograr mis metas y mis objetivos. Te agradezco toda la paciencia que me tienes, gracias Dios.
- A mis padres** Por su apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi carrera estudiantil, por sus esfuerzos para asegurarme los recursos económicos necesarios para culminar mis estudios, gracias por acompañarme a lo largo de las metas que he emprendido.
- A la Universidad** Universidad Nacional de Ingeniería, por ser mi casa de estudios superiores, mi alma Máter, de la cual me siento orgulloso de pertenecer en especial a la Facultad de Tecnología de la Construcción.
- A mi tutor** Ing. Aldo José Zamora Lacayo, por el apoyo en la creación y redacción de este documento.
- A mi amiga** Marcela del Socorro Centeno Almendares, por acompañarme a lo largo de este trabajo arduo y ser mi mano derecha en la elaboración de este documento. Agradezco tu paciencia y colaboración.
- A mi primo** Noel Anastasio Treminio Manzano, topógrafo de profesión, por asesorarme y compartir sus conocimientos sin reservar alguno.
- A los Ingenieros** Leonardo Z. Corea t., Alicia Flores, por apoyarnos con los recursos técnicos básicos para poder realizar este documento, agradezco su apoyo incondicional.

*Dr. Ariel Antonio Treminio Delgado*



## RESUMEN EJECUTIVO

Este documento está estructurado en ocho capítulos, los que se sintetizan a continuación:

El capítulo I. Generalidades, presenta la introducción, localización del proyecto, antecedentes, justificación y objetivos.

En el capítulo II. Diseño Geométrico de Carreteras, se abordan conceptos básicos de ingeniería de tránsito y el diseño geométrico, también se comentan los criterios básicos del diseño vial, como son el trazo en planta, en perfil, sección típica de la vía y armonía entre los criterios.

En el capítulo III. Gestión de Puntos COGO, se describen los inicios del software civil 3D, donde se plantea , la interfaz del usuario, el uso de elementos primarios, la configuración y estilos del dibujo, además se describe la importación de los datos de puntos con los cuales se generó la superficie.

El capítulo IV. Gestión y Manejo de Superficie Digital DTM (Modelo digital del terreno), plantea la creación de la superficie, la definición de los datos a partir del cual se creará dicha superficie, así como su respectiva edición.

En el capítulo V. Especificaciones de la Vía, se desarrolla el punto de partida del diseño, en él se exponen las normas de diseño implementadas, el vehículo de diseño utilizado, los criterios de radio mínimo, sobreelevación, distancia de visibilidad de rebase y de parada, sobreanchos, tipo de terreno, pendientes máximas entre otros.

En el capítulo VI. Diseño Geométrico en Planta, se presenta el desarrollo del diseño geométrico propiamente dicho, los criterios concernientes del diseño en planta (tangentes, curvas circulares, curvas espirales de transición), además se establece el metodo de transición de bombeo y peralte aplicado al proyecto en estudio.

En el capítulo VII. Diseño Geométrico en Perfil, se aborda el diseño en alzado (perfiles, tangentes y curvas verticales), y la armonía con el trazado en planta.

En el capítulo VIII. Obra Lineal, se describe la generación de las secciones transversales, así como la integración de la sección típica en el montaje del modelo lineal tridimensional; para el desarrollo de los peraltes se determinan las tablas de volúmenes de corte y relleno, además presenta la generación de planos en general con la ayuda del Software Civil 3D que facilita enormemente dicha labor.

## **LIMITACIONES**

En el presente documento, no se consideraron todos los estudios que intervienen en el diseño geométrico de una carretera (estudios de suelos, hidrográficos, materiales, medioambiente, entre otros), esto debido a que el documento se volvería amplio e implicaría costos adicionales que no podríamos asumir, sin embargo únicamente se explican los factores externos de topografía y tránsito.

Las intersecciones de la vía no se diseñaron en este documento por considerarse un estudio especial, el cual requeriría su propio documento. Tampoco se diseñó el drenaje requerido para la vía, por considerarse una especialidad amplia, imposible de abarcar en esta obra.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1. GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	2
1.3 ANTECEDENTES .....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.5 OBJETIVOS.....	6
<b>CAPÍTULO 2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS</b> .....	<b>7</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	7
2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE VÍAS.....	7
2.2.1 Topografía .....	7
2.2.2 Tráfico .....	9
2.2.2.1 Vehículos de diseño .....	9
2.2.2.2 Volúmenes de tránsito.....	9
2.2.2.3 Las velocidades .....	11
2.2.2.4 Las capacidades de las carreteras.....	11
2.3 CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO .....	12
2.3.1 Trazo en planta .....	12
2.3.2 Trazo en perfil .....	13
2.3.3 Sección típica de la vía .....	15
2.3.4 Armonía del trazo planta y perfil .....	15
<b>CAPÍTULO 3. GESTIÓN DE PUNTOS COGO</b> .....	<b>17</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	17
3.2 INTERFAZ DE USUARIO.....	17
3.3 CONFIGURACIÓN Y ESTILOS DEL DIBUJO.....	19
3.4 IMPORTACIÓN DE PUNTOS .....	22
3.5 CREACIÓN DE GRUPO DE PUNTOS .....	25
3.6 CREACIÓN DE ESTILOS DE PUNTOS .....	27
3.7 MANEJO, UBICACIÓN, EDICIÓN DE PUNTOS Y DIBUJO DE LÍNEAS .....	30



3.7.1 Manejo y ubicación .....	30
3.7.2 Edición de grupos de puntos.....	31
3.7.3 Dibujo de líneas (3D Poly) .....	35
<b>3.8 EXPORTACIÓN DE PUNTOS.....</b>	<b>38</b>
<b>3.9 GENERACIÓN DE TABLA DE PUNTOS.....</b>	<b>40</b>
<b>3.10 GEUBICACIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO 4. GESTIÓN Y MANEJO DE SUPERFICIE DIGITAL DTM .....</b>	<b>50</b>
<b>(Modelo digital del terreno). .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2 CREACIÓN Y EDICIÓN DE SUPERFICIE .....</b>	<b>50</b>
4.2.1 Creación de superficie.....	50
4.2.2 Definición de datos de superficie.....	51
4.2.3 Edición de superficie .....	52
<b>4.3 AÑADIR BREAKLINE .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4 CREACIÓN Y ETIQUETADO DE CURVAS DE NIVEL.....</b>	<b>59</b>
4.4.1 Creación de curvas de nivel .....	59
4.4.2 Etiquetado de curvas de nivel.....	62
<b>4.5 CREACIÓN DE GRILLAS DE COORDENADAS GEODÉSICAS .....</b>	<b>65</b>
<b>CAPÍTULO 5. ESPECIFICACIONES DE LA VÍA .....</b>	<b>73</b>
<b>5.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>73</b>
<b>5.2 CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL.....</b>	<b>73</b>
5.2.1 Por el tipo de construcción .....	73
5.2.2 Administrativa.....	74
5.2.3 Por su función .....	74
<b>5.3 PARÁMETROS TÉCNICOS DE NORMAS DE DISEÑO DEL PROYECTO.....</b>	<b>78</b>
5.3.1 Expansión del tráfico diario de 12 horas al tráfico promedio diario anual.....	80
5.3.2 Actualización y proyección del TPDA.....	82
<b>5.4 NORMAS DE DISEÑO.....</b>	<b>86</b>
<b>5.5 SECCIÓN TÍPICA .....</b>	<b>95</b>
<b>CAPÍTULO 6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA .....</b>	<b>96</b>
<b>6.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>96</b>



<b>6.2 TRAZADO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....</b>	<b>96</b>
6.2.1 Trazado de alineaciones rectas o tangentes.....	97
6.2.2 Trazado de curvas circulares simples.....	104
6.2.3 Trazado de curvas espirales de transición .....	104
<b>6.3 CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....</b>	<b>105</b>
<b>6.4 ETIQUETADO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....</b>	<b>110</b>
6.4.1 Creación y edición de etiquetas del alineamiento horizontal .....	110
<b>6.5 BOMBEO Y PERALTE.....</b>	<b>125</b>
6.5.1 Métodos de transición de bombeo a peralte .....	126
6.5.1.1 Cálculo de superelevación .....	127
6.5.2 Tabla de datos de transición de bombeo a peralte .....	130
6.5.3 Diagrama de transición de bombeo a peralte .....	132
<b>6.6 BAHÍA PARA AUTOBUSES.....</b>	<b>136</b>
<b>6.7 TABLA DE DATOS DE SUBENTIDADES (LÍNEAS, CURVAS CIRCULARES SIMPLES Y CURVAS ESPIRALES).....</b>	<b>140</b>
<b>CAPÍTULO 7. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL .....</b>	<b>149</b>
<b>7.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>149</b>
<b>7.2 TRAZADO DEL PERFIL LONGITUDINAL A PARTIR DE UNA SUPERFICIE Y UN ALINEAMIENTO .....</b>	<b>150</b>
<b>7.3 DISEÑO DE LA RASANTE .....</b>	<b>160</b>
<b>7.4 ESTILO, EDICIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PERFIL LONGITUDINAL.....</b>	<b>174</b>
<b>7.5 CREACIÓN, ETIQUETADO Y EDICIÓN DE LAS BANDAS DE VISUALIZACIÓN DEL PERFIL .</b>	<b>178</b>
7.5.1 Creación de bandas de visualización del perfil .....	178
7.5.2 Etiquetado y edición de banda .....	180
<b>CAPÍTULO 8. OBRA LINEAL.....</b>	<b>187</b>
<b>8.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>187</b>
<b>8.2 SECCIÓN TÍPICA .....</b>	<b>187</b>
8.2.1 Ensamblajes y subensamblajes de sección típica para carretera.....	187
8.2.2 Creación de sección típica.....	188
8.2.3 Subensamblajes personalizados para sección típica .....	194
<b>8.3 TALUDES CONDICIONALES .....</b>	<b>199</b>
<b>8.4 MODELAJE DE OBRA LINEAL.....</b>	<b>205</b>



8.4.1 Creación y edición de códigos de corredor.....	206
8.4.1.1 Creación de corredor .....	206
8.4.1.2 Edición de códigos de corredor .....	208
8.4.2 Creación y configuración de superficies para corredor .....	213
8.4.2.1 Creación y configuración de las superficies TOP (superior) y .....	213
DATUM (inferior) .....	213
8.4.3 Creación y edición de líneas de muestreo .....	214
<b>8.5 SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES .....</b>	<b>218</b>
8.5.1 Introducción.....	218
8.5.2 Definición y configuración de los tipos de materiales a calcular .....	219
8.5.2.1 Adición de nuevos materiales.....	222
8.5.3 Generación, edición y estilo de secciones transversales .....	223
<b>8.6 CÁLCULO DE ÁREAS Y VOLÚMENES DE MATERIALES .....</b>	<b>236</b>
8.6.1 Cálculo de movimiento de tierra .....	236
8.6.2 Cálculo de materiales.....	239
<b>8.7 MÚLTIPLES VISTAS DE SECCIONES TRANSVERSALES .....</b>	<b>241</b>
<b>8.8 REPORTE Y PLANOS.....</b>	<b>245</b>
8.8.1 Introducción.....	245
8.8.2 Inserción de plantillas .....	245
8.8.3 Informes.....	247
<b>8.9 CREACIÓN DE PLANOS PLANTA PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y DIAGRAMA DE MASA .....</b>	<b>255</b>
8.9.1 Creación de marcos.....	255
8.9.2 Creación de diagrama de masa.....	266
8.9.3 Edición de planos en general .....	275
8.9.3.1 Edición de los marcos de grupos de láminas .....	275
8.9.3.2 Cambiar el estilo del match de línea.....	276
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>277</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>279</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>280</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO A - PLANOS</b>	



## FIGURAS

Figura 1. Macro localización.....	2
Figura 2. Micro localización.....	3
Figura 3. Trazado en valle.....	8
Figura 4. Trazado por la divisoria de las aguas.....	8
Figura 5. Trazado perpendicular a la divisoria.....	8
Figura 6. Elementos de una sección típica.....	15
Figura 7. Relación entre los puntos de inflexión en planta y perfil.....	16
Figura 8. Superposición de curvas horizontales y verticales.....	16
Figura 9. Selección de plantilla.....	18
Figura 10. Ribbon.....	18
Figura 11. Pestaña Toolspace.....	18
Figura 12. Propiedades de capa.....	19
Figura 13. Creación de estilo de texto.....	19
Figura 14. Mapa global de zonas UTM.....	20
Figura 15. Edición de los parámetros del dibujo.....	20
Figura 16. Selección del sistema de coordenadas.....	21
Figura 17. Propiedades de los atributos del dibujo.....	21
Figura 18. Formato de archivo de puntos.....	22
Figura 19. Herramientas para la creación de punto.....	22
Figura 20. Importación de puntos “Import Points”.....	22
Figura 21. Selección del formato del archivo de punto.....	23
Figura 22. Asignación de nombre a un grupo de puntos.....	23
Figura 23. Visualización del grupo de puntos importados.....	23
Figura 24. Propiedades de grupo de puntos.....	23
Figura 25. Pestaña Information, selección del estilo y etiqueta del grupo de puntos.....	24
Figura 26. Selección del estilo y etiqueta del grupo de punto “_All Points”.....	24
Figura 27. Creación de un nuevo grupo de puntos.....	25
Figura 28. Asignación del nombre del nuevo grupo de punto, selección del estilo y etiqueta.....	25

Figura 29. Pestaña Include, formas para añadir puntos a un grupo de puntos.....	26
Figura 30. Pestaña Point List, visualización de los puntos que se añadieron en la pestaña Include.....	27
Figura 31. Estilo de punto y estilo de etiqueta de punto.....	27
Figura 32. Selección del grupo de punto al que se editará el estilo del punto y la etiqueta.....	27
Figura 33. Propiedades de grupo de punto, edición del estilo de punto.....	28
Figura 34. Asignación del nombre al estilo o marca de punto.....	28
Figura 35. Selección de la marca del estilo del punto.....	29
Figura 36. Pestaña Display, configuración de los componentes marca y estilo del punto.....	29
Figura 37. Propiedades de grupo de punto, estilo de la etiqueta del punto.....	29
Figura 38. Componentes del estilo de etiqueta de punto.....	30
Figura 39. Visualización de grupos de puntos en general.....	31
Figura 40. Selección de los grupos de puntos, al cual se aplicará el manejo y ubicación de puntos.....	31
Figura 41. Listado de puntos en función del orden de visualización.....	31
Figura 42. Visualización de grupos de puntos específicos.....	31
Figura 43. Selección del grupo de puntos a editar.....	32
Figura 44. Edición de las propiedades de grupo de punto, estilo de etiqueta de puntos.....	32
Figura 45. Edición de los componentes del estilo de etiqueta de punto.....	32
Figura 46. Edición de los componentes de texto del estilo de etiqueta.....	33
Figura 47. Asignación de color a los componentes de texto del estilo de etiqueta.....	33
Figura 48. Visualización de la edición de los componentes de texto del estilo de etiqueta.....	34
Figura 49. Edición de los componentes generales del estilo de etiqueta.....	35
Figura 50. Creación de capa para líneas 3D POLY.....	35
Figura 51. Ejecutar lista de grupos de puntos a exportar a un archivo XLS.....	36
Figura 52. Selección del grupo de punto a exportar a un archivo XLS.....	36





Figura 53. Asignacion del nombre, tipo y ubicación del archivo del grupo de puntos a exportar.....	36
Figura 54. Visualización del grupo de punto en archivo Xls. ....	37
Figura 55. Aplicación de la función CONCATENAR a los puntos del cual se creará la 3D Poly. ....	37
Figura 56. Selección de los columna concatenar, para copiarlo al Civil 3D. ....	37
Figura 57. Activación de capa. ....	37
Figura 58. Aplicación del comando 3D Poly. ....	38
Figura 59. Visualización de la Línea 3D Poly creada. ....	38
Figura 60. Icono Break. ....	38
Figura 61. Remove Vertex.....	38
Figura 62. Visualización de Líneas 3D Poly aplicada a tres grupos de puntos.....	38
Figura 63. Ejecutar lista de grupos de puntos a exportar a un archivo txt. ....	39
Figura 64. Selección del grupo de punto a exportar ..... a un archivo txt. ....	39
Figura 65. Visualización del grupo de punto en archivo txt. ....	39
Figura 66. Creación de tabla de puntos.....	40
Figura 67. Selección del grupo de puntos al cual se creará la tabla.....	40
Figura 68. Configuración de tabla de puntos.....	41
Figura 69. Tabla de puntos creada.....	41
Figura 70. Propiedades de tabla.....	42
Figura 71. Estilo de tabla, pestaña Data Properties. ....	42
Figura 72. Edición del componente texto “Título de tabla”. ....	43
Figura 73. Configuración del componente texto “Título de tabla”. ....	43
Figura 74. Configuración del estilo de tabla, pestaña Data Properties. ....	44
Figura 75. Pestaña Display, configuración de los componentes del estilo de tabla.....	44
Figura 76. Inserción de carta topográfica en un punto cualquiera del modelo.....	45
Figura 77. Carta topográfica “3050_3 Rivas” insertada en el modelo.....	45
Figura 78. Carta Topográfica “3050_3 Rivas”.....	46



Figura 79. Carta Topográfica “2950_2 La virgen morena”.....	46
Figura 80. Inserción de las coordenadas de la carta topográfica .....	47
Figura 81. Comando Rectangle, para unir las coordenadas de la primera carta topográfica.....	47
Figura 82. Comando Rectangle, para unir las coordenadas de la segunda carta topográfica.....	47
Figura 83. Representación de las cuadrículas de las cartas topográficas.....	47
Figura 84. Colocación de las coordenadas de la primera carta topográfica en la cuadrícula creada. ....	48
Figura 85. Escalado de la primera carta topográfica. ....	48
Figura 86. Comando Move, para hacer coincidir la primera carta topográfica con la cuadrícula.....	48
Figura 87. Leyenda de carta topográfica. ....	48
Figura 88. Comando Rectangle, para limitar la primera carta topográfica.....	49
Figura 89. Geubicación de la primera carta topográfica “3050_3 Rivas”.....	49
Figura 90. Geubicación del tramo Empalme El Gigante-El Murciélago.....	49
Figura 91. Creación de superficie.....	50
Figura 92. Definición del tipo de superficie y sus propiedades.....	51
Figura 93. Adición de grupo de puntos, para crear superficie. ....	52
Figura 94. Selección del grupo de puntos, a partir del cual se generará la superficie. ....	52
Figura 95. Superficie TIN creada.....	52
Figura 96. Propiedades de superficie. ....	53
Figura 97. Aplicación de propiedades de superficie. ....	53
Figura 98. Visualización de superficie TIN, una vez aplicado sus propiedades.....	53
Figura 99. Edición de superficie. ....	54
Figura 100. Visualización de superficie sin aplicar “Add Line”.....	55
Figura 101. Visualización de superficie una vez aplicado “Add Line”. ....	55
Figura 102. Visualización de superficie sin aplicar “Delete Line”.....	55
Figura 103. Visualización de superficie una vez aplicado “Delete Line”. ....	55
Figura 104. Visualización de superficie sin editar la longitud de triangulación. ....	56

Figura 105. Visualización de superficie una vez editada la longitud de triangulación.....	56
Figura 106. Visualización de superficie sin aplicar “Add point”.....	57
Figura 107. Visualización de superficie una vez aplicado “Add point”.....	57
Figura 108. Visualización de superficie una vez que se aplicaron las ediciones. ....	57
Figura 109. Representación de líneas de rotura.....	58
Figura 110. Adición de Breakline (Líneas de rotura). ....	58
Figura 111. Selección del tipo de Breakline. ....	59
Figura 112. Selección de la superficie, para crear curvas de nivel.....	59
Figura 113. Configuración del estilo de superficie. ....	60
Figura 114. Pestaña Information, asignación de nombre y descripción del estilo de superficie.....	60
Figura 115. Visualización de curvas de nivel sin suavizado. ....	61
Figura 116. Visualización de curvas de nivel con suavizado.....	61
Figura 117. Configuración de los intervalos de contornos de curvas de nivel.....	61
Figura 118. Configuración de los componentes de los intervalos de contornos de curvas de nivel.....	62
Figura 119. Edición de líneas de triangulación.....	62
Figura 120. Líneas de triangulación a modificar. ....	62
Figura 121. Selección de grupo de puntos a ocultar. ....	63
Figura 122. Pestaña Display, configuración de los componentes del estilo de superficie. ....	63
Figura 123. Selección del tipo de etiqueta para curvas de nivel.....	64
Figura 124. Visualización de etiquetas de curvas de nivel. ....	64
Figura 125. Configuración del etiquetado de curvas de nivel. ....	65
Figura 126. Visualización de etiquetas de curvas de nivel específicas. ....	65
Figura 127. Visualización de las grillas sin aplicar offset.....	66
Figura 128. Visualización de las grillas, una vez aplicado el offset y delimitación del área donde se colocarán las grillas geodésicas. ....	66
Figura 129. Visualización de la aplicación del comando Trim. ....	66
Figura 130. Visualización del bloque creado. ....	67

Figura 131. Adición de etiqueta para grillas geodésicas. ....	67
Figura 132. Estilo de etiqueta. ....	68
Figura 133. Edición de los componentes de texto de la coordenada Norte. ....	68
Figura 134. Edición de los componentes generales del estilo de etiqueta que tendran las grillas geodésicas. ....	69
Figura 135. Selección del componente bloque. ....	69
Figura 136. Configuración del componente bloque. ....	70
Figura 137. Estilo de la marca de la etiqueta “_COORDENADA NORTE”. ....	70
Figura 138. Edición del componente texto de la coordenada Este. ....	71
Figura 139. Edición del componente texto. ....	71
Figura 140. Visualización de etiqueta de grilla geodésica creada. ....	72
Figura 141. Visualización del modelo sin etiquetado. ....	72
Figura 142. Visualización del modelo con etiquetado. ....	72
Figura 143. Ubicación de la estación de corta duración, identificada como NIC 62. ....	80
Figura 144. Características del vehículo de diseño SU. ....	87
Figura 145. Sección típica del tramo Empalme El Gigante-El Murciélago. ....	95
Figura 146. Propiedades de superficie, apagado de superficie. ....	96
Figura 147. Object Snap. ....	97
Figura 148. Aplicación del comando POLYLINE. ....	97
Figura 149. Selección de polilíneas creadas. ....	98
Figura 150. Geometría de Polilíneas. ....	98
Figura 151. Aplicación del comando Chamfer. ....	98
Figura 152. Creación de círculos. ....	98
Figura 153. Herramientas para la creación de alineamiento. ....	99
Figura 154. Configuraciones para la creación del alineamiento horizontal. ....	99
Figura 155. Selección de las normas a utilizar. ....	100
Figura 156. Herramientas de composición del Alineamiento Horizontal. ....	101
Figura 157. Herramientas para crear el Alineamiento horizontal. ....	103
Figura 158. Visualización de tangentes creadas. ....	103
Figura 159. Visualización de tangentes sin crear curvas circulares. ....	104

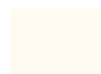


Figura 160. Visualización de tangentes con curvas circulares creadas.....	104
Figura 161. Visualización de tangentes sin crear curvas espirales de transición. ....	104
Figura 162. Visualización de tangentes con curvas espirales de transición. ....	104
Figura 163. Propiedades del alineamiento. ....	105
Figura 164. Selección del radio mínimo. ....	106
Figura 165. Radio mínimo establecido. ....	106
Figura 166. Definición de la longitud mínima en tangente. ....	107
Figura 167. Editor geométrico. ....	107
Figura 168. Herramientas para crear el alineamiento horizontal, selección del editor geométrico. ....	108
Figura 169. Entidades que conforman el alineamiento horizontal. ....	108
Figura 170. Etiquetas para la alineación. ....	110
Figura 171. Representación del Tick. ....	111
Figura 172. Creación de nuevos estilos de etiqueta. ....	112
Figura 173. Edición del estilo de etiqueta de puntos geométricos. ....	112
Figura 174. Edición de los puntos geométricos. ....	113
Figura 175. Eliminación de componentes. ....	114
Figura 176. Configuración de componente Marker. ....	114
Figura 177. Configuración del componente Design Speed. ....	115
Figura 178. Configuración del componente Líne. ....	116
Figura 179. Creación del estilo de etiqueta de postes kilométricos. ....	116
Figura 180. Configuración del componente Station. ....	117
Figura 181. Edición del estilo de etiqueta de poste kilométrico. ....	117
Figura 182. Configuración de capa de los Tick. ....	118
Figura 183. Adición de etiquetas al alineamiento horizontal. ....	118
Figura 184. Selección del estilo de etiquetas del alineamiento. ....	118
Figura 185. Visualización de etiquetas de tangentes, curvas circulares simples y curvas espirales ....	119
Figura 186. Edición de la etiqueta de la deflexión. ....	119
Figura 187. Visualización del contador. ....	120
Figura 188. Selección de la marca a editar. ....	121



Figura 189. Edición de la marca de los puntos de intersección “PI” .....	121
Figura 190. Visualización de la marca de los puntos de intersección.....	121
Figura 191. Creación de etiqueta de los datos de puntos de intersección. ....	122
Figura 192. Visualización de etiqueta de los datos de puntos de intersección. ....	122
Figura 193. Edición del componente Point of Intersection.....	123
Figura 194. Edición del contenido de la etiqueta de las curvas circulares simples. ....	124
Figura 195. Edición del contenido de la etiqueta de las curvas espirales de transición .....	124
Figura 196. Configuración del borde que contiene la etiqueta de los datos de PI. ....	125
Figura 197. Visualización de etiqueta personalizada de los datos de PI. ....	125
Figura 198. Diagrama de peralte de calzada única con bombeo.....	127
Figura 199. Calcular/editar peralte. ....	127
Figura 200. Selección del tipo de carretera y método de transición de bombeo a peralte.....	128
Figura 201. Configuración de carriles.....	128
Figura 202. Configuración de hombros. ....	129
Figura 203. Configuración del peralte.....	130
Figura 204. Editor tabular. ....	131
Figura 205. Tabla de datos de transición de bombeo a peralte.....	131
Figura 206. Configuraciones del diagrama de transición de bombeo a peralte. ....	132
Figura 207. Configuración de la calidad de línea del diagrama de transición de bombeo a peralte. ....	133
Figura 208. Creación de offset. ....	133
Figura 209. Configuraciones del offset. ....	134
Tabla 210. Criterios de diseño.....	135
Figura 211. Visualización del offset creado. ....	135
Figura 212. Adición de bahías.....	137
Figura 213. Bahía para auto buses, con separador.....	137
Figura 214. Definición de datos de Bahía.....	138

Figura 215. Configuración de la subentidad de entrada. ....	139
Figura 216. Configuración de la subentidad del tramo recto. ....	139
Figura 217. Configuración de la subentidad de salida. ....	139
Figura 218. Adición de tabla de curvas circulares simples. ....	140
Figura 219. Configuración del estilo de tabla de curvas simples. ....	140
Figura 220. Adición de columnas a la tabla correspondiente a las curvas circulares simples. ....	142
Figura 221. Configuración de los colores de la tabla de curvas circulares simples. ....	143
Figura 222. Visualización de tabla correspondiente a las curvas circulares simples. ....	144
Figura 223. Adición de columnas para la tabla correspondiente a las líneas. ....	145
Figura 224. Configuración del estilo de tablas correspondientes a las líneas. ....	145
Figura 225. Visualización de tabla correspondiente a las líneas o tangentes. ....	146
Figura 226. Adición de columnas para la tabla correspondiente a las curvas espirales. ....	146
Figura 227. Configuración del estilo de tabla correspondiente a las curvas espirales. ....	147
Figura 228. Visualización de tabla correspondiente a los datos de las curvas espirales. ....	147
Figura 229. Configuración del estilo de tabla correspondiente a los elementos del alineamiento. ....	148
Figura 230. Visualización de tabla correspondiente a los datos de los elementos del alineamiento. ....	148
Figura 231. Elementos que conforman un alineamiento vertical. ....	149
Figura 232. Perfil del terreno a lo largo de una alineación. ....	150
Figura 233. Perfil de superficie. ....	151
Figura 234. Creación del perfil a partir de una superficie. ....	151
Figura 235. Configuración de los componentes del estilo del perfil. ....	152
Figura 236. Configuración del gráfico de la vista del perfil. ....	153
Figura 237. Configuración de las grillas de la vista de perfil. ....	153

Figura 238. Editor de los componentes de texto del título del perfil. ....	154
Figura 239. Configuración de la anotación del título.....	154
Figura 240. Configuración de ejes horizontales.....	155
Figura 241. Configuración de ejes verticales.....	156
Figura 242. Configuración de componentes del estilo de la vista de perfil. ....	157
Figura 243. Selección de alineamiento horizontal y estilo de la vista de perfil.....	157
Figura 244. Rango de estación de la vista del perfil. ....	158
Figura 245. Configuración de la altura de la vista del perfil. ....	158
Figura 246. Visualización de la vista del perfil y banda. ....	159
Figura 247. Elementos que forman el trazado en perfil. ....	160
Figura 248. Tangente vertical (rampa o pendiente).....	161
Figura 249. Curvas verticales en cresta. ....	162
Figura 250. Curvas verticales en columpio.....	162
Figura 251. Elementos geométricos de una curva vertical simétrica parabólica.....	163
Figura 252. Elementos para determinar la longitud mínima de la curva vertical en cresta según el criterio de seguridad.....	164
cuando $D < L$ . ....	164
Figura 253. Elementos para determinar la longitud mínima de la curva vertical en columpio según el criterio de seguridad cuando $D < L$ .....	165
Figura 254. Sucesión de curvas verticales en tramos rectos o curvos. ....	167
Figura 255. Pérdidas de trazado. ....	168
Figura 256. Aplicación del comando Chamfer.....	169
Figura 257. Asignación de color a los componente del perfil. ....	170
Figura 258. Herramientas de composición del perfil.....	170
Figura 259. Dibujo de tangentes con curvas. ....	172
Figura 260. Tangentes con curvas verticales. ....	172
Figura 261. Herramientas de composicion del perfil.....	172
Figura 262. Nuevo estilo del perfil. ....	174
Figura 263. Asignación del nombre del estilo del perfil. ....	174
Figura 264. Distancia de triangulación. ....	175





Figura 265. Pestaña Markers, selección de marca.....	175
Figura 266. Edición del estilo de perfil.....	176
Figura 267. Cambio de estilo de perfil.....	177
Figura 268. Adición de la banda inferior de la vista de perfil.....	179
Figura 269. Configuración de la banda de la vista de perfil.....	179
Figura 270. Etiqueta de los puntos geométricos en la banda inferior de la vista de perfil.....	180
Figura 271. Banda creada en la vista de perfil.....	180
Figura 272. Creación del componente texto de la banda estacionado y elevación.....	181
Figura 273. Creación del componente Línea.....	182
Figura 274. Configuración de los componentes de la banda estacionado y elevación.....	183
Figura 275. Visualización del etiquetado y edición de la banda estacionado y elevación.....	183
Figura 276. Configuración de la etiqueta de la banda diagrama de peralte. ....	184
Figura 277. Configuración de los detalles de la banda diagrama de peralte. ...	184
Figura 278. Creación del componente texto de la banda de superelevación y peralte.....	185
Figura 279. Configuración de los componentes de la banda diagrama de peralte.....	186
Figura 280. Representación gráfica de Ensamble y Subensamble.....	187
Figura 281. Creación de ensamble.....	188
Figura 282. Asignación del nombre, tipo y estilo del ensamble.....	188
Figura 283. Ensamble creado.....	188
Figura 284. Ícono tool palettes.....	188
Figura 285. Herramientas de subensambles.....	189
Figura 286. Propiedades geométricas del subensamble “Carril”.....	190
Figura 287. Visualización del subensamble carril.....	190
Figura 288. Visualización del subensamble bordillo.....	191
Figura 289. Selección del hombro.....	192
Figura 290. Visualización del subensamble hombro.....	192



Figura 291. Visualización del extracto del hombro. ....	193
Figura 292. Subensambles creados a ambos lados del ensamble.....	194
Figura 293. Datos geométricos de los subensambles creados. ....	194
Figura 294. Creación de hombro personalizado.....	195
Figura 295. Dimensiones de la cuneta. ....	196
Figura 296. Creación de subensamblado a partir de una polilínea.....	196
Figura 297. Configuraciones del subensamblado creado a partir de una polilínea. ....	196
Figura 298. Punto de fijación del subensamblado cuneta. ....	196
Figura 299. Edición del punto de fijación del subensamblado cuneta. ....	197
Figura 300. Adición de códigos al subensamblado cuneta.....	197
Figura 301. Asignación de código Top. ....	197
Figura 302. Cuneta con códigos establecidos. ....	198
Figura 303. Ícono Add Shape. ....	198
Figura 304. Adición de textura al subensamblado cuneta. ....	198
Figura 305. Textura aplicada al subensamblado cuneta. ....	198
Figura 306. Adición de código a la textura del subensamblado cuneta.....	198
figura 307. Textura de cuneta con código establecido. ....	198
Figura 308. Subensambles condicionales. ....	199
Figura 309. Condición de corte a cumplirse para el carril izquierdo. ....	200
Figura 310. Condición en subensamblado en corte a cumplirse para el carril izquierdo.....	202
Figura 311. Condiciones y subensambles a cumplirse para el carril izquierdo.....	203
Figura 312. Taludes a cumplirse para el carril izquierdo. ....	205
Figura 313. Taludes a cumplirse para ambos carriles (derecho e izquierdo).....	205
Figura 314 . Representación de un corredor vial.....	206
Figura 315. Configuraciones del corredor. ....	207
Figura 316. Frecuencia de los cadenamios de las secciones.....	207
Figura 317. Corredor creado. ....	207
Figura 318. Serie de códigos de corredor. ....	208

Figura 319. Configuración de los códigos del corredor. ....	209
Figura 320. Códigos de corredor establecidos. ....	210
Figura 321. Vista del corredor con códigos establecidos. ....	211
Figura 322. Definición de las entidades de superficie del lado derecho. ....	211
Figura 324. Reconstrucción del corredor. ....	212
Figura 325. Configuración de superficies del corredor. ....	213
Figura 326. Superficies del corredor. ....	214
Figura 327. Creación de líneas de muestreo. ....	215
. Figura 328. Configuración de líneas de muestreo. ....	216
Figura 329. Generar secciones por rangos. ....	216
Figura 330. Configuración de líneas de muestreo y visualización de estas. ....	217
Figura 331. Edición de líneas de muestreo. ....	218
Figura 332. Cálculo de materiales. ....	219
Figura 333. Selección del grupo de líneas de muestreo. ....	219
Figura 334. Definición de las superficies a comparar para obtener la cantidad de materiales. ....	220
Figura 335. Edición de la lista de materiales. ....	220
Figura 336. Selección de los criterios de cuantificación de materiales. ....	221
Figura 337. Definición de los corredores de materiales para obtener su cubicación. ....	221
Figura 338. Adición de nuevos materiales. ....	222
Figura 339. Crear vista de sección transversal. ....	223
Figura 340. Asignación del nombre, estilo y capa de la vista de sección transversal. ....	224
Figura 341. Opciones de visualización de la vista de sección transversal. ....	224
Figura 342. Propiedades de la banda inferior de la vista de sección transversal. ....	225
Figura 343. Configuración de la tabla de vista de sección transversal. ....	226
Figura 344. Visualización de la vista de sección transversal. ....	226
Figura 345. Edición y estilo de la vista de sección transversal. ....	227
Figura 346. Edición de las grillas verticales y horizontales de la vista de sección transversal. ....	227



Figura 347. Edición del título inferior de la vista de sección transversal.....	228
Figura 348. Edición de los ejes horizontales de la vista de sección transversal.....	228
Figura 349. Edición de los ejes verticales de la vista de sección transversal.....	229
Figura 350. Configuración de los colores de los componentes de la vista de sección transversal.....	229
Figura 351. Vista de sección transversal editada.....	230
Figura 352. Edición del estilo de la tabla de la sección transversal.....	231
Figura 353. Configuración de los colores de los componentes de la vista de sección transversal.....	231
Figura 354. Propiedades de la tabla de la vista de sección transversal.....	232
Figura 355. Visualización de la tabla de la vista de sección transversal editada.....	232
Figura 356. Adición de componentes a la banda de la sección transversal. ...	234
Figura 357. Adición de nuevo componente “Texto” a la banda de la sección transversal.....	235
Figura 358. Vista de sección transversal con sus configuraciones finales. ....	236
Figura 359. Creación de tabla del volumen total.....	237
Figura 360. Configuración de la tabla del volumen total.....	237
Figura 361. Propiedades de la tabla del volumen total.....	238
Figura 362. Configuración de los colores de los componentes de la tabla de volumen total.....	238
Figura 363. Tabla de movimiento de tierra.....	239
Figura 364. Creación de tabla de volúmenes de materiales.....	239
Figura 365. Configuración de la tabla de volúmenes de materiales.....	239
Figura 366. Tabla de volumen de material correspondiente al Adoquín.....	240
Figura 367. Tablas de volúmenes de materiales con y sin aplicación del Match.....	241
Figura 368. Configuraciones generales de las múltiples vistas de secciones transversales.....	241
Figura 369. Modo de presentación de las múltiples vistas de secciones transversales.....	242

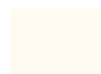


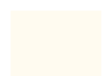
Figura 370. Configuración de los colores y capas para el área de impresión y borde de hoja. ....	243
Figura 371. Opciones de la visualización de sección. ....	243
Figura 372. Propiedades de los datos de la banda inferior. ....	244
Figura 373. Configuración de la tabla de las múltiples vistas de sección. ....	244
Figura 374. Múltiples vistas de secciones transversales creadas. ....	245
Figura 375. Ícono Open. ....	245
Figura 376. Selección de la plantilla a utilizar. ....	246
Figura 377. Pegado de la plantilla al archivo plan productions. ....	246
Figura 378. Administración del estilo de ploteo. ....	247
Figura 379. Inserción de la plantilla de ploteo o calidad de línea. ....	247
Figura 380. Generación del reporte “Replanteo de línea central a cada 10m”. ....	248
Figura 381. Selección del alineamiento al cual se generará el reporte de línea central. ....	248
Figura 382. Reporte de línea central. ....	249
Figura 383. Generación del reporte del alineamiento horizontal. ....	250
Figura 384. Selección del alineamiento al cual se generará el reporte. ....	250
Figura 385. Definición de la ubicación donde se guardará el reporte del alineamiento horizontal. ....	250
Figura 386. Reporte del alineamiento horizontal. ....	251
Figura 387. Selección del reporte de las estaciones de la rasante. ....	252
Figura 388. Selección del reporte de la curvas verticales. ....	252
Figura 389. Reporte de la elevación de la rasante. ....	253
Figura 390. Reporte de curvas verticales. ....	254
Figura 391. Herramientas para la producción de planos. ....	255
Figura 392. Creación de las vistas de los marcos para planos Planta-Perfil. ....	255
Figura 393. Selección de la plantilla correspondiente a la hoja de impresión. ....	256
Figura 394. Configuración de la hoja de Impresión. ....	256
Figura 395. Configuración de la vista de grupo de lámina. ....	257



Figura 396. Configuración del match de línea. ....	257
Figura 397. Selección del estilo de la banda. ....	258
Figura 398. Configuración de la banda inferior correspondiente a los datos del perfil. ....	258
Figura 399. Configuración de la banda superior correspondiente al diagrama de peralte. ....	259
Figura 400. Vista de marcos creados. ....	259
Figura 401. Creación de layouts de planos planta-perfil. ....	260
Figura 402. Configuración de layouts de planos planta-perfil. ....	261
Figura 403. Asignación de hojas de planos planta-perfil. ....	261
Figura 404. Configuración de la altura de la vista del perfil. ....	262
Figura 405. Opciones de visualización de perfil. ....	262
Figura 406. Definición de los datos de la banda inferior del perfil. ....	263
Figura 407. Configuraciones de la vista de perfil. ....	263
Figura 408 Generación de vistas del perfil. ....	264
Figura 409. Layout correspondiente al plano planta-perfil. ....	264
Figura 410. Creación de hojas para las secciones transversales. ....	264
Figura 411. Configuración de las hojas de secciones transversales. ....	265
Figura 412. Layout correspondiente al plano de secciones transversales. ....	265
Figura 413. Creación de escalas personalizadas. ....	266
Figura 414. Propiedades de escala personalizada. ....	267
Figura 415. Creación de diagrama de masa. ....	267
Figura 416. Configuración del gráfico de diagrama de masa. ....	267
Figura 417. Configuración de las regillas del diagrama de masa. ....	268
Figura 418. Propiedades del título del diagrama de masa. ....	268
Figura 419. Configuración de la anotación del título del diagrama de masa. ...	269
Figura 420. Configuración de los ejes horizontales del diagrama de masa. ....	269
Figura 421. Configuración de los ejes verticales del diagrama de masa. ....	270
Figura 422. Configuración de los colores de los componentes de la vista en planta, que conforman el diagrama de masa. ....	271
Figura 423. Opciones de acarreo de material. ....	272



Figura 424. Configuración de los colores de los componentes de la vista en perfil, que conforman el diagrama de masa.....	272
Figura 425. Definición del hatch del diagrama de masa.....	272
Figura 426. Configuración del material y líneas del diagrama de masa. ....	273
Figura 427. Opciones de acarreo libre. ....	273
Figura 428. Selección de la última hoja de layout. ....	274
Figura 429. Mover o copiar layout. ....	274
Figura 430. Propiedades del layout correspondiente al diagrama de masa. ....	274
Figura 431. Layout correspondiente al plano de diagrama de masa. ....	275
Figura 432. Edición de los marcos de grupo de láminas. ....	275
Figura 433. Marco de grupo de láminas editado. ....	275
Figura 434. Edición del match de línea. ....	276
Figura 435. Definición del hatch de línea ....	276
Figura 436. Match de línea editado. ....	276



## TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de vehículos de diseño. ....	9
Tabla 2. Condiciones generales de operación para los niveles de servicio.....	11
Tabla 3. Matriz de clasificación funcional de la red vial de Nicaragua (Acuerdo Ministerial No. 93-2005).....	77
Tabla 4. Fechas y períodos horarios de levantamientos de tráfico en Estación N°1.....	78
Tabla 5. Registro de levantamiento diario, conteos volumétricos de campo de Estación N°1.....	78
Tabla 6. Promedio obtenido de 4 días de conteo de tráfico en Estación N°1. ....	79
Tabla 7. Dependencia de estaciones de menor y mayor cobertura 2014.....	80
Tabla 8. Estación de Mayor Cobertura 1802 San Marcos-Masatepe. ....	81
Factores del primer cuatrimestre (Enero–Abril) del Año 2014.....	81
Tabla 9. Expansión del Tráfico diario de 12 horas al Tráfico Promedio Diario Anual.....	81
Tabla 10. Tasa de crecimiento en estaciones permanentes. ....	82
Tabla 11. Actualización del Trafico Promedio Diario Anual del año 2014 al 2015, del tramo Empalme Gigante - Murciélago. ....	83
Tabla 12. Tasas de Crecimiento en Estaciones de Mayor Cobertura.....	83
Tabla 13. Proyección del Tráfico Promedio Diario Anual del Año 2015 al 2035 del tramo Empalme El Gigante - El Murciélago. ....	84
Tabla 14. Elementos de diseño geométrico de las carreteras regionales (Resumen).....	85
Tabla 15. Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales.....	85
Tabla 16. Dimensiones de vehículos de diseño. ....	88
Tabla 17. Radios de giro de vehículos de diseño. ....	89
Tabla 18. Gradiente Máximo Relativo. ....	89
Tabla 19. Tasa de sobreelevación en función del tipo de área. ....	89
Tabla 20. Radio mínimo de curva horizontal. ....	90
Tabla 21. Guía para seleccionar el nivel de servicio para el diseño.....	91





Tabla 22. Distancia de visibilidad de parada. ....	91
Tabla 23. Distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles y dos sentidos. ....	91
Tabla 24. Radio máximo para el uso de curvas espirales en transición. ....	92
Tabla 25. Controles de diseño para la distancia de visibilidad de parada en curvas verticales en cresta. ....	92
Tabla 26. Controles de diseño para la Distancia de visibilidad de adelantamiento en curvas verticales en cresta. ....	92
Tabla 27. Controles de diseño para la Distancia de visibilidad de parada en curvas verticales en columpio. ....	93
Tabla 28. Tabla de pendientes longitudinales máximas para carreteras Colectoras Rurales. ....	93
Tabla 29. Parámetros técnicos aplicados al proyecto. ....	94
Tabla 30. Resultados de los elementos de curvas horizontales. ....	109
Tabla 31. Ubicación de bahías para Autobuses. ....	136
Tabla 32. Dimensiones típicas de las Bahías para el refugio de autobuses en las Carreteras Regionales. ....	136
Tabla 33. Características de los elementos que conforman la rasante. ....	161
Tabla 34. Criterios de seguridad, comodidad, apariencia y drenaje, para el diseño de curvas verticales. ....	166
Tabla 35. Resultados de los elementos de curvas verticales. ....	173
Tabla 36. Taludes de rellenos. ....	200
Tabla 37. Configuración de los parámetros de taludes que deben cumplirse en el proyecto. ....	204



# **CAPÍTULO I. GENERALIDADES**



# **CAPÍTULO 1. GENERALIDADES**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

El modo de transporte terrestre, es indispensable para el desarrollo económico y social de un país, ya que a través de éste, se mueven los principales elementos que lo componen, debido a su importancia, es necesario mejorar, preservar y desarrollar el sistema de infraestructura vial para proporcionar soluciones óptimas de movilidad, accesibilidad y conectividad y sobre todo contribuir al turismo, y al comercio.

El presente documento abordará específicamente este modo de transporte, orientado principalmente al diseño geométrico de carretera, para lo cual, se ha considerado hacer uso de las nuevas tecnologías para realizar dicho diseño vial, aplicando el Software Civil 3D 2015, el cual es una herramienta de gran importancia para todas aquellas personas interesadas en el ramo de la vialidad, ya que facilita la realización del diseño geométrico de carreteras.

El camino en estudio al cual se realizará el diseño geométrico, corresponde al Empalme Gigante-El Murciélago (longitud 6,450.841m), ubicado en el área rural del municipio de Tola, departamento de Rivas (ver figura 1, página 2). El cual limita al Norte con Belén, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con San Juan del Sur y al Oeste con el Océano Pacífico. Es además el principal camino de acceso de diferentes comunidades de esta zona.

Con la realización del diseño geométrico aplicando el Software Civil 3D 2015, se pretende crear un documento práctico que sirva de apoyo a los interesados en el área de vialidad para usar esta tecnología, cumpliendo con un diseño geométrico que tome en cuenta los principales actores de las características del tránsito, usuarios, vehículos, carreteras y controles, así también que brinde las condiciones óptimas de seguridad y eficiencia en los costos de operación de los vehículos.

## 1.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

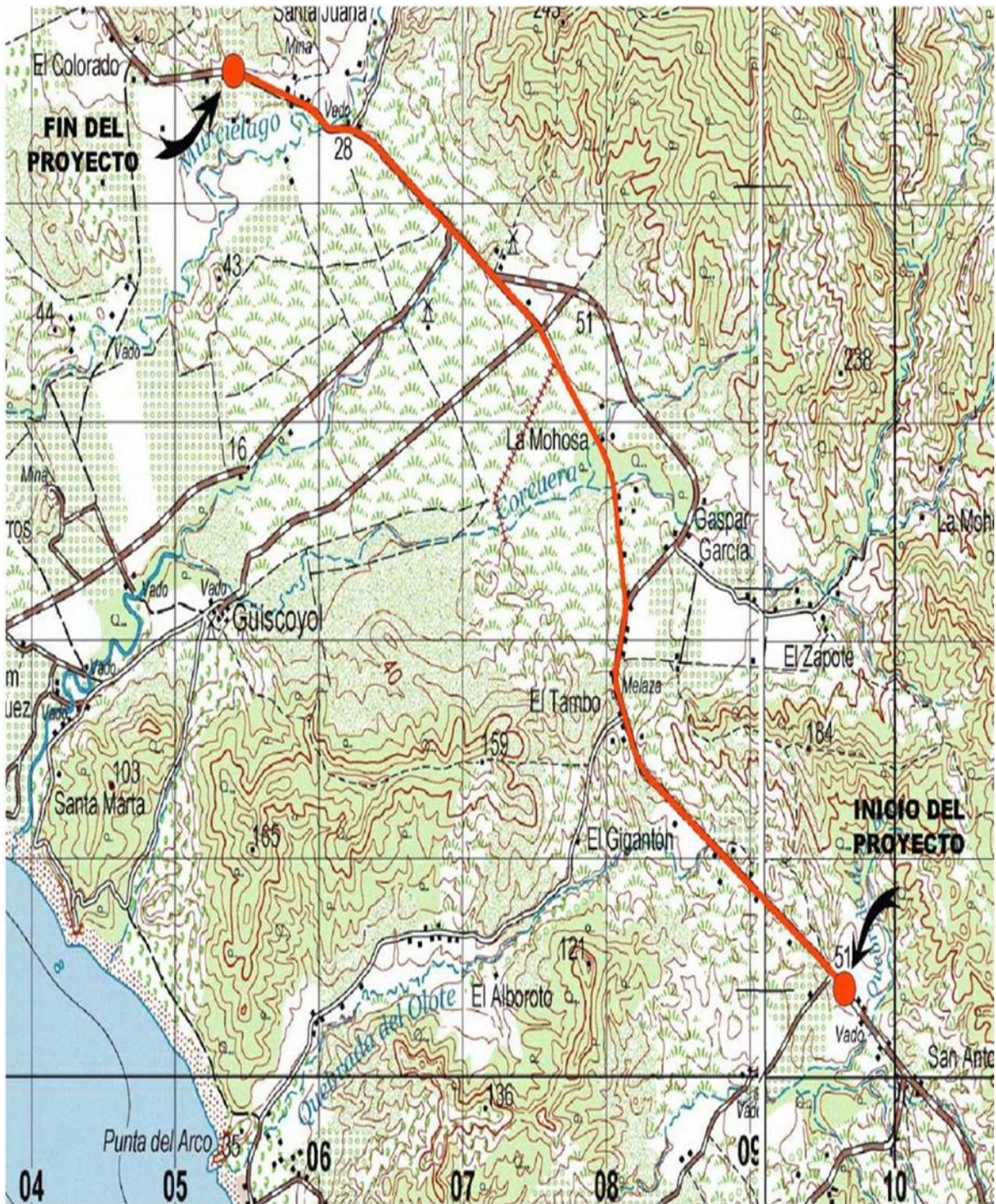
Figura 1. Macro localización.



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).



Figura 2. Micro localización.



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

### 1.3 ANTECEDENTES

El tramo en estudio es el principal acceso a la zona turística de playa del municipio de Tola, en torno a él están establecidas diferentes comunidades como el Gigantón, el Tambo, el Zapote, el Gaspar García, la Mohosa, el Ojochal, el Güiscoyol y la Iguana. La infraestructura básica encontrada en el borde de la vía son las viviendas de los pobladores, además de la infraestructura social, tales como una casa comunitaria de un proyecto de productores, escuela, cementerio, caseta en la parada de bus, etcétera.

La superficie de rodamiento de la vía actual, se observa bien delimitada, revestida con material granular compacto, el que se observa en buen estado en diferentes sectores de la trayectoria, lo cual es producto del proceso de mantenimiento que con frecuencia esta siendo sometida por las autoridades edilicias del municipio de Tola.

En Nicaragua las mejoras del sistema vial a través del diseño geométrico asistido por computadora (Civil 3D) que ayuda a la elaboración de proyectos de ingeniería civil con mayor facilidad y exactitud, ha ocupado un lugar preponderante fundamentalmente en el marco de la economía nacional.

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), indica a las empresas consultoras a través de los términos de referencia, que los diseños geométricos de carreteras se pueden realizar usando el Software Civil 3D, sin embargo los informes o documentos técnicos, deberán ser entregados con su respectiva copia en archivo electrónico (archivos de Auto Cad o pdf).

Algunos de los diseños geométricos de carreteras asistidos por el software Civil 3D realizados a través de las autoridades del Ministerio de Transporte e Infraestructura, se encuentra: Comalapa-Camoapa (4.4 km) en el departamento de Boaco, que finalizó en los primeros días de octubre del año 2015. En el año 2015 Susucayán-Las Vueltas (8.27 km) en el municipio de El Jícaro, departamento de Nueva Segovia; Las Sabanas-San José de Cusmapa (11.29 km) departamento de Madriz. En el año 2014 Santo Domingo-La Libertad (10 km) departamento de Chontales; otros proyectos asistidos por el software son: Camino Rivas-Veracruz (8.0 Km) en el departamento de Rivas; Camino Santa Lucia-Boaco (4.80km) en el departamento de Boaco; Empalme Terrabona-Terrabona (17.16 km) ubicado en los municipios de Ciudad Darío y Terrabona del departamento de Matagalpa.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

El gobierno de Nicaragua, a través de diferentes instituciones ha mostrado mayor interés en el desarrollo de la infraestructura vial de municipios y comunidades con alto potencial económico y social. Implementando programas para el mejoramiento de las vías terrestres, lo cual demanda agilidad y eficiencia de las actividades de gabinete y de manera especial el Diseño Geométrico de Carreteras, para crear diferentes alternativas y seleccionar la que genere mejores beneficios a las zonas de influencias de los proyectos que se pretendan ejecutar.

El tramo en estudio Empalme El Gigante – El Murciélago que se emplaza en una zona de alto potencial turístico, de productores agrícolas y ganaderos, de inversiones en desarrollo habitacionales, demanda el mejoramiento de las condiciones actuales del camino objeto de estudio.

Para dar solución a las diferentes problemáticas, se requiere un diseño geométrico que proporcione seguridad, capacidad y calidad del transporte, debido que la evaluación de la infraestructura vial y las políticas de desarrollo económico actuales, buscan conservar, mejorar, ampliar y construir nuevas carreteras que cumplan rigurosamente las normas técnicas vigentes y/o se desarrollen procedimientos y técnicas de ingeniería vial nuevas que conlleven a un desarrollo económico sostenible para las generaciones actuales y futuras.

La importancia de este tema, además de proponer el diseño geométrico vial, es incentivar al personal interesado en el área de vialidad a implementar los avances tecnológicos aplicando el software Civil 3D 2015 para brindar un documento práctico sobre el tema en análisis, basado en un proyecto real a partir de una base de datos de puntos COGO que sirva de apoyo a otros proyectos de carreteras.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **a. Objetivo general**

Realizar el diseño geométrico del tramo de camino Empalme El Gigante - El Murciélago, para proporcionar seguridad, capacidad y calidad del transporte, utilizando el software Civil 3D 2015.

### **b. Objetivos específicos**

1. Crear un archivo de proyecto del tramo en estudio, para producir un soporte de los análisis y cambios del diseño dinámico, en el software Civil 3D 2015.
2. Generar una superficie digital del terreno (DTM), que represente la geometría tridimensional del mismo.
3. Diseñar el alineamiento horizontal y vertical, estableciendo armonía en los trazos de acuerdo a la norma A Policy on Geometric Design of Highways and Streets de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 2004 y Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial, 3a. Edición, 2011.
4. Definir los parámetros de diseño (peralte, transiciones, sobreechanco, distancias de visibilidad de parada y de rebase), con la finalidad de brindar seguridad al conductor según las normas antes mencionadas.
5. Generar las vistas de las secciones transversales de todo el alineamiento, para representar el comportamiento del terreno y la sección típica adoptada, a través del Software.
6. Generar planos planta-perfil, secciones típicas, diagrama de masa, que representen el diseño geométrico del tramo en estudio por medio del programa.
7. Elaborar un documento práctico que sirva de referencia, a personas interesadas en el diseño geométrico de vías utilizando el software Civil 3D.



## **CAPÍTULO II.**

### **DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS**



## **CAPÍTULO 2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto integral de carreteras, ya que se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía, velocidades, de modo que satisfaga de la mejor manera aspectos como la seguridad, comodidad, la funcionalidad, la economía, la estética y la compatibilidad con el medio ambiente. El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales, el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y el diseño transversal; estos se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente.

### **2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE VÍAS**

Los factores que intervienen en el diseño definitivo de una vía, se pueden agrupar en externos e internos; los externos se relacionan con la topografía, la economía, la conformación geológica y geotécnica del terreno, el volumen y las características del tránsito, entre otros. Y los internos contemplan las velocidades a tener en cuenta para el diseño y los efectos operacionales de la geometría, especialmente los vinculados con la seguridad y estética, sin embargo en el presente documento, de los factores externos mencionados solo se tratarán los factores de Topografía y Tránsito, debido a que el documento se volvería amplio e implicaría costos adicionales que no podríamos asumir.

#### **2.2.1 Topografía**

La topografía es el factor esencial para la localización física de la vía, para lo cual su estudio es fundamental, ya que proporciona la información de campo para el diseño geométrico de la carretera, permite la cuantificación de volúmenes de obra, permite el establecimiento de puntos de control, además define los alineamientos horizontales, las pendientes, distancias de visibilidad (de parada o de rebase), el peralte, las obras de drenaje y las secciones transversales, entre otros.

Para realizar la construcción de una carretera y tratar que sea lo más económico posible, hay que procurar que la distancia entre los puntos inicio y fin del tramo sea la menor posible, al igual que el movimiento de tierra, siempre y cuando se cumplan las normas y principios del diseño geométrico. Todas estas condiciones

no son fáciles de lograr en un proyecto, pero deben lograrse en él las mayores ventajas y para esto se tiene que tener dominio del relieve del terreno, planos y fotos aéreas de la zona donde se va a realizar la construcción.

Las condiciones topográficas de la región son un factor muy importante al seleccionar la situación de un nuevo trazado y son las que primero deben ser analizadas para poder establecer las diferentes alternativas de unión entre los puntos extremos a enlazar. Según las condiciones topográficas, se pueden definir tres tipos de trazados, los cuales se describen a continuación:

**Trazado en valle:** Este trazado sigue el curso de un río. En dependencia de las condiciones topográficas y geológicas; este trazado puede estar ubicado en un mismo lado del río o cruzándolo hacia uno y otro lado. El eje de la vía puede situarse directamente al lado del río; en terraplén o si fuese necesario a media ladera.

La ubicación de poblaciones e industrias cercana a las corrientes, es su principal ventaja ya que se encuentra en directo contacto con ellas, sin embargo generan gran cantidad de obras hidráulicas, así como el aumento en la longitud del trazado. Ver figura 3.

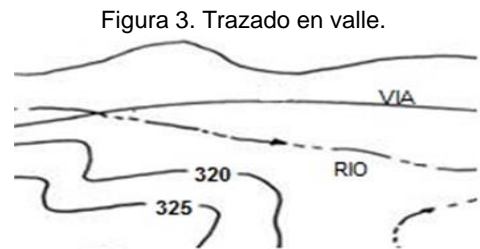


Figura 4. Trazado por la divisoria de las aguas.

**Trazado por la divisoria de las aguas:** Se sitúa sobre la divisoria de las aguas. Se podría llamar como el ideal, ya que el movimiento de tierra resulta ser menor y además, disminuyen considerablemente los problemas de drenaje, su mayor desventaja son los perfiles muy ondulados. Ver figura 4.

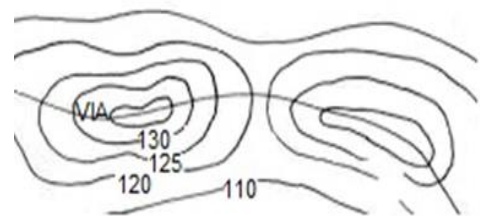
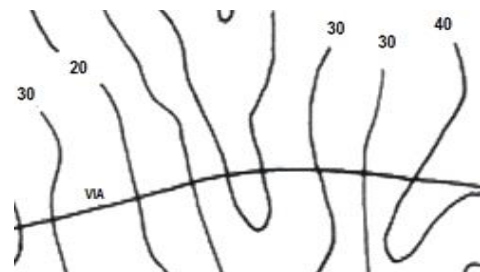


Figura 5. Trazado perpendicular a la divisoria.

**Trazado perpendicular a la divisoria:** Este trazado es el de mayor probabilidad de ocurrencia, presenta la ventaja de obtener un acortamiento del trazado, pero genera un perfil muy ondulado y en terrenos montañosos, grandes movimientos de tierra. Ver figura 5.



Existen otros factores que influyen en el proyecto de una carretera, dentro de los cuales se encuentran un gran número de estudios que están condicionados por el trazado y el diseño geométrico. No existe un orden lógico en la ejecución de los diferentes estudios, pero algunos de ellos son indispensables para la ejecución de otros. Se debe tomar en cuenta, que hay estudios básicos o indispensables que se deben llevar a cabo para demostrar la viabilidad del proyecto y por ende deben ser ejecutados antes de iniciar el resto.

## 2.2.2 Tráfico

El tráfico se define como el tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, carreteras, caminos, etc. A través del estudio de tráfico se determina el tránsito promedio diario anual del camino (TPDA), la clasificación de la vía, la sección transversal, los niveles de servicio, entre otros.

### 2.2.2.1 Vehículos de diseño

Se considera vehículo para el transporte por carretera, todo artefacto o aparato destinado al transporte de personas o carga, utilizado para circular por las vías; el vehículo de diseño condiciona distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera, por ejemplo, el ancho del vehículo, y la distancia entre sus ejes. Las dimensiones típicas de los vehículos de diseño se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones de vehículos de diseño.

		METRIC											
		Dimensions (m)											
Design Vehicle Type	Symbol	Overall			Overhang								Typical Kingpin to Center of Rear Axle
		Height	Width	Length	Front	Rear	WB1	WB2	S	T	WB3	WB4	
Passenger Car	P	1.3	2.1	5.8	0.9	1.5	3.4	—	—	—	—	—	—
Single-Unit Truck	SU	3.4-4.1	2.4	9.2	1.2	1.8	6.1	—	—	—	—	—	—
<b>Buses</b>													
Intercity Bus (Motor Coaches)	BUS-12	3.7	2.6	12.2	1.8	1.9 <sup>a</sup>	7.3	1.1	—	—	—	—	—
	BUS-14	3.7	2.6	13.7	1.8	2.6 <sup>a</sup>	8.1	1.2	—	—	—	—	—
City Transit Bus	CITY-BUS	3.2	2.6	12.2	2.1	2.4	7.6	—	—	—	—	—	—
Conventional School Bus (65 pass.)	S-BUS 11	3.2	2.4	10.9	0.8	3.7	6.5	—	—	—	—	—	—
Large School Bus (84 pass.)	S-BUS 12	3.2	2.4	12.2	2.1	4	6.1	—	—	—	—	—	—
Articulated Bus	A-BUS	3.4	2.6	18.3	2.6	3.1	6.7	5.9	2	4	—	—	—

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets AASHTO 2004. Pag. 16.

### 2.2.2.2 Volúmenes de tránsito

El volumen de tránsito se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado, de un carril o de una calzada, durante un período determinado. La medición de los volúmenes del flujo vehicular se obtienen mediante aforos volumétricos de tránsito y el estudio de las intersecciones si las hubiese adecuado al diseño, para realizar estas mediciones se cuenta con los siguientes elementos:

**El Tránsito Promedio Diario Anual, TPDA:** El TPDA se define como el volumen o número total de vehículos que pasan durante un año, es decir se divide la cantidad de vehículos entre los 365 días que corresponden al año.

**El Tránsito de la Hora Pico:** El tránsito de la hora pico, recoge la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que se registra en un año ni a la hora promedio, sino a una hora intermedia que admita cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas que podrían quedar insatisfechas o con menores niveles de comodidad para la conducción.

**El Factor de Hora Pico, FHP:** Es la relación entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de quince minutos dentro de esa hora pico, es decir que al afectar los volúmenes horarios de diseño por este factor, se están asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda, a las cuales debe responder la propuesta de solución de reconstrucción, mejoramiento o ampliación de una carretera determinada.

**La Composición del Tránsito:** Juega un papel determinante en el diseño y los espesores de pavimento, cuantificando la cantidad de vehículos pesados que circulan y su equivalencia en automóviles livianos dependiendo de las pendientes y distancia de visibilidad.

**La Distribución Direccional de las Corrientes de Tránsito (D):** El volumen del tránsito en ambos sentidos de circulación en una carretera de dos o más carriles, se muestra según la intensidad del tránsito durante la hora pico, no siempre ambos carriles estarán cargados con la misma cantidad de vehículos y esto influye en la necesidad de incrementar el número de carriles.

**Proyecciones de la Demanda de Tránsito:** La proyección de la demanda de tránsito permite estimar la cantidad de volumen de tránsito para cierto período de tiempo; para una carretera que se pretenda rehabilitar, la proyección se hace para diez años, sin embargo para carreteras nuevas, éste periodo será para veinte años, siendo esto la base del diseño. La ecuación de la proyección de demanda de tráfico se expresa a continuación<sup>1</sup>:

Donde: 
$$TPDA_i = TPDA_0 (1 + TC)^n$$

TPDA<sub>i</sub>= Cantidad de vehículos en el año “n”.

TPDA<sub>0</sub>= Cantidad de vehículos al inicio del período de diseño.

TC= Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

<sup>1</sup>Anuario de Aforos de Tráfico 2015. Pag. 14.



### 2.2.2.3 Las velocidades<sup>2</sup>

La velocidad de los vehículos sobre un camino o carretera depende, además de la capacidad de los conductores y sus vehículos, de las características físicas de la carretera, la cantidad de interferencias en los lados de la carretera, condiciones climáticas, la presencia o interferencia de otros vehículos y las limitaciones de la velocidad.

**Velocidad de operación:** Es la velocidad a la que los conductores son observados operando su vehículo bajo condiciones favorables.

**Velocidad de diseño:** Es la velocidad seleccionada para determinar varias características geométricas de la carretera, la velocidad de diseño asumida debe ser consistente con la topografía, el uso de tierra adyacente y la clasificación funcional de la carretera. Algunas características de diseño tales como curvatura, peralte y distancia de visibilidad, están directamente relacionadas con la velocidad de diseño y varían apreciablemente dentro de ella.

**Velocidad de ruedo:** La velocidad a la cual un vehículo viaja en un tramo de carretera, es conocida como velocidad de ruedo; es la longitud del tramo de la carretera dividida entre el tiempo requerido para que el vehículo recorra ese tramo.

### 2.2.2.4 Las capacidades de las carreteras<sup>3</sup>

Un objetivo principal del análisis de capacidad, es estimar el número razonable máximo de vehículos que una carretera puede acomodar con razonable seguridad, durante un período de tiempo. Las condiciones generales de operación para los niveles de servicio se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Condiciones generales de operación para los niveles de servicio.

Nivel de Servicio	Descripción
A	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación.
B	Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito.
C	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad.
D	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar.
E	Flujo inestable, suceden pequeños enbotellamientos.
F	Flujo forzado, condiciones de "pare y siga", congestión de tránsito.

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial, 3a. Edición, 2011. Pag. 60.

<sup>2,3</sup>Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial, 3a. Edición, 2011. Pag. 53-55,57.

## 2.3 CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño que se aplican en los distintos casos de estudios, correspondientes al trazo en planta, trazo en perfil y sección típica, se establecen mediante normas y recomendaciones que el proyectista debe respetar y en lo posible, dentro de límites económicos razonables, superar, para lograr un trazado que satisfaga las necesidades del tránsito y brinde la calidad del servicio que se pretende obtener de la carretera.

### 2.3.1 Trazo en planta

El trazo en planta es la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal, el cual está formado por la sucesión de tramos rectos (tangentes) y tramos curvos; los tramos curvos pueden ser curvas simples o compuestas, las cuales pueden ser unidas a los tramos en tangentes mediante curvas de transición (Clotoides).

#### Criterios para trazo en planta<sup>4</sup>

- ✓ Se debe evitar el exceso de curvatura o una pobre combinación de estas, ya que limita la capacidad de una carretera, causando pérdidas económicas por el incremento de los tiempos de viaje y los costos de operación. En estas condiciones, un trazo directo entre los puntos de referencia obligada es lo deseable.
- ✓ Procurar que el alineamiento horizontal, sea directo como lo permita la topografía, es decir, un trazado que se acomode al terreno natural es preferible.
- ✓ El uso de curvas con radios mínimos de diseño deben evitarse, excepto en las condiciones más críticas que plantee el desarrollo del proyecto.
- ✓ En general el ángulo de deflexión para cada curva debe ser tan pequeño como sea posible, en la medida que las condiciones topográficas lo permitan.
- ✓ Las curvas cerradas (con radios pequeños) no deben proyectarse al extremo de tangentes de gran longitud, para evitar cambios abruptos de secciones con amplias y bien desarrolladas curvas y tangentes.
- ✓ Al usar curvas compuestas, el radio de la curva circular mayor no debe exceder el 50% de la curva de menor radio.
- ✓ Debe evitarse el uso de curvas del mismo sentido con una tangente corta entre ellas.

---

<sup>4</sup>Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial, 3a. Edición, 2011. Pag. 113-115.

- ✓ Los radios de curvatura proyectados deberán producir curvas horizontales amplias en su desarrollo entre PC y PT.<sup>5</sup>
- ✓ No se permitirán radios de curvatura con valores mayores a 7,000 metros.<sup>6</sup>
- ✓ En los puntos de intersección (PI) en que resulten ángulos de deflexión a valores igual o menor a los 20 minutos, no se aplicarán radios de curvatura para la generación de curvas horizontales, solo se establecerá la deflexión.<sup>7</sup>
- ✓ Entre el final de una curva (PT) y el inicio de la siguiente curva (PC) en situaciones de curvas reversas o de sentido contrario, se procurará exista una distancia tangencial (recta) por lo menos el equivalente al 50% de la sumatoria de las longitudes de transición correspondientes a la curva de salida y la de entrada.<sup>8</sup>
- ✓ Para situaciones de curvas en el mismo sentido, se procurará exista una coincidencia (PCC) correspondiente a los puntos (PT) de la primera curva y el punto de inicio (PC) de la siguiente curva, de no ser posible lo anterior, la distancia entre ambos puntos deberá ser menor a 5m.<sup>9</sup>

### 2.3.2 Trazo en perfil

El trazo en perfil de una carretera, es la proyección del eje de la vía en un plano vertical paralelo. El eje del alineamiento vertical está formado por una serie de tramos rectos o tangentes conectados por curvas verticales parabólicas, ya sean convexas (cresta) o cóncavas (columpios).

#### Criterios para trazo en perfil<sup>10</sup>

- ✓ La condición topográfica influye en diversas formas al definir la rasante:
  - En terrenos planos: La altura de la rasante sobre el terreno es regulada generalmente por el drenaje.
  - En terrenos ondulados: Se adoptan rasantes onduladas, las cuales conviene en razón de la operación de los vehículos, como por la economía del costo.
  - En terrenos montañosos: La rasante es controlada estrechamente por las condiciones y restricciones de la topografía.
- ✓ Una subrasante suave con cambios graduales es consistente con el tipo de camino y es carácter del terreno.
- ✓ Es importante el redondeo de cimas y depresiones para que no hagan el efecto de puntos angulosos. La variación de altura debe ser lo más gradual posible.
- ✓ Deben observarse y analizarse las rasantes ondulantés que desde el punto de vista dinámico benefician el tránsito.

<sup>5-9</sup>Manual Para La Revisión De Diseños Geométricos, MTI Capítulo 3. Pag. 36.

<sup>10</sup>Documento de Apoyo de Asignatura de Diseño Geométrico de Vías, UNI, Unidad II. Pag. 30-31.



- ✓ Dos curvas verticales sucesivas y en la misma dirección separados por una tangente vertical corta, deben ser evitadas, particularmente en columpios donde la vista de ambas curvas verticales no es agradable.<sup>11</sup>
- ✓ Un perfil escalonado es preferible a una sola pendiente sostenida, porque permite aprovechar el aumento de velocidad previo al ascenso y el correspondiente impulso, pero solo puede adaptarse tal sistema para vencer desniveles pequeños o cuando no hay limitaciones en el desarrollo horizontal.<sup>12</sup>
- ✓ Los carriles auxiliares de ascenso deben ser considerados donde la longitud crítica de la pendiente está excedida y donde el volumen horario del proyecto excede del 20% de la capacidad de diseño para dicha pendiente, en el caso de caminos de dos carriles y del 30% en el caso de caminos de varios carriles.<sup>13</sup>
- ✓ Pendiente mínima: Para que el agua pueda correr por las cunetas, la línea de fondo de éstas deberá tener como mínimo una pendiente de 0.50 % y deberá ser la misma pendiente que la subrasante, también para ésta la pendiente mínima es 0.5%, siendo el mínimo recomendable de 1%. En los terraplenes puede ser nula.<sup>14</sup>
- ✓ Una carretera provista de un carril de ascenso, no debe verse como una carretera de tres carriles; el carril del extremo derecho o de ascenso es para uso exclusivo de los vehículos pesados de circulación más lenta, quedando el carril central únicamente para las maniobras de adelantamiento.<sup>15</sup>
- ✓ Las curvas verticales en columpio deben evitarse en secciones en corte, a menos que existan facilidades para las soluciones de drenaje.<sup>16</sup>
- ✓ En pendientes largas puede ser preferible colocar las pendientes mayores al pie de la pendiente y aliviarlas hacia el final o, alternativamente, intercalar pendientes suaves por cortas distancias para facilitar el ascenso.<sup>17</sup>
- ✓ Los alineamientos ondulados, que involucran longitudes sustanciales de pendientes, pueden ser indeseables en el caso de vehículos pesados que pueden incrementar excesivamente su velocidad.<sup>18</sup>
- ✓ Evitar el efecto de montaña rusa, que ocurre en alineamientos relativamente rectos, donde el perfil longitudinal de la rasante se ajusta a las suaves irregularidades de un terreno ligeramente ondulado.<sup>19</sup>
- ✓ Las pendientes longitudinales máximas solo deben emplearse en casos extremos.

<sup>11-14</sup> Documento de Apoyo de Asignatura de Diseño Geométrico de Vías, UNI, Unidad II. Pag. 31, 61.

<sup>15</sup> Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales, 2da. Edición 2004. Pag 4-75.

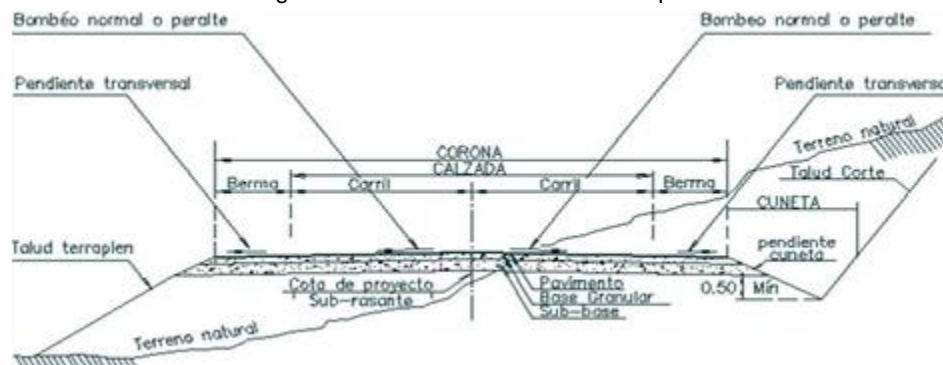
<sup>16-19</sup> Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial, 3a. Edición, 2011. Pag. 128.

### 2.3.3 Sección típica de la vía

La sección típica de una carretera es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Dentro de los elementos que forman la sección típica están, el derecho de vía, la calzada, bermas, carriles, cunetas, taludes, entre otros, (ver figura 6). Su importancia radica en la generación de las secciones transversales, las cuales generalmente se obtienen a cada 20m, siguiendo el kilometraje del respectivo alineamiento, sin embargo a veces se requieren en puntos intermedios especiales.

Figura 6. Elementos de una sección típica.



### 2.3.4 Armonía del trazo planta y perfil

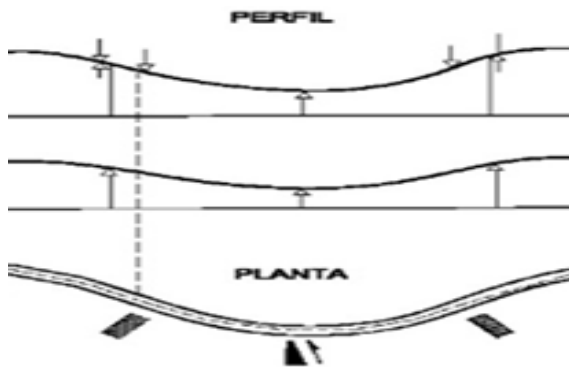
Los alineamientos horizontales y verticales no deben ser considerados independientes en el proyecto, ya que se complementan el uno al otro. Aunque ambos tengan características particulares en su proyección; se debe analizar la armonización o combinación entre ellos. La armonía entre ambos trazados apunta a producir niveles aceptables de visibilidad, comodidad, agrado visual y de servicio en general, mediante una correcta elección de los elementos en planta y perfil. Para lograr una adecuada coordinación entre ambos trazados, se presentan a continuación las siguientes condiciones:<sup>20</sup>

- ✓ La curvatura y las pendientes deben estar balanceadas: Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes o largas corresponden a diseños pobres.
- ✓ No debe proyectarse curvas horizontales forzadas en o cerca de cimas o de una curva vertical en cresta pronunciada.

<sup>20</sup>Documento de Apoyo de Asignatura de Diseño Geométrico de Vías, UNI, Unidad II. Pag. 32-33.

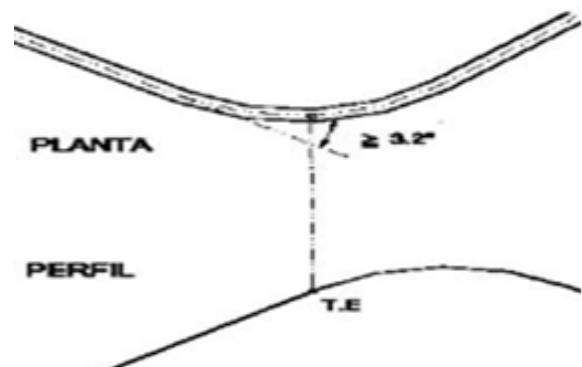
- ✓ La curvatura vertical sobrepuesta a la curvatura horizontal generalmente da como resultado una vía más agradable a la vista, pero debe ser analizada tomando en cuenta el tránsito.
- ✓ No deben proyectarse curvas horizontales forzadas en o cerca de un punto bajo de una curva vertical en columpio, porque el camino da la impresión que está cortado.<sup>21</sup>
- ✓ Los puntos de inflexión en planta y en perfil deben aproximadamente coincidir y ser iguales en cantidad a lo largo de un tramo.<sup>22</sup> (Ver figura 7).
- ✓ La visión que el conductor tiene de la carretera, le produce una serie de impresiones. Si éstas son poco claras o desvían su atención, la conducción se hace tensa o distraída y las posibilidades de accidentes aumentan, por lo tanto las condiciones ideales para el conductor son aquellas en las que la visión de la carretera es dinámicamente estable y su transcurso posterior predecible.<sup>23</sup>
- ✓ La superposición de curvas horizontales y verticales, deben facilitar el drenaje al combinar puntos de pocas inclinaciones longitudinales (vértices de las curvas) con puntos de peraltes mayores y puntos de poca inclinación transversal (transición de peralte) con otros de inclinación longitudinal máxima. Esta superposición es conveniente para curvas horizontales y verticales que no permitan el adelantamiento.<sup>24</sup> (Ver figura 8).

Figura 7. Relación entre los puntos de inflexión en planta y perfil.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico Para Carreteras (DG-2001). Pag. 326

Figura 8. Superposición de curvas horizontales y verticales.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico Para Carreteras (DG-2001). Pag. 326.

<sup>21</sup>Documento de Apoyo de Asignatura de Diseño Geométrico de Vías, UNI, Unidad II. Pag. 33.

<sup>22, 23</sup>Manual Para La Revisión De Diseños Geométricos, MTI Capítulo 3, Pag. 43.

<sup>24</sup>Manual de Diseño Geométrico Para Carreteras (DG-2001). Pag.324 inciso b.

# CAPÍTULO III. GESTIÓN DE PUNTOS COGO



## CAPÍTULO 3. GESTIÓN DE PUNTOS COGO

### 3.1 INTRODUCCIÓN

Civil 3D es un software de última generación que permite realizar una amplia gama de tareas relacionadas con la ingeniería civil, la topografía y el dibujo. Con Civil 3D puede crear relaciones inteligentes entre objetos de dibujo para que los cambios realizados en su diseño se actualicen dinámicamente en todo el dibujo. Los puntos creados con Civil 3D se denominan puntos COGO (Coordinate Geometry, Geometría de coordenadas) y son diferentes de los nodos de punto de AutoCAD. Los nodos de punto de AutoCAD sólo tienen asociados datos de coordenadas (X, Y, Z), sin embargo, los puntos COGO, además de coordinar datos, tienen varias propiedades asociadas, incluido el número y nombre de punto, código original (campo) y descripción completa (ampliada). Las propiedades asociadas a los puntos son únicas. Los puntos son componentes básicos de Civil 3D. Se pueden utilizar puntos en proyectos de desarrollo de terreno para identificar ubicaciones fijas y elementos de diseño existentes.

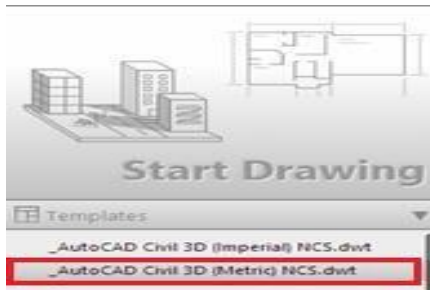
### 3.2 INTERFAZ DE USUARIO

Es primordial conocer las configuraciones básicas que presenta Autodesk Civil 3D, cuya interfaz es similar a los programas de la familia de Autodesk, por lo que, no será muy complicado su manejo para los ya conocedores del Autodesk AutoCAD.

Es así, que inicialmente se debe conocer la interfaz del programa, sus virtudes y limitaciones, que nos servirán luego para trabajar con estilos, etiquetas, entidades, componentes, plantillas, etc. Desde ya el tratamiento del programa para el presente documento, va enfocado al desarrollo de un proyecto vial, por lo que la gran mayoría de las configuraciones están desarrolladas para cubrir las necesidades que este tipo de proyecto demanda.

**Selección de plantilla:** Para crear un nuevo archivo es necesario tomar como base una plantilla de dibujo (template), la cual contiene todas las configuraciones personales para la elaboración y presentación de un proyecto, para ello, se procederá a abrir el software Civil 3D 2015, para este caso se trabajará con la versión 2015 en inglés. Luego se accede a las plantillas a través del desplegable “Templates” y se selecciona la plantilla “\_AutoCAD Civil 3D (Metric) NCS.dwt”, (se selecciona esa plantilla en caso de no contar con una plantilla propia como es el caso a ejecutar), ver figura 9.

Figura 9. Selección de plantilla.



Al abrir el programa, se procede a guardar el archivo, luego se debe asignar un nombre, en este caso se nombró “DG\_EMPALME GIGANTE-MURCIÉLAGO”.

Civil 3D cuenta con una interfaz sencilla, compuesta en la parte superior por la barra de Menú y el Ribbon. Una vez que se ingresó al programa, se procede a distinguir su entorno y a diferenciar cada una de las herramientas.

El Ribbon es una localización central para acceder comandos, se compone de pestañas y paneles y cada panel contiene múltiples herramientas, estos se pueden observar en la figura 10.

Figura 10. Ribbon.



El Ribbon también cuenta con la barra Toolspace, la cual contiene toda la información del proyecto (puntos, superficies, alineamientos, perfiles, corredores, secciones, etc.), desde aquí se puede editar y controlar las propiedades de todos los objetos. Los principales componentes de la barra Toolspace son:

- **Propector:** Muestra información de los objetos del dibujo, permite la administración de los dibujos y su información, es decir cada vez que se importen puntos, generen superficies, alineamientos etc. se verán reflejados en esta pestaña.
- **Settings:** En esta pestaña se maneja los estilos de los objetos, de las etiquetas y de las características del dibujo, también los parámetros de estos, tales como unidades, escala, estilos, etcétera.
- **Survey:** Permite manejar el banco de información sobre la topografía de campo.
- **Toolbox:** Crea reportes externos sobre objetos de civil 3D. Ver figura 11.

Figura 11. Pestaña Toolspace.



### 3.3 CONFIGURACIÓN Y ESTILOS DEL DIBUJO

La configuración y los estilos de puntos, nos permiten controlar la apariencia de un símbolo de punto y una etiqueta de punto en el dibujo.

**Creación de una capa:** Todos los objetos tienen una capa base en la que residen físicamente y capas de componentes que controlan la visualización de los componentes de los objetos.

A continuación se creará una capa para las etiquetas que se emplearán en los dibujos. Para ello se realiza lo siguiente: Insertar el comando “Layer (LA)” y presionar Enter, en el cuadro que se despliega (ver figura 12), seleccionar la opción “New Layer”, correspondiente al recuadro enmarcado de color rojo.

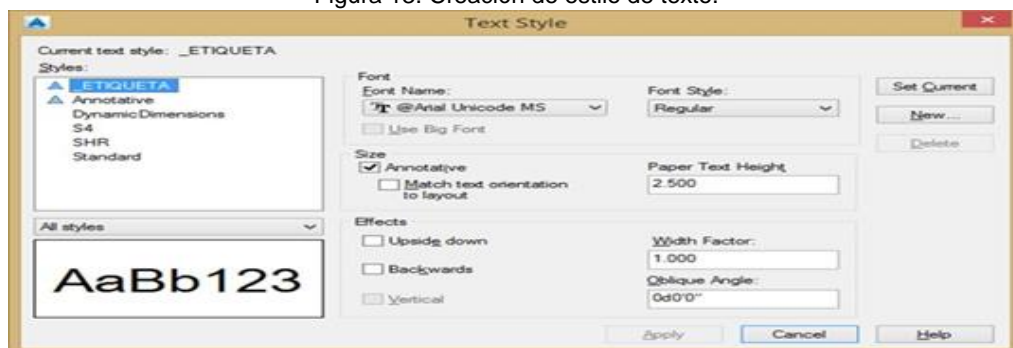
Luego se llenan los campos que se desean para las propiedades de la capa, es decir, el nombre y color que se le dará, el tipo de línea, entre otros. En este caso se nombrará como “\_ETIQUETA”, el resto de propiedades se dejan tal y como se presenta en la figura 12.

Figura 12. Propiedades de capa.



**Creación de un estilo de texto:** Se creará un estilo de texto, cuyo nombre en este caso, será igual al de la capa que se creó anteriormente, es decir “\_ETIQUETA”, este estilo de texto, se realiza con el fin que todos los textos utilizados en los dibujos posean el mismo estilo. Para ello, Insertar el comando “STYLE (ST)” y presionar Enter, en el cuadro que se despliega “Text Style” (Estilo de texto), hacer click izquierdo en “New” (para crear el nuevo estilo de texto), luego se le asigna el nombre “\_ETIQUETA”; el resto de configuraciones se dejan tal como se muestra en la figura 13. Finalmente hacer click izquierdo en Apply y cerrar el cuadro.

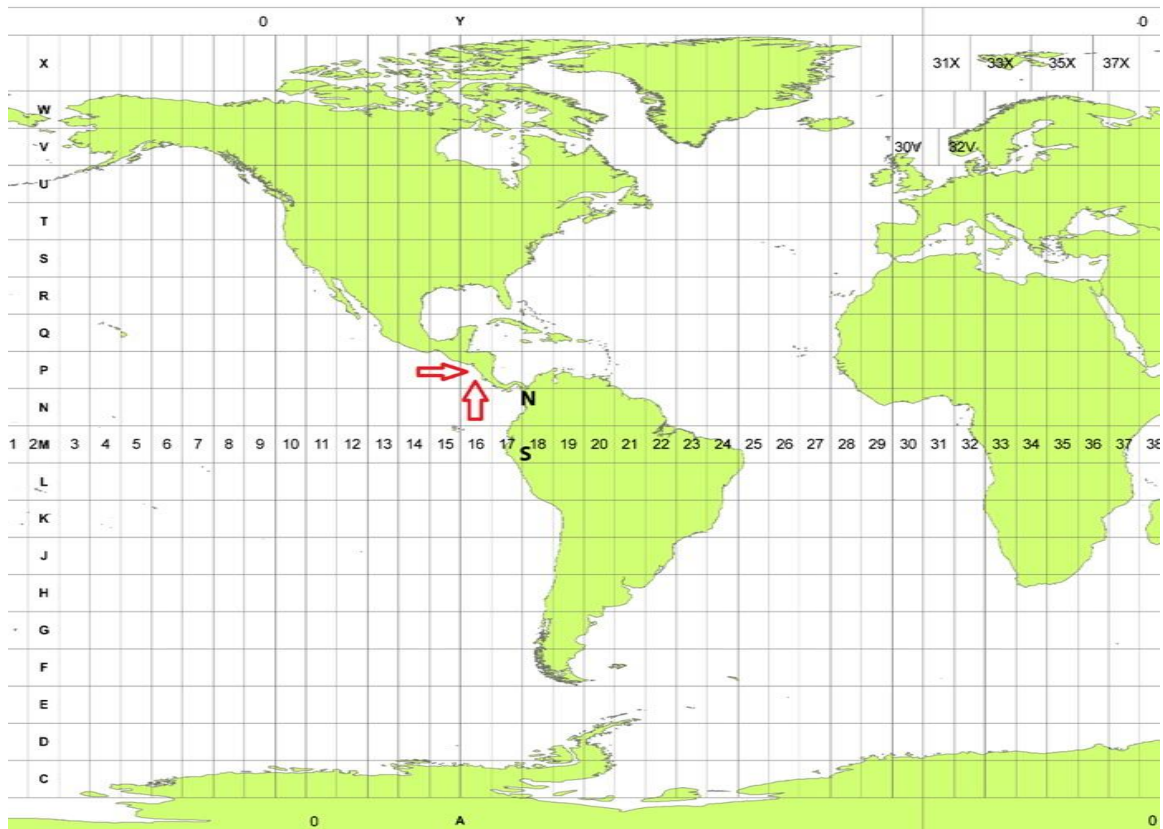
Figura 13. Creación de estilo de texto.





**Configuración de los parámetros del dibujo:** Dentro de la configuración de los parámetros del dibujo, está definir el sistema de coordenadas a usar, las unidades, escalas y demás opciones que nos permitan trabajar de manera ordenada en el proyecto de diseño. Para ello es necesario seleccionar la ubicación donde se llevará a cabo el proyecto, el cual corresponde a la zona 16 Norte, según el mapa global de zonas UTM, ver figura 14.

Figura 14. Mapa global de zonas UTM.



Al igual que la ubicación del proyecto, es necesario definir el sistema de coordenadas con el cual se trabajará, en este caso corresponde a “WGS 84 DATUM”. Para definir en el Software Civil 3D los datos anteriormente mencionados, se realiza lo siguiente: Ubicarse en pestaña Settings de Toolspace, y seleccionar el nombre que se le asignó al dibujo, en este caso es “DG\_EMPALME GIGANTE-MURCIÉLAGO”, luego hacer click derecho y seleccionar “Edit Drawing Settings”, ver figura 15.

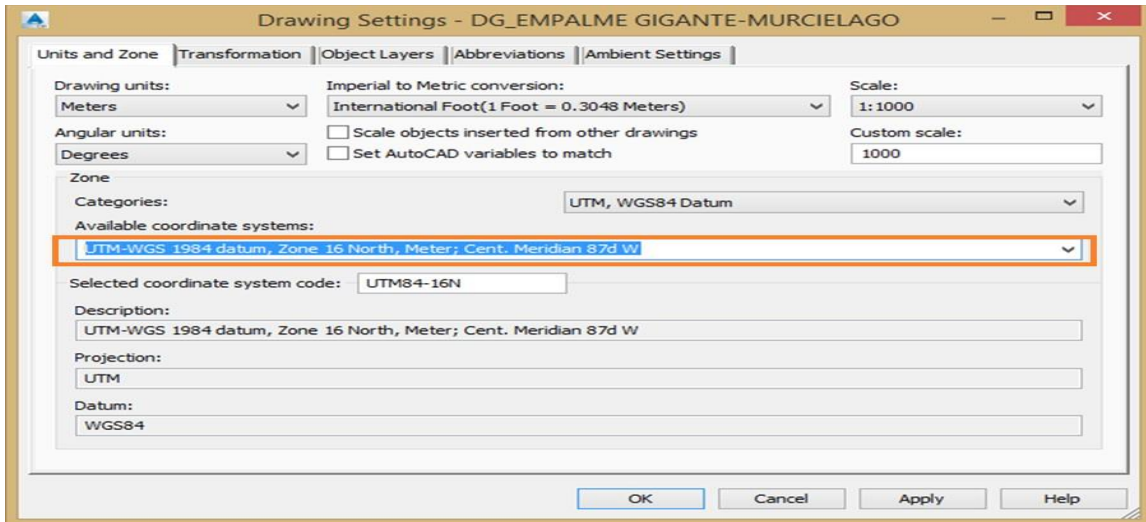
Figura 15. Edición de los parámetros del dibujo.





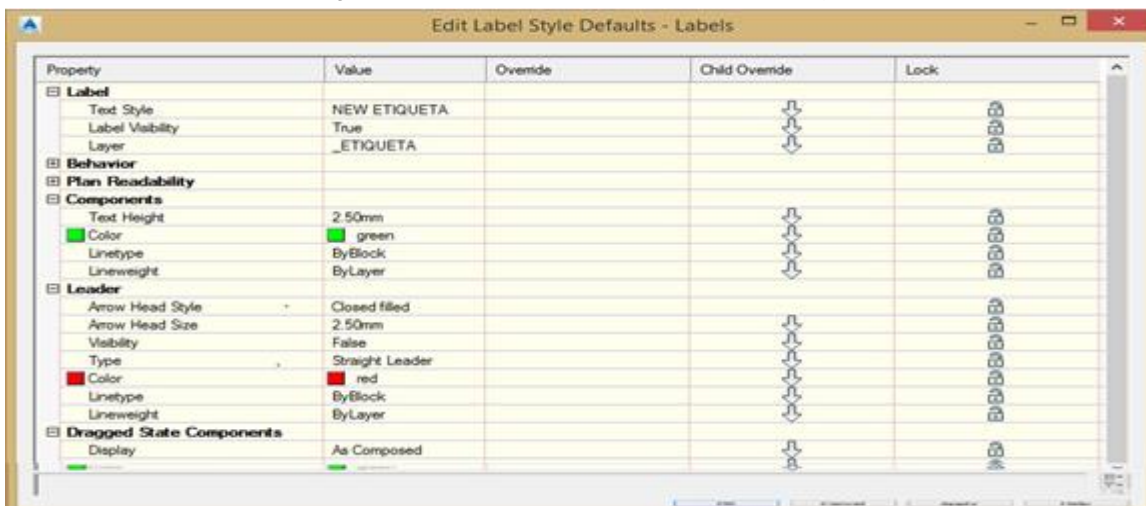
En el cuadro desplegable “Drawing Settings”, en la opción “Available coordinate systems”, se selecciona el sistema de coordenadas con la respectiva zona donde se encuentra el proyecto en estudio, esta opción se muestra enmarcada en el cuadro de color anaranjado de la figura 16. El resto de configuraciones se dejan por defecto. Luego hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 16. Selección del sistema de coordenadas.



**Definición de atributos del dibujo:** Para definir los atributos del dibujo, ubicarse en la pestaña Settings de Toolspace, y seleccionar el nombre del dibujo “DG\_EMPALME GIGANTE-MURCIÉLAGO”, luego hacer click derecho y seleccionar “Edit Label Style Defaults”. En el cuadro que se despliega “Edit Label Style Defaults - Labels”, se edita el estilo de la etiqueta, el estilo del texto, la capa y la visibilidad, además de los componentes y los colores de estos. Realizar estas configuraciones tal como se muestra en la figura 17. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 17. Propiedades de los atributos del dibujo.



### 3.4 IMPORTACIÓN DE PUNTOS

El modo más eficaz y rápido de colocar puntos en un dibujo es a través de la importación de puntos, ya que se extraen desde un dispositivo de levantamiento, como la estación total y volcarlos directamente al Software Civil 3D a través de archivos ASCII.<sup>25</sup>

Antes de importar los puntos, es necesario revisar el formato del archivo de puntos (que es el que contiene toda la información topográfica de los puntos levantados), además se debe observar si los componentes están separados por coma o por espacio; los componentes utilizados normalmente para la creación e inserción de puntos son: P (Punto), N (Norte), E (Este), Z (Elevación), D (Descripción abreviada). En este caso el formato corresponde a “PNEZD” delimitado por espacio, ver figura 18.

Figura 18. Formato de archivo de puntos.



N° PT.	NORTE	ESTE	ELEV.	DESC.
44001	1260469.62	609579.667	54.297	4
44002	1260472.23	609581.415	54.099	87
44003	1260465.19	609576.853	54.16	86
44004	1260472.71	609581.639	54.118	74

Para proceder a importar los puntos, ubicarse en pestaña Home y extender “Points” y seleccionar “Point Creation Tools” (Herramientas de creación de puntos), ver figura 19. En la ventana que se despliega “Create Points”, seleccionar la opción “Import Points” (el que se encuentra enmarcado de color rojo), ver figura 20.

Figura 19. Herramientas para la creación de punto.

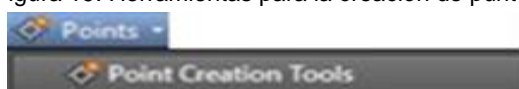




Figura 20. Importación de puntos “Import Points”.



Luego en el cuadro desplegable “Import Points”, en la opción “Select files”, hacer click izquierdo en  para buscar el archivo que contiene los puntos a importar, en este caso el archivo es el siguiente: “TXT\_PUNTOS\_TOTALES\_PLB-GPS\_GM. Seguidamente en la opción “Specify point file format (filtering ON)”, se selecciona el formato del archivo de punto, en este caso es “PNEZD (space delimited)”. Luego en “Preview” se muestra la vista previa de los puntos seleccionados. El resto de configuraciones se dejan por defecto. Ver las configuraciones realizadas en la figura 21.

<sup>25</sup>(El vocablo ASCII es un acrónimo para American Standard Code for Information Interchange. Es un estándar que asigna un valor numérico a cada carácter, con el que se pueden representar los documentos llamados de Texto Plano, es decir, los que son legibles por seres humanos. Formatos de texto: .tex, .txt, .html.

Fuente: <http://www.cecalc.ula.ve/bioinformatica/UNIX/node62.html>).

A continuación se procederá a crear un grupo de puntos a partir de los puntos importados, para ello activar la opción “Add Points to Point Group” y hacer click izquierdo en  (el cual se muestra en la figura 21). Luego en la ventana que se despliega “Point File Formats-Create Group”, se procede a nombrar el grupo de puntos, en este caso será “PTS\_EMPALME G-M”, ver figura 22. Luego click izquierdo en Ok y Ok.

Para visualizar en el modelo los puntos importados teclear el comando “ZE” (Zoom Extend) y presionar Enter, una vez realizado esto, ver figura 23.

A continuación se procederá a configurar el grupo de punto anteriormente creado “PTS\_EMPALME G-M”, ésta configuración se realiza cuando se dificulta la identificación de los puntos. Para ello se editará los estilos visuales de estos, adecuando el tamaño y tipo de letra, además de los colores de las entidades (puntos, cotas, descripción) y el tipo de símbolo que tendrán los puntos. Para ello, realizar los siguientes pasos:

Paso 1) Ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace y extender “Points Groups” y seleccionar el grupo de puntos “PTS\_EMPALME G-M”, hacer click derecho y seleccionar “Properties”, ver figura 24.

Figura 21. Selección del formato del archivo de punto.

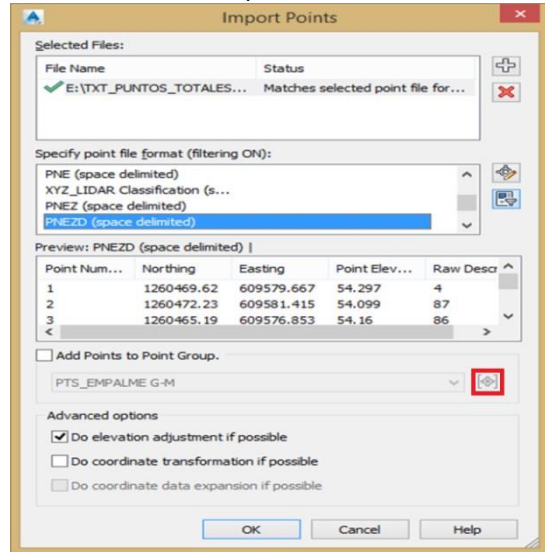


Figura 22. Asignación de nombre a un grupo de puntos.

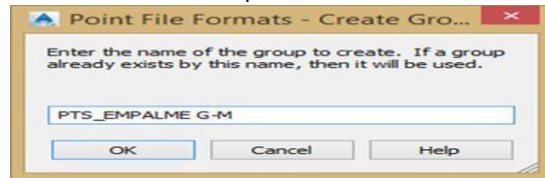


Figura 23. Visualización del grupo de puntos importados.

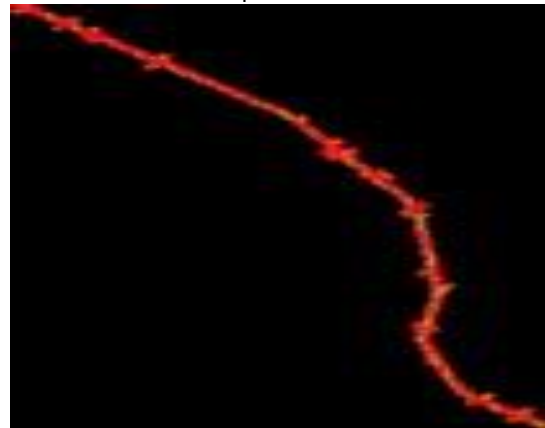
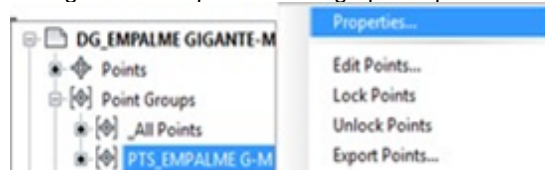
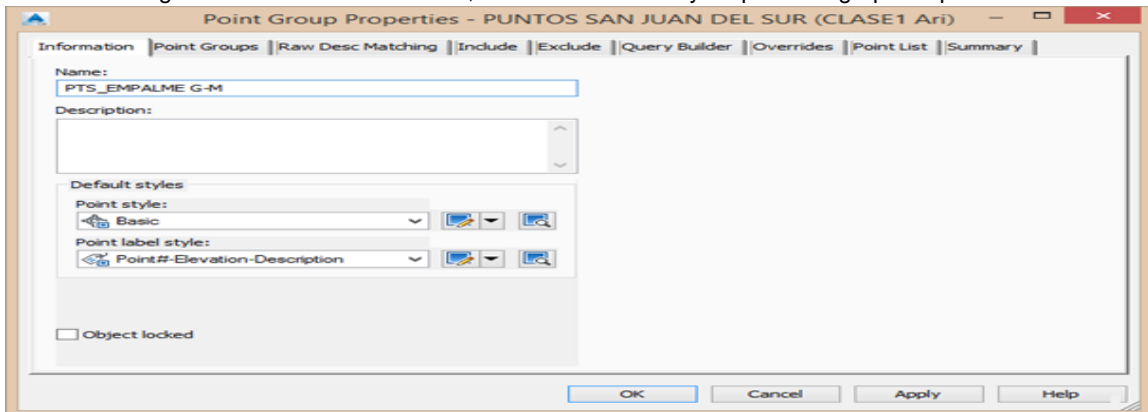


Figura 24. Propiedades de grupo de puntos.



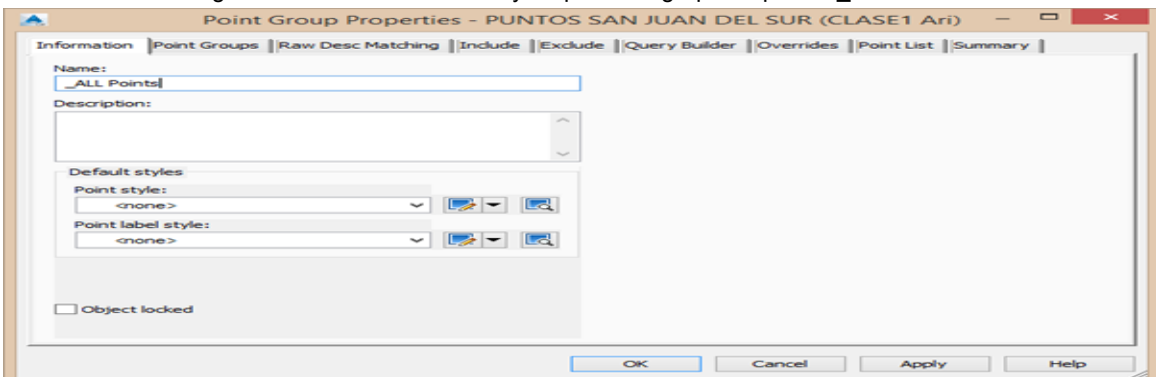
Paso 2) En el cuadro que se despliega “Point Group Properties” (Propiedades de grupo de puntos), en pestaña Information, en la opción Description se le puede asignar una descripción al grupo de punto (es opcional), en este caso no se le asignará ninguna descripción; en esta pestaña, además se define el estilo de punto y el estilo de la etiqueta de estos, para ello, en la opción “Point Style” (Estilo de punto), seleccionar “Basic” y en “Point Label Style” seleccionar “Point#- Elevation-Description” (este estilo de etiqueta es para que aparezca el número del punto, su elevación y su descripción; ver estas configuraciones en la figura 25. Luego hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 25. Pestaña Information, selección del estilo y etiqueta del grupo de puntos.



El Software Civil 3D, por defecto define el grupo de puntos “\_All Point” que contiene todos los puntos insertados en el dibujo. Para proceder a su configuración, repetir el paso 1) que se definió anteriormente, con la diferencia que en vez de seleccionar “PTS\_EMPALME G–M”, seleccionar “\_All Point”, y en el cuadro que se despliega (ver figura 26), en las opciones “Point Style” y “Point Label Style” seleccionar “None” (ninguno), al seleccionar esta opción, no aparecerá el estilo ni la etiqueta del punto, el fin de configurar este grupo de punto se definirá más adelante, ya que se hará uso de la misma y esto permitirá comprender mejor su aplicación. Luego hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 26. Selección del estilo y etiqueta del grupo de punto “\_All Points”.



### 3.5 CREACIÓN DE GRUPO DE PUNTOS

Es conveniente almacenar la información de los puntos de manera segmentada (en grupo de puntos), en el cual cada grupo tendrá puntos con características comunes. Esto nos permitirá acceder a la información de forma selectiva, haciendo más ágil la aplicación de estilos y de etiquetas a los puntos, controlando de forma eficaz la visualización de estos.

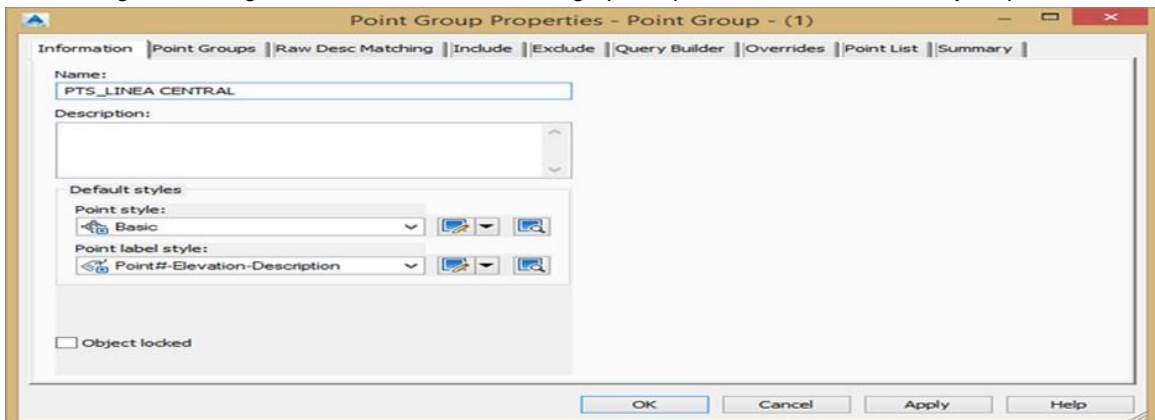
A continuación se procederá a crear el grupo de punto correspondiente a la línea central de la carretera, para ello, ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace, seleccionar “Point Groups”, hacer click derecho y seleccionar “New”, ver figura 27.

Figura 27. Creación de un nuevo grupo de puntos.



En el cuadro que se despliega “Point Group Properties”, en pestaña Information se nombrará al grupo de puntos como “PTS\_LÍNEA\_CENTRAL”, en “Point Style” seleccionar “Basic”, en “Point Label Style” seleccionar “Point#-Elevation-Description”, ver estas configuraciones realizadas en la figura 28.

Figura 28. Asignación del nombre del nuevo grupo de punto, selección del estilo y etiqueta.



Del cuadro anterior, se describirán a continuación las características de las pestañas que lo conforman:

Point Group (Grupo de puntos): Añade al grupo actual, puntos de otro grupo existente.

Raw Desc Matching (Descripción): Añade puntos que pertenezcan a una llave descriptiva creada (Description key).

Include (Incluir): Permite añadir puntos al grupo de diferentes formas, las cuales se enumeraron del 1 al 5 en la figura 29, estos se describen a continuación:

1. Incluye puntos según el campo “número de punto” o seleccionarlo gráficamente.
2. Incluye puntos según la elevación individualmente, por rango o la combinación de ambas.
3. Incluye puntos según los nombres de los puntos, si se ha creado esta opción.
4. Incluye puntos según la descripción parcial. Se usa un asterisco (\*) para autocompletar texto y se usa el símbolo \$ para autocompletar valores numéricos.
5. Incluye puntos según la descripción completa.

Exclude: Permite remover puntos del grupo actual.

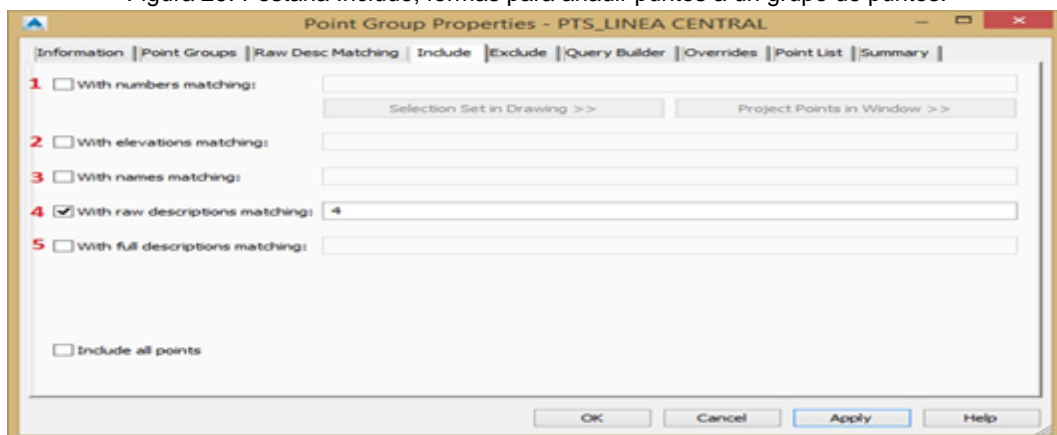
Query Builder: Muestra las consultas generadas de incluir, excluir.

Overrides: Permite definir si se aplican los estilos del grupo por encima de los estilos definidos en otras instancias.

Point List: Muestra el listado de puntos incluidos en el grupo.

Continuando con la creación del grupo de punto “PTS\_LINEA\_CENTRAL”, seleccionar la pestaña Include, y activar la cuarta opción, ya que los puntos de la línea central tienen como descripción parcial el número “4”, ver figura 29 (esa descripción, es según datos de campo levantados, proporcionado por la empresa Consultores Corea y Asociados S.A. CORASCO). Luego click izquierdo en Apply.

Figura 29. Pestaña Include, formas para añadir puntos a un grupo de puntos.



Luego en la pestaña “Point List”, se deberá observar únicamente los puntos con la descripción que se eligió anteriormente “4”, ver figura 30. Finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok. La configuración de las pestañas restantes se dejan por defecto.



Figura 30. Pestaña Point List, visualización de los puntos que se añadieron en la pestaña Include.

Point Nu...	Eastings	Northing	Point Elevati...	Name	Raw Descripti...	Full Descript...	Description For...
1	9579.6670m	0469.6200m	54.297m		4	4	
16	9594.5880m	0458.4000m	54.509m		4	4	
29	9610.3590m	0446.6300m	54.663m		4	4	
43	9624.8010m	0434.6800m	54.735m		4	4	
57	9640.5030m	0420.4000m	54.826m		4	4	
71	9654.4430m	0407.1000m	54.758m		4	4	
117	9568.7480m	0472.6500m	53.991m		4	4	
121	9552.2450m	0459.9200m	54.312m		4	4	
130	9538.1480m	0448.9000m	53.722m		4	4	
140	9523.1830m	0437.5900m	52.908m		4	4	

**Nota:** Los grupos de puntos que se vayan creando se podrán observar en la pestaña Prospector de Toolspace, al extender Point Group.

### 3.6 CREACIÓN DE ESTILOS DE PUNTOS

La creación de los estilos de puntos se realiza con el fin de controlar el aspecto del símbolo y la etiqueta de un punto en el dibujo. Un estilo de punto permite especificar el símbolo que aparece en la ubicación XY del punto en el dibujo, también puede especificar la escala del símbolo y su aspecto en vistas 3D.

Un punto puede hacer referencia directa a dos estilos: Estilo de punto y estilo de etiqueta, el primero define el modo de visualización de un símbolo de punto en el dibujo y el segundo define como se etiqueta un punto en el dibujo. Ver figura 31.

Para el grupo de punto “PTS\_LINEA CENTRAL“, se creará un estilo de punto personalizado de la siguiente manera:

Inicialmente se creó un bloque para personalizar la marca de los puntos, para ello, en pestaña Prospector de Toolspace, extender “Points Groups“, y seleccionar “PTS\_LINEA CENTRAL“, hacer click derecho y seleccionar “Properties“, ver figura 32.

Figura 31. Estilo de punto y estilo de etiqueta de punto.

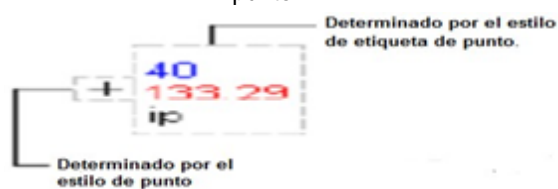


Figura 32. Selección del grupo de punto al que se editará el estilo del punto y la etiqueta.






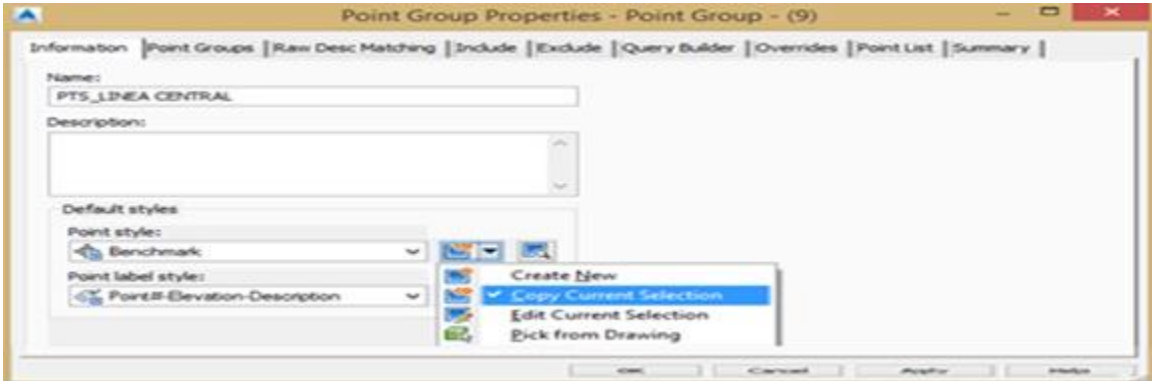
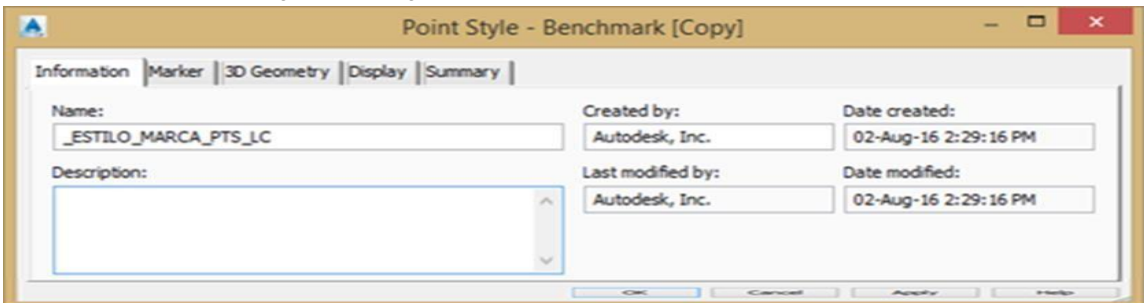
En el cuadro desplegable “Point Group Properties”, en pestaña Information, en “Point styles” seleccionar “Benchmark” (es un estilo de punto de referencia que trae la plantilla seleccionada en la figura 9. Pag.18), luego click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection”, esta opción permite hacer una copia a ese estilo y desde luego editarla, ver figura 33.

Figura 33. Propiedades de grupo de punto, edición del estilo de punto.



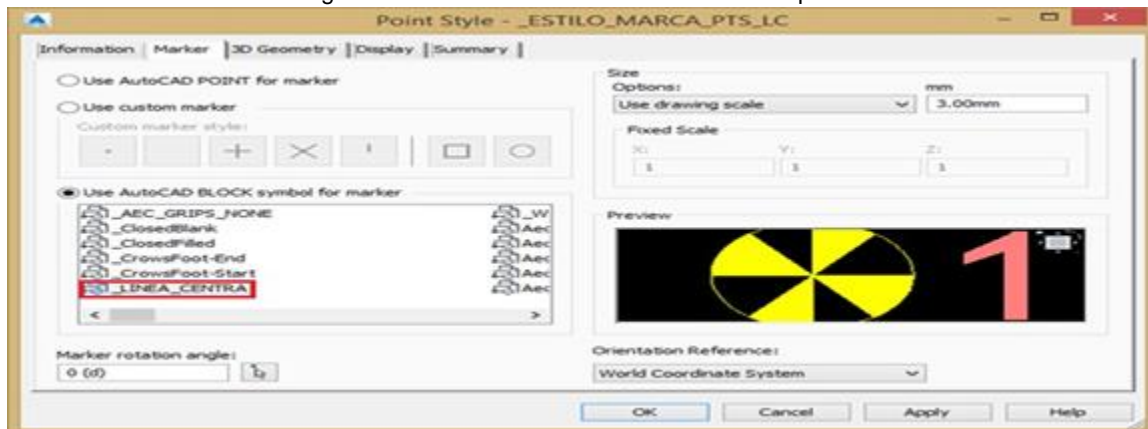
En el cuadro que se despliega “Point Style”, en pestaña Information se asigna el nombre al estilo de la marca del punto, en este caso será “\_ESTILO\_MARCA\_PTS\_LC”, ver figura 34. El resto de configuraciones se dejan por defecto. Luego seleccionar la pestaña Marker, en la cual se definirá el tipo de simbología que tendrá el punto, así como su tamaño y escala de referencia.

Figura 34. Asignación del nombre al estilo o marca de punto.



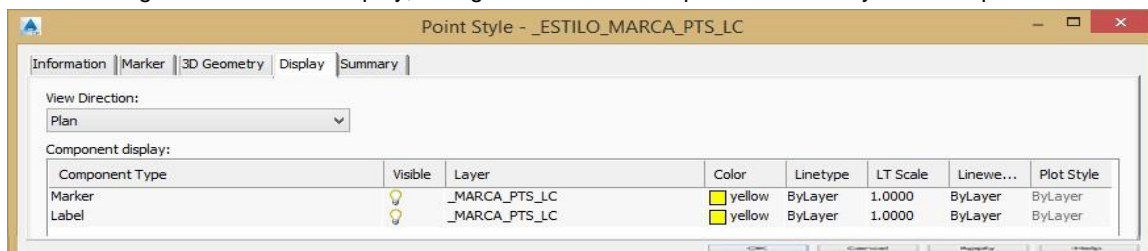
Como se mencionó anteriormente, la marca de los puntos será un bloque, para ello, activar la opción “Use AutoCAD BLOCK symbol for marker” y seleccionar el bloque que se desea, en este caso el bloque será “\_LINEA\_CENTRAL”, en “Options” seleccionar “Use drawing scale” (Usar escala del dibujo) y en “mm” digitar “3mm”, ver figura 35.

Figura 35. Selección de la marca del estilo del punto.



En pestaña Display: Se configurará los componentes del bloque (la marca y la etiqueta, “Marker” y “Label”), además la capa y los colores de estos. Previo a ello se creó la capa de nombre “\_MARCA\_PTS\_LC” (En el apartado 3.3 configuración y estilos del dibujo se describe como crear una capa). Luego realizar las configuraciones que se muestran en la figura 36. Y finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 36. Pestaña Display, configuración de los componentes marca y estilo del punto.




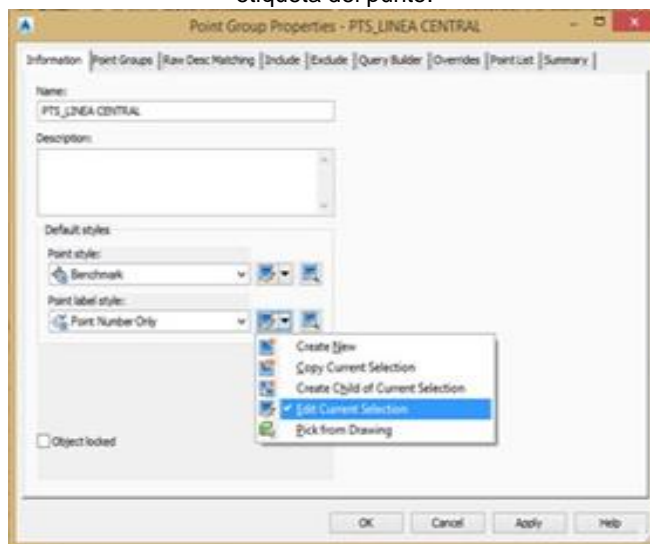
Continuando con el cuadro “Point Group Properties”, en la opción “Point label styles”, se define el estilo de la etiqueta que tendrá el punto. Para ello se selecciona “Point Number Only” (para que aparezca solo el número del punto), luego hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar la opción “Edit Current Selection” para proceder a editarlo. Ver figura 37.

Figura 37. Propiedades de grupo de punto, estilo de la etiqueta del punto.

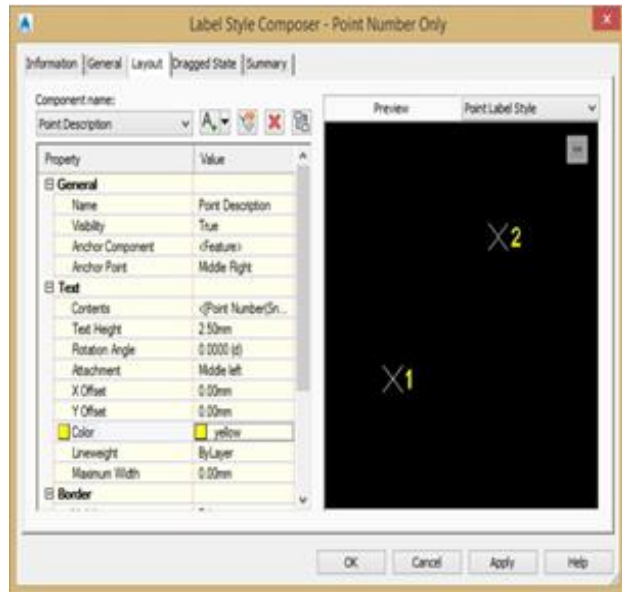


En la pestaña Information y pestaña General, dejar las configuraciones que aparecen por defecto. En la pestaña Layout: En el nivel Text, seleccionar el color “Yellow” (color que tendrá el texto), y en la vista “Preview”, se visualizará la etiqueta editada, ver figura 38, luego click izquierdo en Apply y Ok, hasta salir de los cuadros desplegables.

**Nota:** Para efectos de redacción, solo se ha creado el grupo y estilo de punto correspondiente a la línea central; siguiendo ese mismo procedimiento, se crearon los grupos de puntos:

“PTS\_GPS\_PLB”, “PTS\_POSTES\_LUZ”, “PTS\_ORILLA\_CAMINO\_IZQ”, “\_PTS\_ORILLA\_CAMINO\_DER”.

Figura 38. Componentes del estilo de etiqueta de punto.



### 3.7 MANEJO, UBICACIÓN, EDICIÓN DE PUNTOS Y DIBUJO DE LÍNEAS

Manejar, ubicar y editar un punto, varios puntos o un grupo de puntos se ejecuta para poder alcanzar la representación tridimensional aproximada de la superficie del terreno y para facilitar la gestión de los datos que se estudian en los diferentes proyectos.

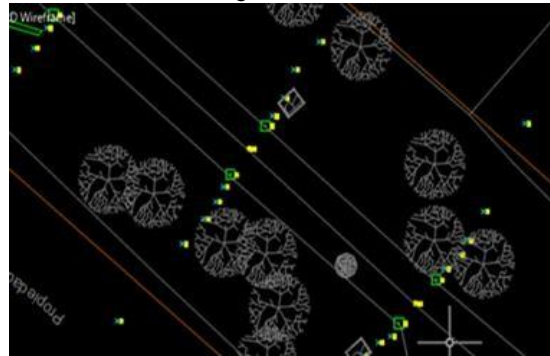
El dibujo de líneas a través de una polilínea 3D o 2D es necesario para unir un determinado número de puntos de un grupo de puntos, para poder realizar trabajos en específicos, como delimitar cercos, terrenos, accesos, divisiones y más. A continuación se describirá el manejo y ubicación de puntos.

#### 3.7.1 Manejo y ubicación

Manejar y ubicar un punto, varios puntos o un grupo de puntos es vital cuando se tiene trabajos que impliquen ubicarlos de manera precisa dentro de un conjunto de grupo de puntos. El manejo y ubicación de puntos, se realizará con los grupos de puntos: \_PTS\_LÍNEA\_CENTRAL, \_PTS\_ORILLA\_CAMINO\_IZQ, \_PTS\_ORILLA\_CAMINO\_DER.

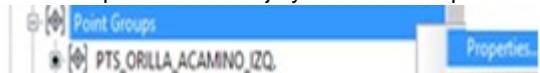
Del grupo punto madre del proyecto, solo se visualizará los grupos de puntos anteriormente mencionados, esto para poder delimitar fácilmente las orillas y el centro de la carretera. En la figura 39 se muestran los grupos de punto sin haber puesto en práctica el manejo y ubicación de puntos.

Figura 39. Visualización de grupos de puntos en general.



Para iniciar con el manejo y ubicación de puntos, en pestaña Prospector de Toolspace, seleccionar “Point Group”, hacer click derecho y seleccionar “Properties”, ver figura 40.

Figura 40. Selección de los grupos de puntos, al cual se aplicará el manejo y ubicación de puntos.



En la ventana desplegable “Point Groups”, los grupos de puntos aparecen listados en función del orden de visualización. Este orden puede modificarse con las flechas direccionales de esta ventana. Para visualizar únicamente los tres grupos de puntos que se mencionaron anteriormente, se hará uso del grupo de puntos “\_All Points”, cuya función permite que los puntos que estén ubicados por arriba de éste, sean los únicos que se visualicen en el modelo.

Para ello seleccionar cada uno de los grupos de puntos que se desean ver y haciendo click izquierdo en la opción que se encuentra enmarcada de color rojo (ver figura 41) ubicarlos por arriba de “\_All Points”, Luego click izquierdo en Apply y Ok. Una vez realizado esto, ver los tres grupos de puntos en la figura 42.

Figura 41. Listado de puntos en función del orden de visualización.

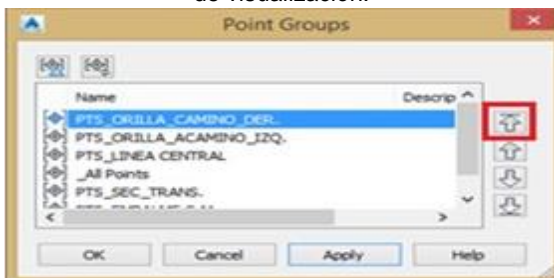
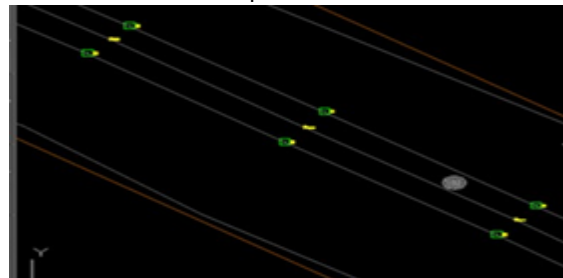


Figura 42. Visualización de grupos de puntos específicos.

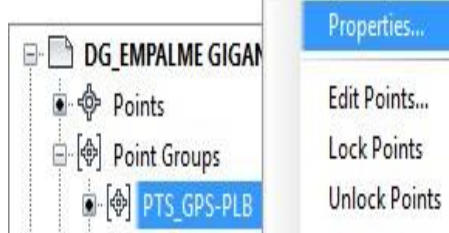


### 3.7.2 Edición de grupos de puntos

Se pueden cambiar las propiedades de los grupos de puntos a través del cuadro de propiedades, en el cual se pueden editar las etiquetas y sus componentes, para ello, ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace, extender “Point

groups”, seleccionar el grupo de punto a editar, en este caso “PTS\_GPS-PLB”, hacer click derecho y seleccionar “Properties”, ver figura 43.

Figura 43. Selección del grupo de puntos a editar.




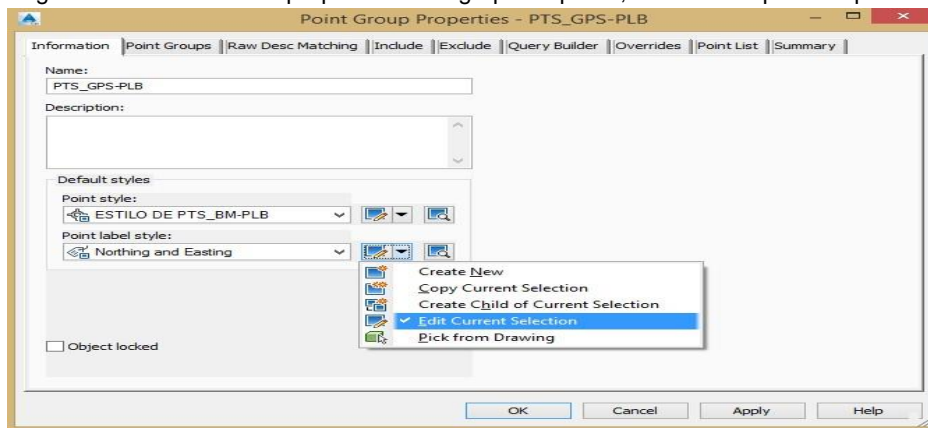
En el cuadro desplegable “Point Group Properties”, en “Point label style” seleccionar “Northing and Easting”, para que el estilo de la etiqueta sea la coordenada Norte y Este. El resto de configuraciones se dejan por defecto. Luego hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Edit Current Selection”, ver figura 44.

Figura 44. Edición de las propiedades de grupo de punto, estilo de etiqueta de puntos.




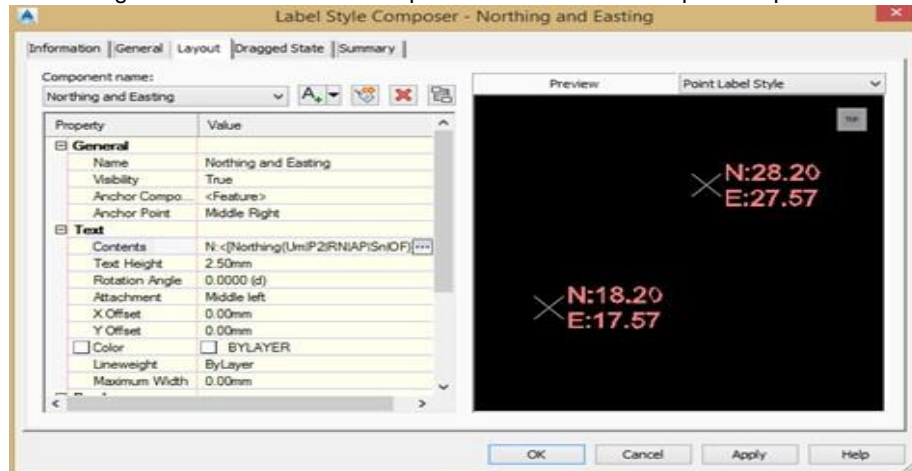

En el cuadro que se despliega “Label Style Composer”, en pestaña Information y General, dejar las configuraciones que aparecen por defecto; en pestaña Layout, en el nivel “Text” se configurará el texto de los componentes Norte y Este, para ello, ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Contents” y columna “Value” y hacer click izquierdo en , ver figura 45.

Figura 45. Edición de los componentes del estilo de etiqueta de punto.





En la ventana “Text Component Editor” (Editor de componente texto), se configurará la ubicación de los componentes de texto, el tipo de letra y el color. Para ello, en la pantalla de edición, ubicar el cursor antes de la coordenada norte, es decir antes de “N” y presionar Enter, y realizar lo mismo para la coordenada este “E”, esto con la finalidad que los componentes vayan uno debajo del otro. Ver figura 46.

Luego, para definir el tipo de letra, en la pantalla de edición seleccionar el texto “Raw Description” (es el que contiene la descripción del punto) y en la pestaña Properties, hacer click izquierdo en la celda que está en la intersección de la fila “Capitalization” y columna “Value” y seleccionar “upper case” (para que el texto sea en mayúscula) y click izquierdo en  (para que los cambios realizados, sean efectuados o actualizados).

Seguidamente, para definir el color de los componentes de texto, en la pantalla de edición, seleccionar el texto “Raw Description”, luego seleccionar la pestaña Format y en la opción “Color” seleccionar “Cyan”; realizando esto mismo seleccionar individualmente la “N” y la “E” y asignarles el color “Green”, ver figura 47.


Se creará un nuevo componente de texto, para ello, ubicarse en la pantalla de edición y ubicar el cursor al final del contenido de la coordenada Este “E” y presionar Enter y teclear el nuevo componente, en este caso se definirá con la letra “Z:”, luego seleccionarlo e ir a la pestaña Format y asignarle el color Green; posteriormente ubicar el cursor a la derecha del texto “Z:”, esto para definir la propiedad que tendrá; en la pestaña Properties, en la opción Properties seleccionar “Point Elevation”, es decir, la propiedad corresponderá a la elevación del punto, en “Precision” seleccionar “0.001” (este valor indica tres decimales) y en la opción “Unit” seleccionar “meter” (para que la unidad de medida de la elevación del punto sea en metro), luego click izquierdo en  para actualizar los

Figura 46. Edición de los componentes de texto del estilo de etiqueta.

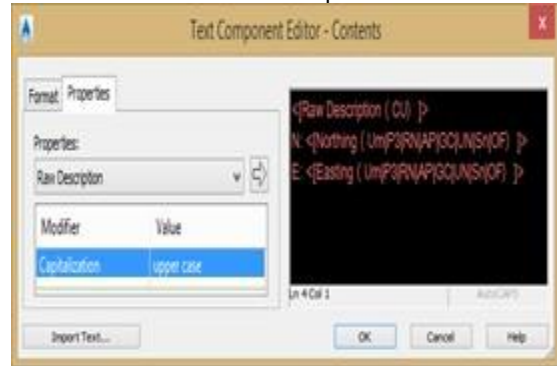
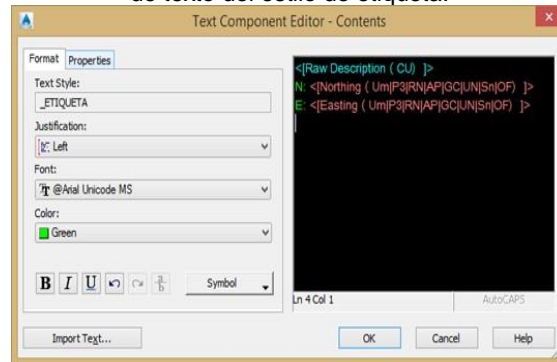
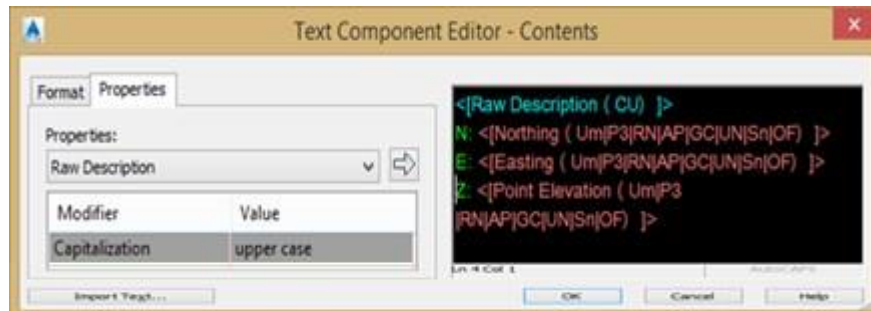


Figura 47. Asignación de color a los componentes de texto del estilo de etiqueta.



cambios. Finalmente hacer click izquierdo en Ok. En la figura 48 se muestra todas las configuraciones realizadas.

Figura 48. Visualización de la edición de los componentes de texto del estilo de etiqueta.



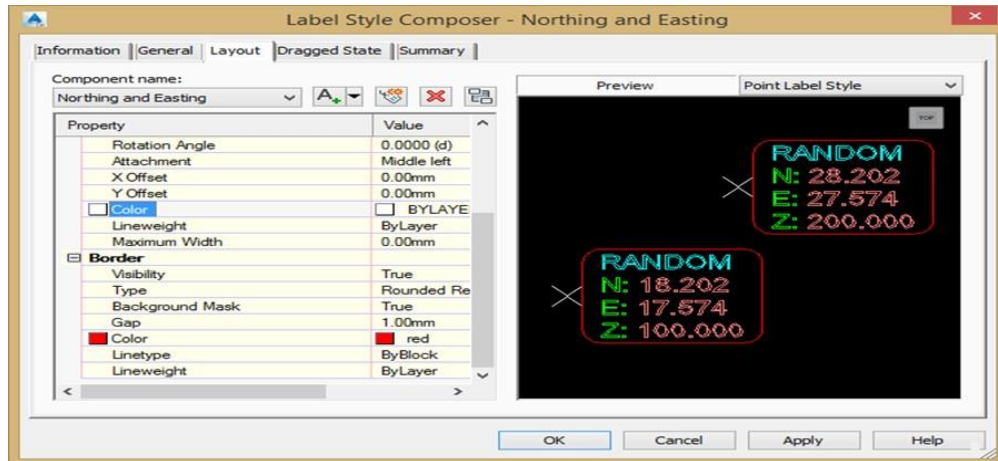
En el cuadro que permanece desplegado “Label Style Composer”: En el nivel Text, en la opción “Text height” (Altura de texto que tendrá la etiqueta), teclear 2.5mm y en la opción “color” seleccionar “BY LAYER” (este será el color del texto que tendrá según la capa asignada).

En el nivel Border (borde), se describirán las siguientes propiedades:

- Visibility: Permite visualizar o no un borde en la etiqueta. En este caso si se desea seleccionar “True”, en caso contrario seleccionar “False”.
- Type: Permite elegir la forma que tendrá el borde, ya sea Rectangular, Circular o Rounded Rectangular), en este caso se selecciona la tercera opción “Rounded Rectangular” (Rectángulo redondeado).
- Background Mask: Permite especificar si se aplica o no una máscara de fondo, es decir, si existe otro elemento que esté en la misma ubicación que la etiqueta, se puede aplicar o no una máscara para que la etiqueta que se encuentre en el nivel superior (esto según el orden del dibujo) sea vista y la inferior se oculte, en este caso se selecciona “True” para que se vea la etiqueta seleccionada.
- Gap: Es la distancia entre el borde y el texto de la etiqueta, en este caso se digitó “1mm”.
- En color: Se define el color que tendrá el borde, para ello se seleccionó “red”. En la figura 49 se aprecian los cambios realizados. Finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok, hasta salir de los cuadros desplegados.



Figura 49. Edición de los componentes generales del estilo de etiqueta.

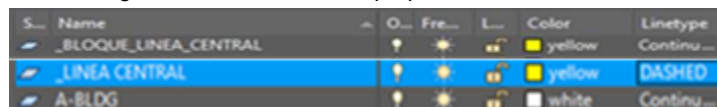


### 3.7.3 Dibujo de líneas (3D Poly)

Para este caso las líneas 3D POLY a dibujar, serán para representar la línea de los bordes derecho, izquierdo y la línea central correspondiente al levantamiento topográfico de la carretera.

**Dibujo de líneas 3D Poly apoyado con Excel:** En este caso solo para efectos de demostración se crearán las líneas 3D Poly para los puntos de la línea central, para ello inicialmente se creará una capa llamada “\_LÍNEA CENTRAL” de color amarillo, con tipo de línea “DASHED”, ver figura 50.

Figura 50. Creación de capa para líneas 3D POLY.



Para crear con Excel las líneas 3D Poly, ubicarse en pestaña Toolbox de Toolspace, extender “Reports Manager”, extender “Points”, seleccionar “Point List” (Lista de puntos), hacer click derecho y seleccionar “Execute” (Ejecutar), ver figura 51.


En el cuadro desplegable “Export to XML Report” (Exportar a un informe XML), hacer click izquierdo en  (Uncheck All) para desactivar todos los grupos de puntos. Activar el grupo de puntos al cual se quiere crear la línea 3D Poly, en este caso “PTS\_LÍNEA\_CENTRAL”, luego click izquierdo en Ok. Ver figura 52.

Figura 51. Ejecutar lista de grupos de puntos a exportar a un archivo XLS.

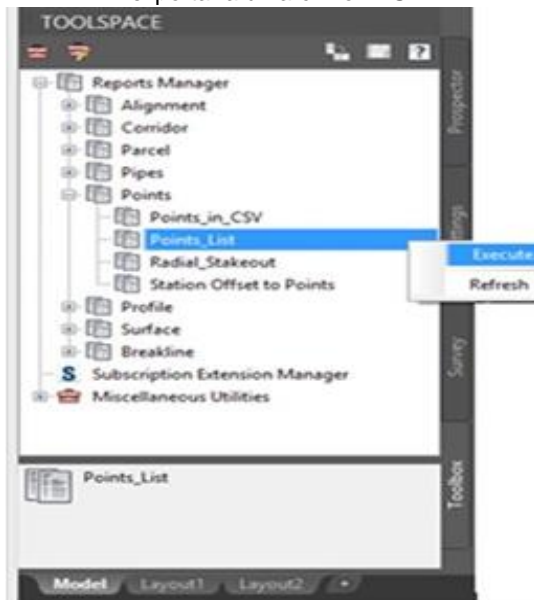
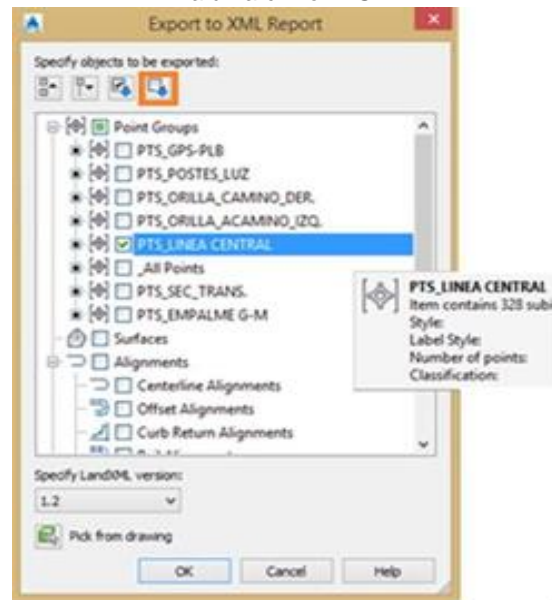
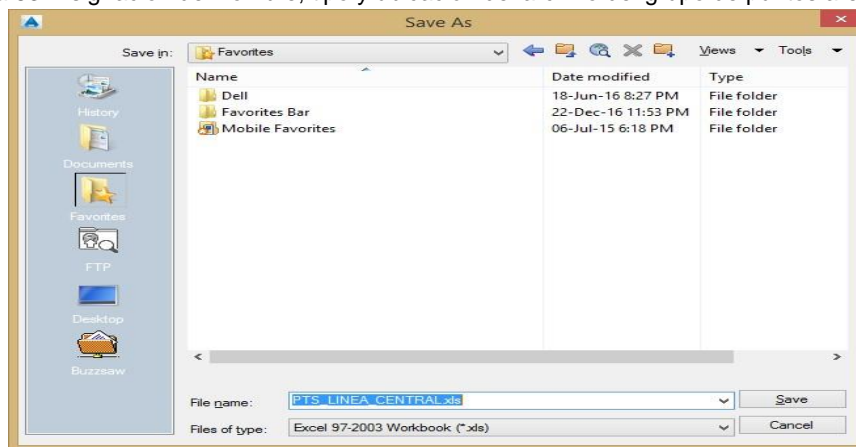


Figura 52. Selección del grupo de punto a exportar a un archivo XLS.



Se asigna el nombre, la ruta y el tipo de formato que se quiere que tenga el reporte. En este caso será “PTS\_LINEA\_CENTRAL” y el formato “XLS” (formato de Excel), ver figura 53. Luego click izquierdo en Save y el reporte se Abrirá automáticamente.

Figura 53. Asignación del nombre, tipo y ubicación del archivo del grupo de puntos a exportar.



Luego en Excel, será necesario ubicar los datos de los puntos (coordenadas norte y este y la elevación) en una sola celda para crear la 3D Poly, para ello, ubicarse en una celda en blanco de la parte derecha, tal como se muestra en la figura 54, en ella teclear **=concatenar**, para el primer punto realizar lo siguiente: seleccionar la celda de una coordenada Este y teclear “,””, luego seleccionar la celda de una coordenada Norte y volver a teclear “,””, seguidamente seleccionar la celda que corresponde a Elevation y presionar Enter.

Figura 54. Visualización del grupo de punto en archivo Xls.

Number	Northing (m)	Easting (m)	Elevation (m)	Description
1	1260469.62	609579.667	54.297	4
16	1260458.4	609594.588	54.509	4
29	1260446.63	609610.359	54.663	4
43	1260434.68	609624.801	54.735	4
57	1260420.4	609640.503	54.826	4

Una vez realizado lo anterior, automáticamente aparece en una misma celda los tres datos que se seleccionaron; luego desplazar esa fórmula a los demás puntos de la hoja de Excel. En este caso para efectos de ilustración solo se visualiza 5 números de puntos, al igual que la figura anterior. Ver figura 55.

Figura 55. Aplicación de la función CONCATENAR a los puntos del cual se creará la 3D Poly.

Number	Northing (m)	Easting (m)	Elevation (m)	Description	COLUMNA CONCATENAR
1	1260469.62	609579.667	54.297	4	609579.667,1260469.62,54.297
16	1260458.4	609594.588	54.509	4	609594.588,1260458.4,54.509
29	1260446.63	609610.359	54.663	4	609610.359,1260446.63,54.663
43	1260434.68	609624.801	54.735	4	609624.801,1260434.68,54.735
57	1260420.4	609640.503	54.826	4	609640.503,1260420.4,54.826

Seguidamente seleccionar toda la columna de los datos que se obtuvieron, tal como se muestra en la figura 56. Teclear “Ctrl+C” (para copiarlo) y regresar al Software Civil 3D.

Figura 56. Selección de los columna concatenar, para copiarlo al Civil 3D.

Number	Northing (m)	Easting (m)	Elevation (m)	Description	COLUMNA CONCATENAR
1	1260469.62	609579.667	54.297	4	609579.667,1260469.62,54.297
16	1260458.4	609594.588	54.509	4	609594.588,1260458.4,54.509
29	1260446.63	609610.359	54.663	4	609610.359,1260446.63,54.663
43	1260434.68	609624.801	54.735	4	609624.801,1260434.68,54.735
57	1260420.4	609640.503	54.826	4	609640.503,1260420.4,54.826

Al estar en Civil 3D, activar la capa “\_LÍNEA CENTRAL”, ver figura 57.

Figura 57. Activación de capa.



A continuación teclear el comando 3D Poly y ubicar el cursor en la línea de comando (ver figura 58), hacer click derecho y seleccionar “Paste” (pegar), para que automáticamente aparezca la línea 3D poly uniendo todos los puntos correspondientes a la línea central, ver figura 59.

Figura 58. Aplicación del comando 3D Poly.

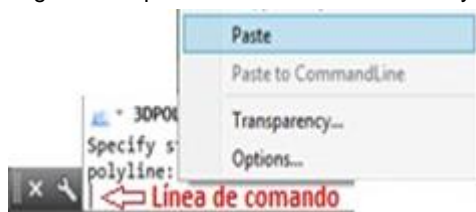
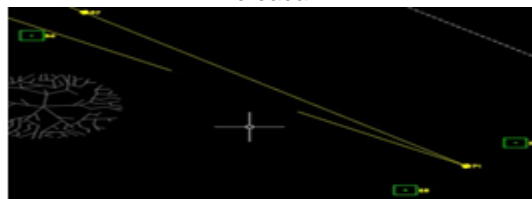


Figura 59. Visualización de la Línea 3D Poly creada.



Observación: En este caso la 3D poly de la línea central presenta una línea que está uniendo un vértice fuera del orden lógico de la línea central y para corregirlo, en pestaña Home, extender el panel “Modify” y seleccionar la opción “Break” (ver figura 60), luego hacer click izquierdo en el punto de inicio y fin donde se realizará el corte a la línea. Finalmente ubicarse en el vértice a eliminar y seleccionar “Remove Vertex” (Remover vértice), ver figura 61.

**Nota:** Repetir el procedimiento “Dibujo de líneas 3D Poly apoyado con Excel” para crear los bordes derecho e izquierdo. Una vez realizado esto ver figura 62.

Figura 60. Icono Break.

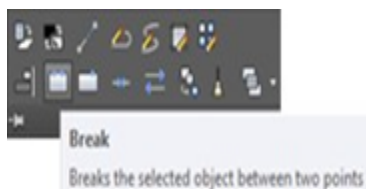
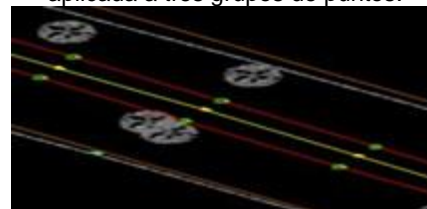


Figura 61. Remove Vertex.



Figura 62. Visualización de Líneas 3D Poly aplicada a tres grupos de puntos.



### 3.8 EXPORTACIÓN DE PUNTOS

La exportación de puntos se realiza en caso en que se hayan agregado más puntos de diferentes archivos a un mismo proyecto o insertado más puntos de forma manual o utilizando otro tipo de creación de puntos. Se puede exportar el conjunto o parte del grupo de punto a formatos iniciales de trabajo para poder guardar los datos finales.

En este caso se exportarán para efectos de redacción el grupo de puntos “PTS\_EMPALME G-M”, para ello, en pestaña Toolbox de Toolspace, extender “Point”, seleccionar “Point List”, hacer click derecho y seleccionar “Execute”, ver figura 63.

En el cuadro desplegable “Export to XML Report”, hacer click izquierdo en “Uncheck All”, luego seleccionar únicamente “PTS\_EMPALME G-M” (ver figura 64) y click izquierdo en Ok.

Figura 63. Ejecutar lista de grupos de puntos a exportar a un archivo txt.

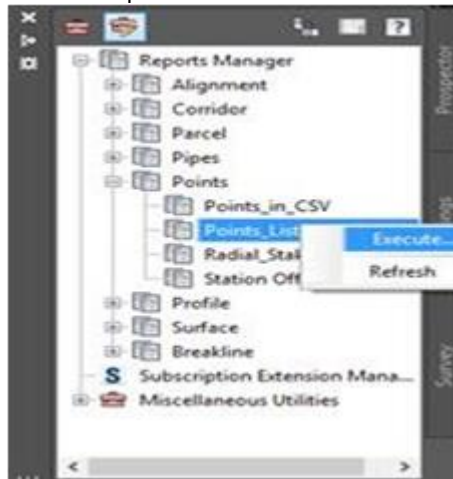
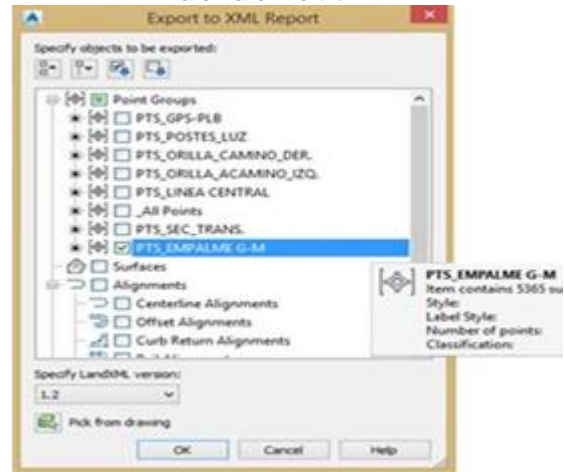


Figura 64. Selección del grupo de punto a exportar a un archivo txt.



Luego asignar el nombre, la ruta y el formato "txt" al archivo. Una vez realizado esto, en la figura 65, se muestra parte del archivo (ya que es extenso).

Figura 65. Visualización del grupo de punto en archivo txt.

**PTS\_EMPALME G-M**

Your Company Name  
 123 Main Street  
 Suite #321  
 "City, State 01234"

Point Report Client: Client Company  
 Project Name: F:\PLANOS\_TESIS\_FIN\_18\_2\_2017\_MODVIII. PLANTA Y PERFIL.VIII. PLANTA Y PERFIL.dwg  
 Project Description:  
 Report Date: 25-Feb-17 11:08:59 AM  
 Prepared by: Preparer

Point Report  
 Project: F:\PLANOS\_TESIS\_FIN\_18\_2\_2017\_MODVIII. PLANTA Y PERFIL.VIII. PLANTA Y PERFIL.dwg

Total COGO Points: 5334

Number	Northing (m)	Easting (m)	Elevation (m)	Description
1	1260469.62	609579.667	54.297	4
2	1260472.23	609581.415	54.099	87
3	1260465.19	609576.853	54.16	86
4	1260472.71	609581.639	54.118	74
5	1260464.47	609576.634	54.199	74
6	1260473.48	609582.525	54.295	74
7	1260462.79	609576.05	54.696	74
8	1260474.53	609583.457	54.447	74
9	1260461.08	609575.389	55.101	74
10	1260476.57	609584.764	54.833	74
11	1260459.17	609574.292	54.912	74
12	1260480.09	609586.513	55.311	74
13	1260457.6	609573.502	54.765	74
14	1260480.4	609587.618	55.32	17
15	1260456.4	609572.047	54.614	17
16	1260458.4	609594.588	54.509	4
17	1260456.23	609593.031	54.367	86
18	1260461.38	609596.256	54.413	87
19	1260455.03	609592.373	54.382	74
20	1260462.33	609596.775	54.392	74
21	1260453.57	609591.622	54.65	74
22	1260464.47	609597.945	54.564	74



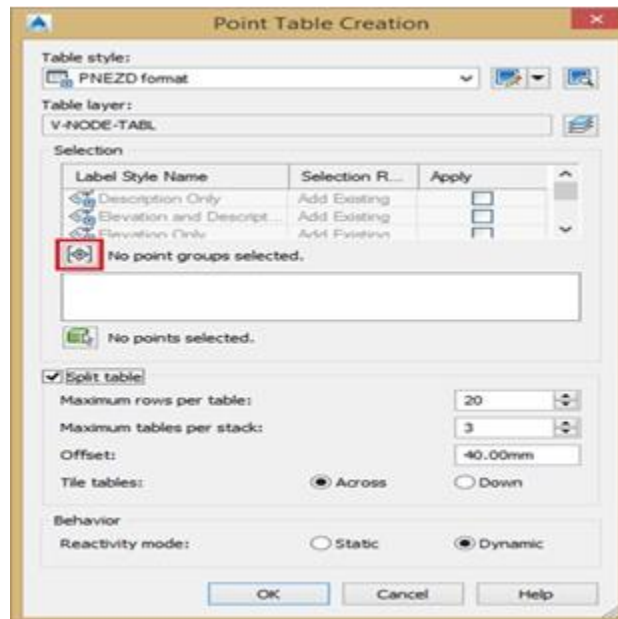
### 3.9 GENERACIÓN DE TABLA DE PUNTOS

La generación de tabla de puntos se realiza para visualizar información de los puntos de un dibujo. En este caso se creará la tabla de puntos correspondiente al grupo de puntos “PTS\_GPS-PLB” (Indica los puntos BM), para ello, ubicarse en el menú Annotative, hacer click izquierdo en el ícono desplegable “Add Tables”

y seleccionar “Add Point Table”.

Luego en el cuadro desplegable “Point Table Creation” (Creación de tabla de puntos), en “Table style” (Estilo de tabla), se selecciona el formato del archivo de puntos que se importó, en este caso es “PNEZD format”. En “Table layer” se deja por defecto la capa que trae la plantilla (ver figura 66).

Figura 66. Creación de tabla de puntos.




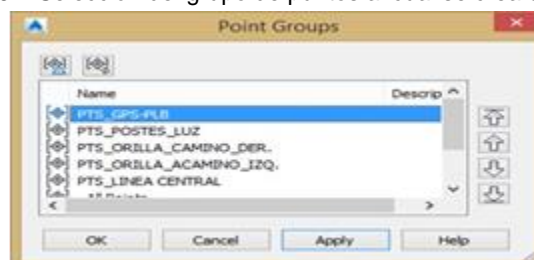
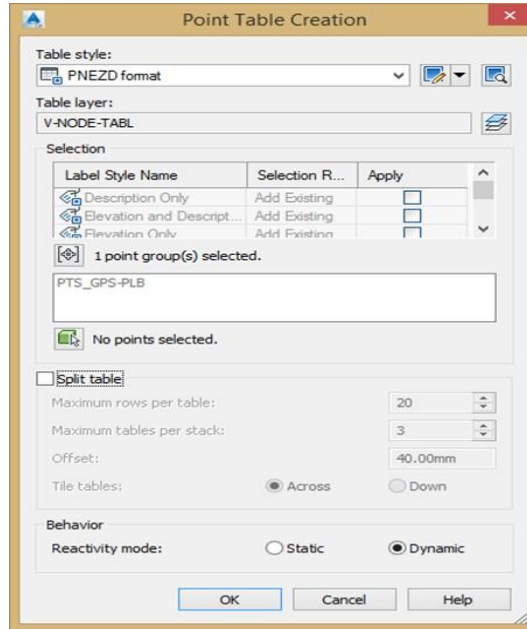
Luego hacer click izquierdo en  para desglosar los grupos de puntos creados, posteriormente seleccionar el grupo de puntos al cual se le creará la tabla, en este caso “PTS\_GPS-PLB”, ver figura 67. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 67. Selección del grupo de puntos al cual se creará la tabla.



“1 point group(s) selected” (Indica que un grupo de punto ha sido seleccionado). Luego activar “Dynamic” (para que la tabla se actualice de forma dinámica), desactivar “Split table” (si se activa esta opción, permitirá dividir la tabla en filas en caso que los datos sean extensos), luego click izquierdo en Ok. Ver figura 68.

Figura 68. Configuración de tabla de puntos.



Finalmente hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo para que se inserte la tabla, ver figura 69.

**Nota:** Para efectos de demostración la tabla fue recortada, pero cabe mencionar que esta contiene mas cantidad de filas.

Figura 69. Tabla de puntos creada.

Point Table				
Point #	Elevation	Northing	Easting	Description
102	55.18	1260445.08	609577.20	8
167	54.16	1260452.73	609535.50	8
169	54.67	1260466.95	609553.31	8


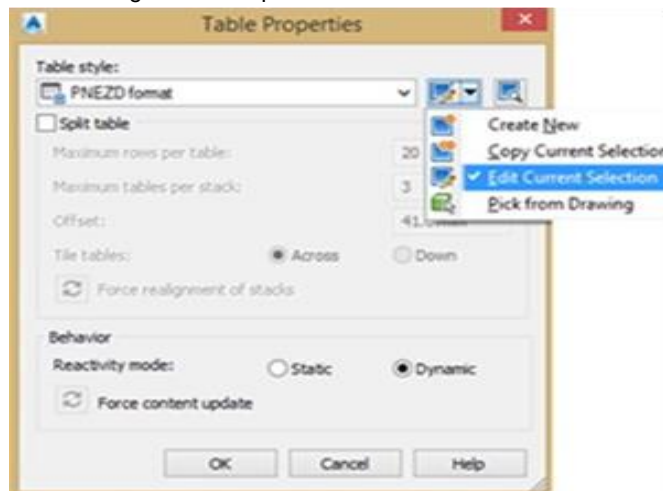
**Edición del contenido de la tabla:** Además de crear tablas, se puede editar el estilo de la misma, se puede personalizar los nombres de las columnas, título, borde, los colores, esto según lo requiera el usuario. Para ello, hacer click izquierdo sobre la tabla creada, hacer click derecho y seleccionar “Table Properties” (Propiedades de tabla). En el cuadro “Table Properties”, se editará el estilo existente de la tabla, para ello, hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Edit Current Selection”, ver figura 70.



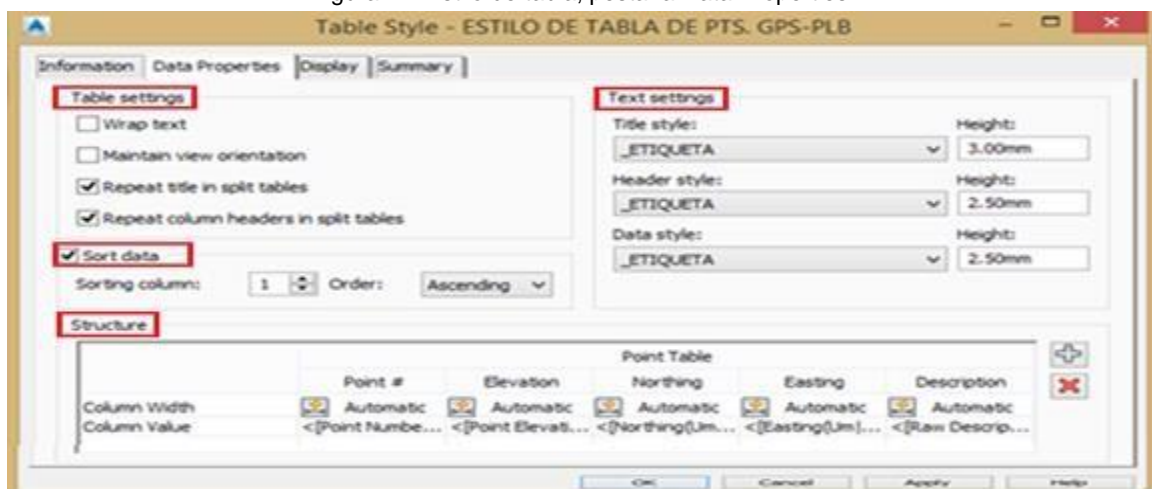
Figura 70. Propiedades de tabla.



En el cuadro desplegable “Table Style” (Estilo de tabla), en pestaña Information se le asigna un nombre al estilo de la tabla, en este caso “ESTILO DE TABLA DE PTS. GPS-PLB”, en “Description” teclear “INFORMACIÓN DE PTS. GPS-PLB” (es opcional). En pestaña "Data Properties" (Propiedades de datos) se describe lo siguiente:

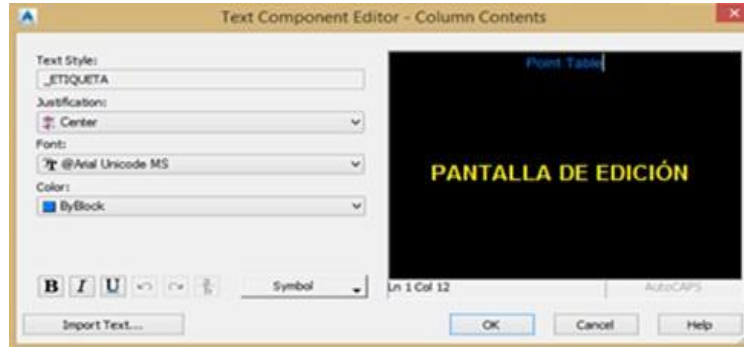
- Table settings: Permite ordenar los datos, ajustar el texto, repetir el título en tablas divididas, así como los encabezados. (Es opción del usuario).
- Sort data: Permite ordenar datos de forma ascendente o descendente por columna. En este caso se activará.
- Text Settings: Permite configurar el estilo del texto y el tamaño de los títulos, encabezados y los datos de las celdas que contenga la tabla.
- Structure: En esta sección se pueden modificar los títulos y encabezados al igual que los datos de las celdas. Ver estas configuraciones en la figura 71.

Figura 71. Estilo de tabla, pestaña Data Properties.



Para proceder a editar el título de la tabla, ubicarse en la sección Structure, y hacer doble click izquierdo en el título “Point Table” y se despliega la ventana “Text Component Editor” (Editor de componente texto), ver figura 72.

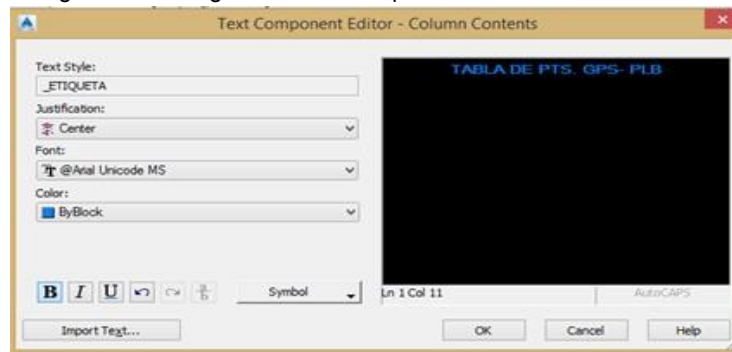
Figura 72. Edición del componente texto “Título de tabla”.



Esa ventana contiene las siguientes utilidades: Contiene los campos de propiedad especificados por el usuario para el componente texto, permite añadir texto a una etiqueta, permite seleccionar texto para aplicarle formato y editarlo.

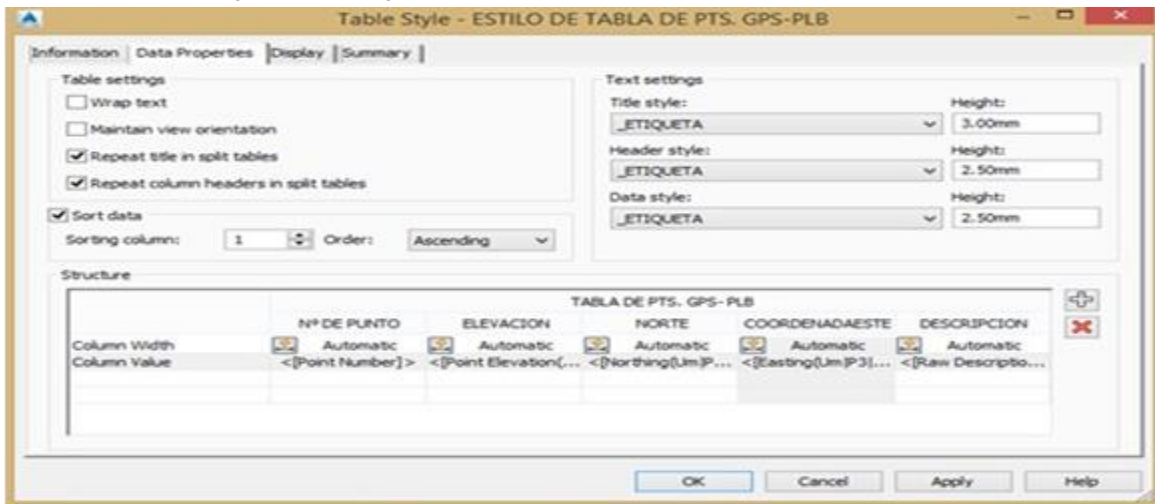
Para asignar el nuevo título de la tabla, en la pantalla de edición, borrar el título “Point Table”, y teclear “TABLA DE PTS GPS-PLB”, luego seleccionarlo y en la opción “Color” seleccionar “By block”, en “Justificación” se define la posición del título ya sea centrado, a la derecha o a la izquierda, en este caso sera centrado, por lo tanto se selecciona “Center”, ver figura 73. Luego click izquierdo en Ok.

Figura 73. Configuración del componente texto “Título de tabla”.



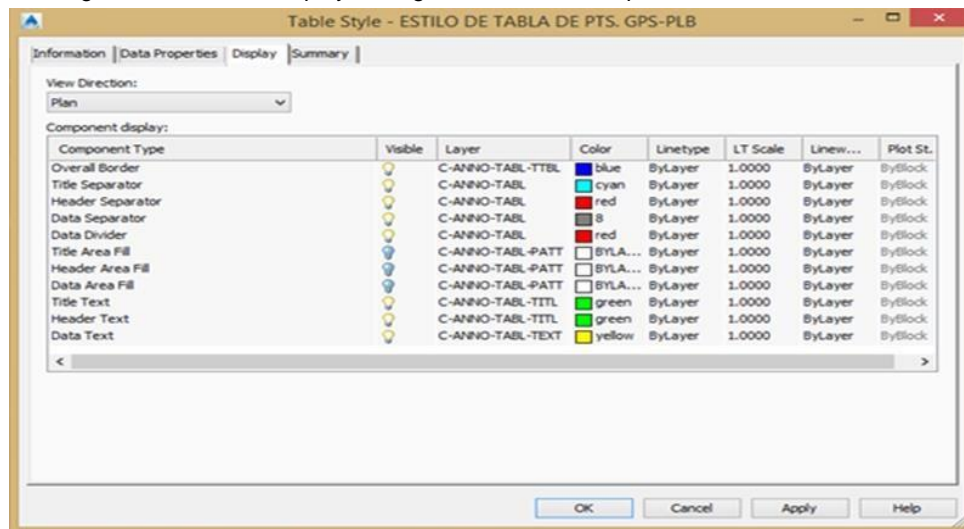
Para editar el texto de los encabezados de la tabla, en la sección Structure, hacer doble click izquierdo en cada uno de estos y repetir el procedimiento del párrafo anterior para editarlos. Los nuevos encabezados corresponden a: No DE PUNTO, ELEVACIÓN, NORTE, COORDENADA ESTE y DESCRIPCIÓN; ver figura 74.

Figura 74. Configuración del estilo de tabla, pestaña Data Properties.



En pestaña Display, se configura los colores de la tabla, en este caso seleccionar los colores tal como se muestran en la figura 75, luego click izquierdo en Apply, Ok y Ok.

Figura 75. Pestaña Display, configuración de los componentes del estilo de tabla.



### 3.10 GEUBICACIÓN

La Geubicación se realiza para obtener la correcta visualización y proyección de una obra determinada sobre un sistema de coordenadas adecuados con imágenes satelitales que corroboren la fiabilidad de los datos de campo, la proyección y ejecución de futuras explanaciones, obras, replanteos y demás condiciones de contorno que existan (Esto se puede realizar a través de la inserción de cartas topográficas). Para ubicar el tramo en estudio en la carta topografica, sera necesario insertar dicha carta, para ello se realiza lo siguiente:

**Insertar carta topográfica:** Inicialmente crear una capa que tenga por nombre “\_CARTA TOPOGRÁFICA”, de color azul, posteriormente activar la capa creada. En Menú “Insert” (Insertar), seleccionar “Attach” y luego proceder a buscar el archivo que contenga la carta topográfica (Son dos cartas topograficas “3050\_3 Rivas” y “2950\_2 La virgen morena”), en este caso se describirá como insertar la carta “3050\_3 Rivas” y de la misma manera se insertará la otra carta.

Una vez seleccionado el archivo “3050\_3 Rivas” hacer click izquierdo en Open, en el cuadro que se despliega “Attach Image”, activar “Specify On Screen” (para especificar en la pantalla la ubicación de la carta), luego click izquierdo en Ok, seguidamente hacer click izquierdo en un punto del modelo y luego una vez mas click izquierdo para dejar a un tamaño promedio la imagen (ver figura 76). Finalmente la carta topográfica aparecerá automáticamente, ver figura 77.

Figura 76. Inserción de carta topográfica en un punto cualquiera del modelo.

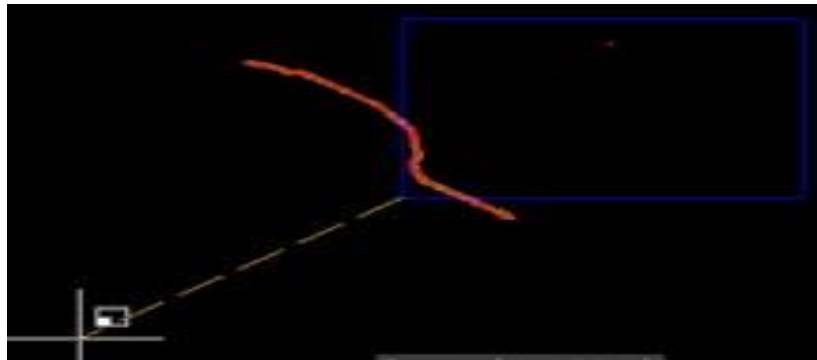
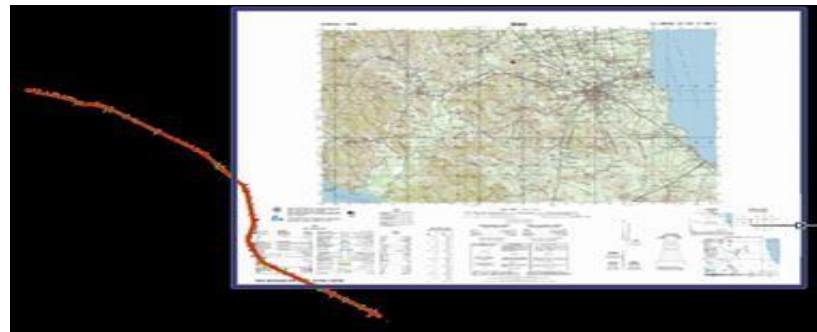


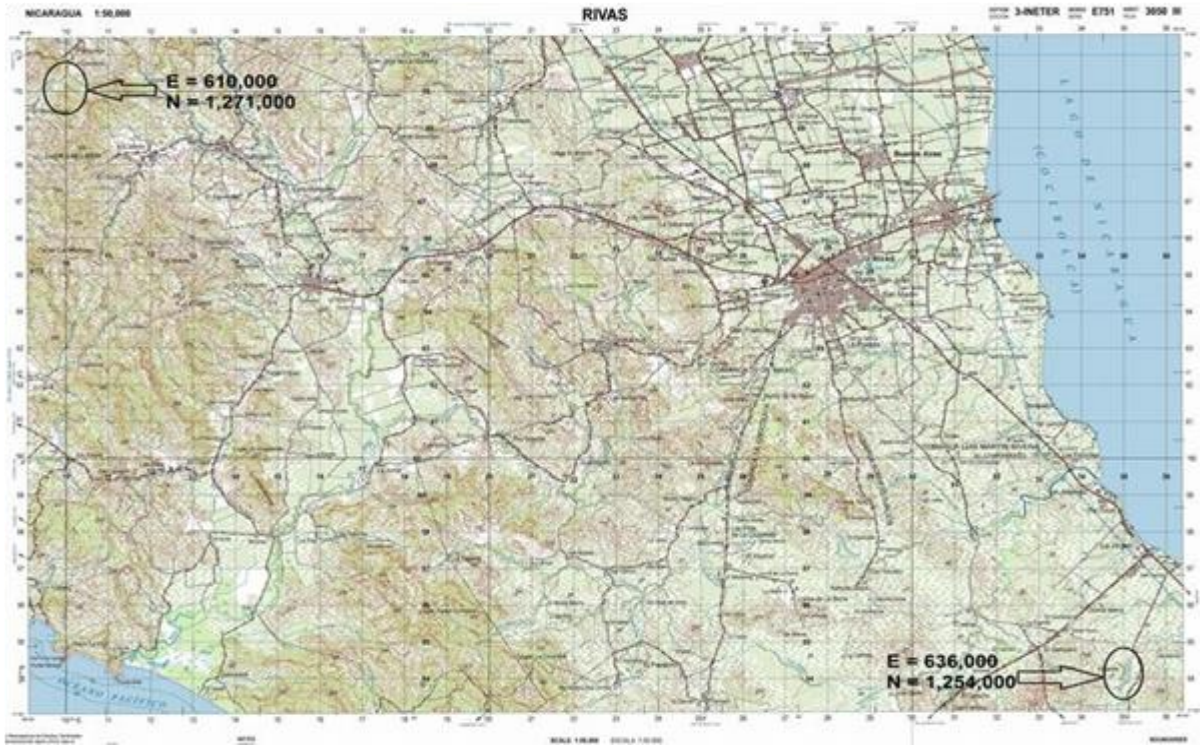
Figura 77. Carta topográfica “3050\_3 Rivas” insertada en el modelo.



Cuando se insertó la carta topográfica, se hizo en un punto cualquiera del modelo, a continuación se ubicará en su posición real (es decir de acuerdo al sistema de coordenadas que se seleccionó anteriormente en el subtema configuración de los parámetros del dibujo, correspondiente al acápite 3.3 configuración y estilos del dibujo). Para ello, se requieren dos puntos con sus coordenadas para cada una de las cartas. En la figura 78 y 79 se muestran los dos puntos que se seleccionaron para cada carta topográfica.



Figura 78. Carta Topográfica “3050\_3 Rivas”.




Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).


Figura 79. Carta Topográfica “2950\_2 La virgen morena”.



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

Continuando con el procedimiento de la ubicación real de las cartas topográficas, en pestaña Home, ubicarse en el panel “Draw” y hacer click izquierdo en  y seleccionar “Center, Radius”.

Luego insertar las coordenadas de cada uno de los puntos de las cartas y asignar un radio a cada círculo y presionar Enter, ver figura 80.

En pestaña Home, en el panel Draw, hacer click izquierdo en  “Rectangle” y unir los dos primeros círculos que corresponden a los dos puntos seleccionados de la primera carta topográfica “3050\_3 Rivas” (ver figura 81). Repetir el comando Rectangle y seleccionar los otros dos círculos de la segunda carta topográfica “2950\_2 La virgen morena”, ver figura 82.



Para crear la representación de la cuadrícula de las cartas topográficas, seleccionar los dos rectángulos creados y en pestaña Home hacer click izquierdo en  “Explode” (para explotar los rectángulos) y luego click izquierdo en  “OFFSET”, teclear 1000metro (ya que la cuadrícula de la carta topográfica está a cada 1000metro). Las cuadrículas creadas se muestran en la figura 83.

Figura 80. Inserción de las coordenadas de la carta topográfica

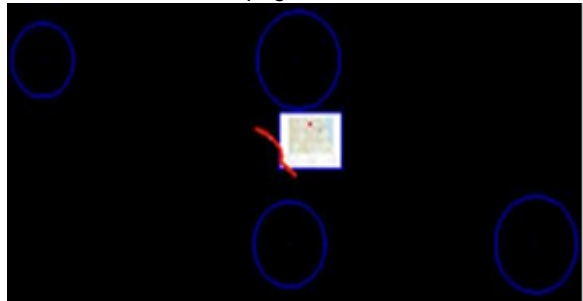


Figura 81. Comando Rectangle, para unir las coordenadas de la primera carta topográfica.

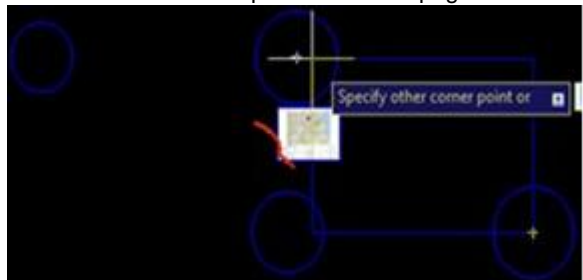


Figura 82. Comando Rectangle, para unir las coordenadas de la segunda carta topográfica.

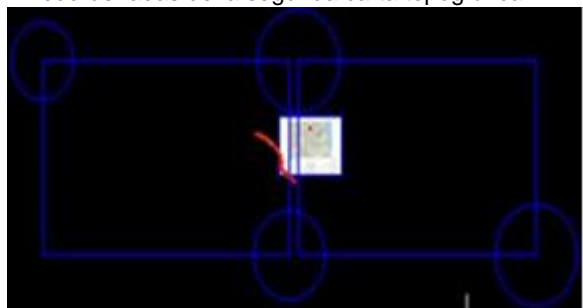
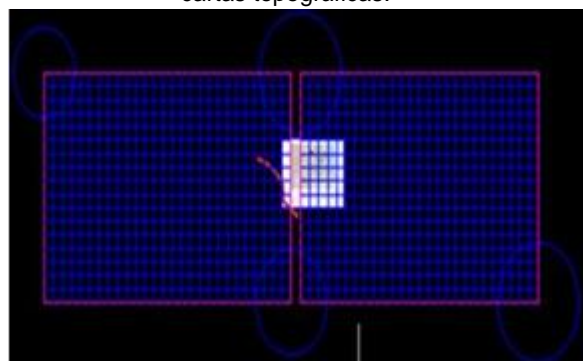




Figura 83. Representación de las cuadrículas de las cartas topográficas.



A continuación se procederá a ubicar la primera carta topográfica en la cuadrícula creada, para ello, en pestaña Home, hacer click en  “Move” y seleccionar el punto inferior de la primera carta topográfica “3050\_3 Rivas” cuyas coordenadas son (636000,1254000) y colocarla en la misma coordenada de la cuadrícula creada (esquina inferior derecha), una vez realizado, ver figura 84.

Luego se escalará la carta, para ello, es necesario medir el ancho de una de las cuadrículas de la carta, esto se realiza con el comando “Distance”, en este caso la distancia corresponde a 172.60m. Luego Insertar el comando “Scale” (Escala) y presionar Enter, luego seleccionar el borde de la carta topográfica y presionar Enter. En el mensaje que aparece “Specify base point” teclear las coordenadas (636000,1254000) correspondientes al punto inferior derecho de la carta. Luego aparece el mensaje “Specify scale factor” (Especificar factor de escala), ver figura 85. Este factor se obtiene de dividir 1000 entre la distancia que se midió 172.60m, para lo cual resulta un factor de escala de 5.79374275, digitar ese valor y presionar Enter.

**Nota:** Al escalar la carta, se observa que ésta no coincide exactamente con la cuadrícula creada, para lograrlo se digita el comando  y se selecciona el borde de la carta y presionar Enter, luego hacer click izquierdo en el punto de intersección

de la cuadrícula de la carta topográfica y luego click izquierdo en el punto de intersección de la cuadrícula creada, ver figura 86.

Figura 84. Colocación de las coordenadas de la primera carta topográfica en la cuadrícula creada.

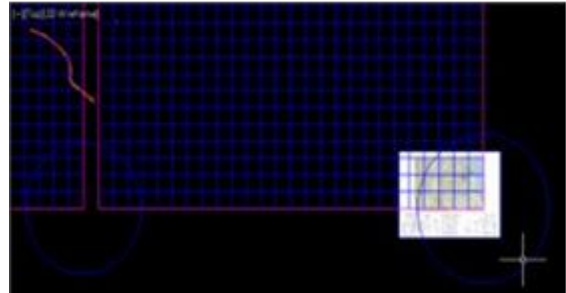


Figura 85. Escalado de la primera carta topográfica.

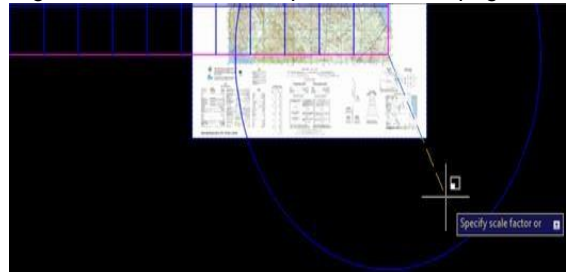
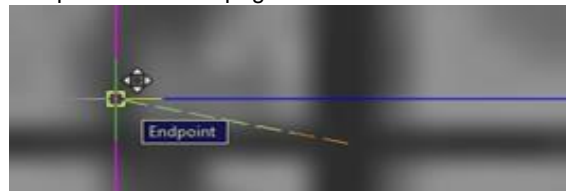


Figura 86. Comando Move, para hacer coincidir la primera carta topográfica con la cuadrícula.



Se ha observado, que las cartas topográficas presentan leyendas (textos), las cuales se procederán a eliminar. Ver figura 87.

Figura 87. Leyenda de carta topográfica.





Para eliminar la leyenda, se realiza lo siguiente:


- Crear un rectángulo que limite la zona de la carta que no se quiere que aparezca la leyenda, para ello usar el comando Rectangle. Éste se aprecia de color amarillo (ver figura 88).
- Seleccionar la carta topográfica y hacer click izquierdo en  "Create Clipping Boundary" (para delimitar el área a recortar), redibujar el rectángulo que se creó y automáticamente la leyenda se elimina. Ver figura 89.

Figura 88. Comando Rectangle, para limitar la primera carta topográfica.

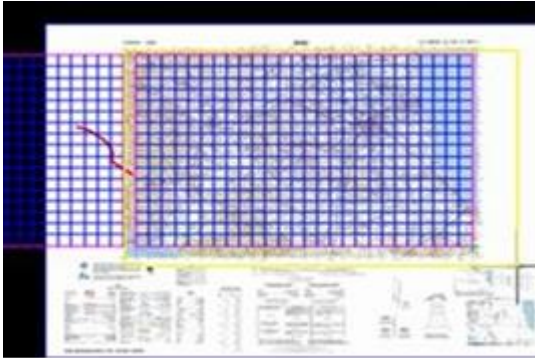
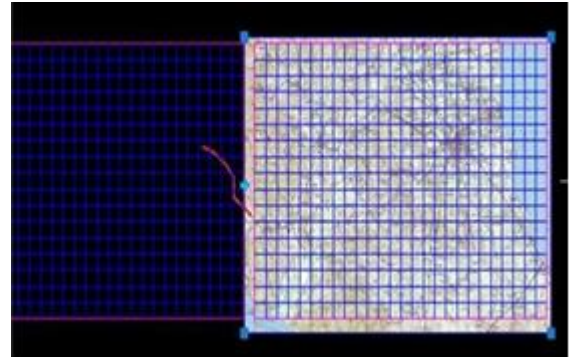
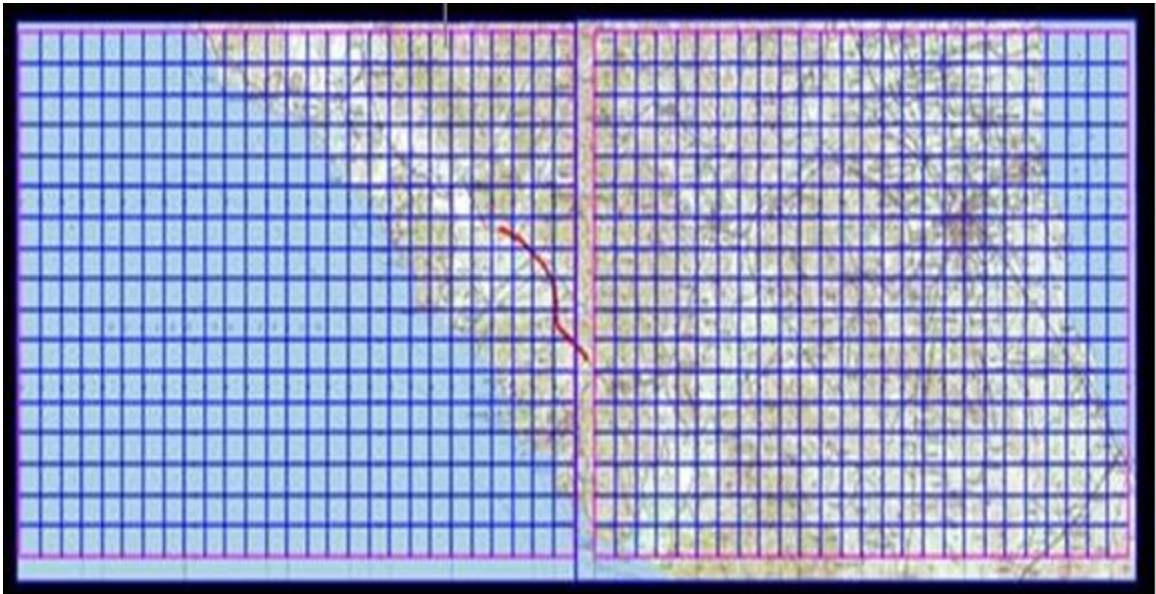


Figura 89. Geubicación de la primera carta topográfica "3050\_3 Rivas".

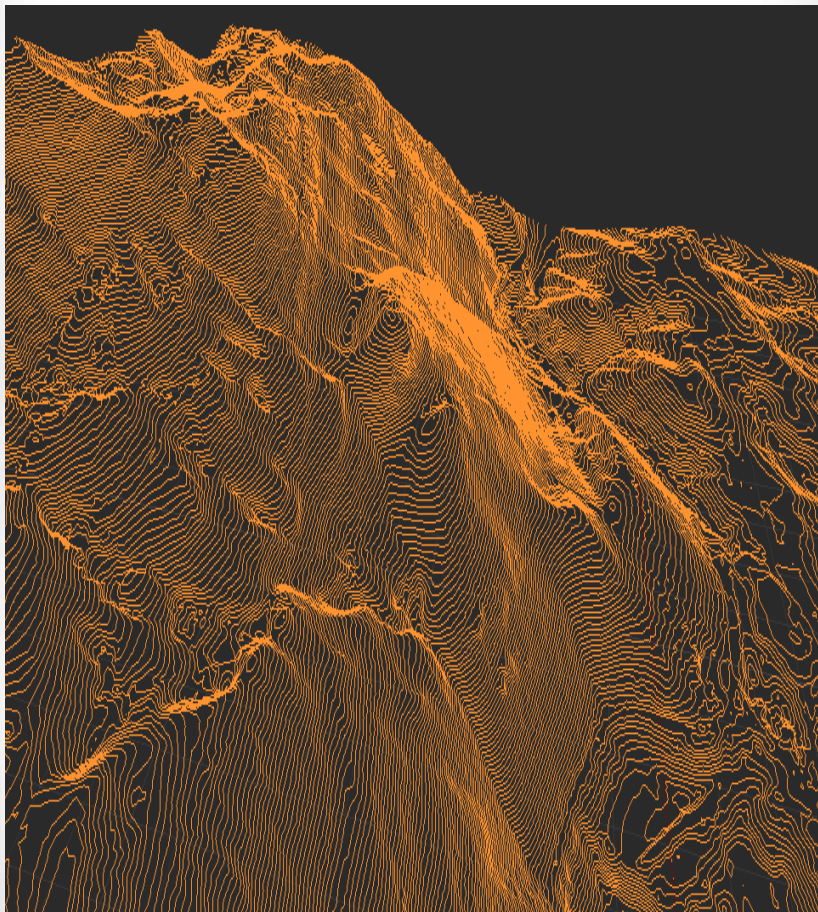


**Nota:** Repetir el procedimiento antes mencionado para insertar la segunda carta topográfica "2950\_2 Virgen Morena", tomando en consideración los dos puntos correspondientes a ésta carta. Una vez realizado esto, la geubicación del tramo en estudio se muestra en la figura 90.

Figura 90. Geubicación del tramo Empalme El Gigante-El Murciélago.



**CAPÍTULO IV.  
GESTIÓN Y MANEJO DE SUPERFICIE  
DIGITAL DTM  
(Modelo Digital del Terreno)**



## CAPÍTULO 4. GESTIÓN Y MANEJO DE SUPERFICIE DIGITAL DTM (Modelo digital del terreno).

### 4.1 INTRODUCCIÓN

Una superficie representa la geometría tridimensional de un área de terreno ó en el caso de superficies de volumen para conocer la diferencia o la combinación entre dos áreas de superficie. Las superficies están compuestas por triángulos o rejillas que se crean cuando Civil 3D conecta los puntos que constituyen los datos de la superficie.

**Tipos de superficies:** Civil 3D admite varios tipos de superficies, las cuales se definen a continuación:

- Superficies TIN: Formadas mediante la triangulación de un conjunto arbitrario de puntos. (Este tipo de superficie es la que se seleccionará).
- Superficies de rejilla: Formadas a partir de puntos de una rejilla regular (por ejemplo, modelos de elevación digital o DEM).
- Superficies de volumen TIN: Superficies compuestas creadas a partir de una combinación de puntos de una superficie superior (de comparación) e inferior (base), también conocidas como superficies diferenciales.
- Superficies de volumen de rejilla: Superficies diferenciales basadas en superficies superiores e inferiores especificadas por el usuario con puntos sobre una rejilla.

### 4.2 CREACIÓN Y EDICIÓN DE SUPERFICIE

La edición de las superficies va de la mano de la correcta visualización de la misma por medio de estilos de superficies (Esto es a seleccion del dibujante). Los estilos de una superficie permiten visualizarla de diferentes maneras, ya sea la superficie del terreno con las curvas de nivel, de forma triangular (Superficie TIN), a través de un mapa de elevaciones o de pendientes ó solo el borde de la misma. A continuación se procederá a crear una superficie, asi como definir el estilo de la misma, con el fin de lograr un correcto modelado del terreno.

#### 4.2.1 Creación de superficie


A continuación se creará la superficie TIN, se le asignará un nombre y se le asociará un grupo de punto. Para ello, ubicarse en Pestaña Prospector de Toolspace, seleccionar “Surfaces”, hacer click derecho y

seleccionar “Create Surface” (Crear superficie), ver figura 91.

Figura 91. Creación de superficie.





En el cuadro que se despliega “Create Surface” (ver figura 92), en la opción Type seleccionar el tipo de superficie, en este caso será “TIN surface”, en “Surface layer” seleccionar “C-TOPO” (es la capa donde se encontrará la superficie, ésta capa es la que trae por defecto la plantilla que se seleccionó al abrir al programa). Seguidamente en el nivel Information: En Name se nombra a la superficie, en este caso se le asignará el nombre “TERRENO NATURAL G-M”, en Description teclear “TOPOGRAFÍA DEL TERRENO”, en Style, se define el estilo de la superficie, para ello, hacer click izquierdo en la celda que está en la intersección de la fila “Style” y columna “Value” y hacer click izquierdo en , luego en el cuadro que se despliega “Select Surface Style” seleccionar “Contours and Triangle” (Contornos y triángulos) y click izquierdo en Ok.


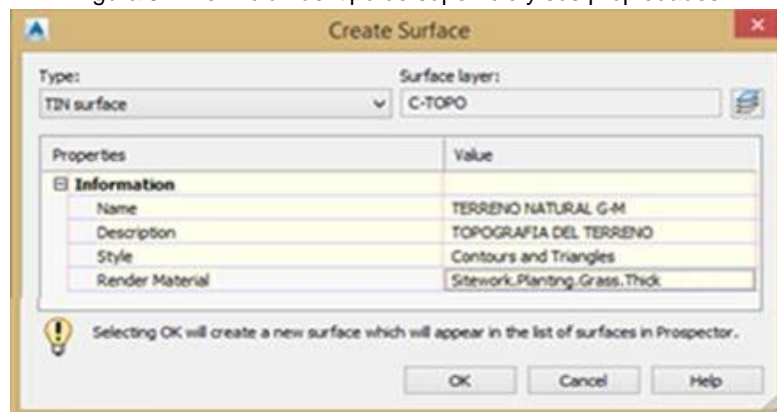
En el cuadro que permanece desplegado “Create Surface” en la opción “Render Material” hacer click izquierdo en la celda que está en la intersección de la fila “Render Material” y columna “Value” y hacer click izquierdo en , luego en el cuadro que se despliega “Select Render Material” seleccionar “Site Work Planting Grass Thick” (Es el material de renderizado 3D para el modelo del terreno). Luego click izquierdo en Ok y Ok.

Figura 92. Definición del tipo de superficie y sus propiedades.



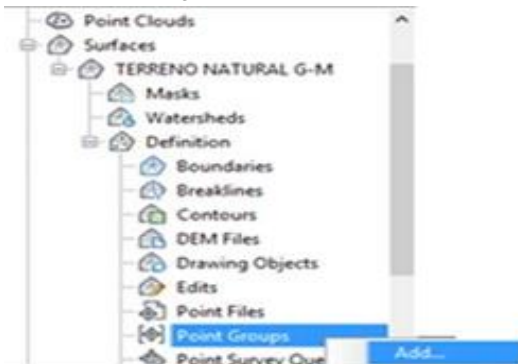
#### 4.2.2 Definición de datos de superficie

Cuando se crea una superficie, no se puede visualizar aún, debido a que no se ha definido los datos que la modelarán. En la definición de datos de superficie, los puntos o las curvas de nivel son a menudo una pieza principal de la información de superficie original y se completan con líneas de rotura y contornos.

Como se mencionó anteriormente se asignará un grupo de puntos a la superficie, para ello, ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace, extender la superficie creada, luego extender “Definition” y seleccionar “Point Groups”, hacer

click derecho y seleccionar “Add” (Para añadir un grupo de punto a la superficie), ver figura 93.

Figura 93. Adición de grupo de puntos, para crear superficie.



En el cuadro desplegable “Point Groups” seleccionar el grupo de puntos a partir del cual se va a generar la superficie, en este caso será “PTS\_EMPALME G-M”, ver figura 94. Y click izquierdo en Apply y Ok, la superficie creada aparecerá automáticamente en el modelo, ver figura 95.

Figura 94. Selección del grupo de puntos, a partir del cual se generará la superficie.

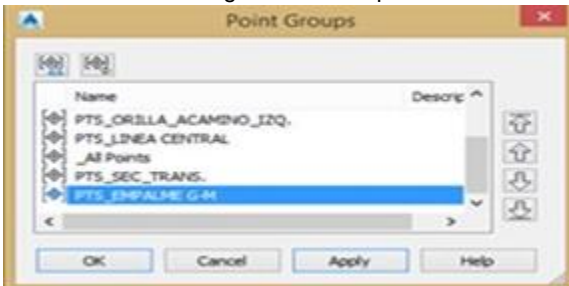
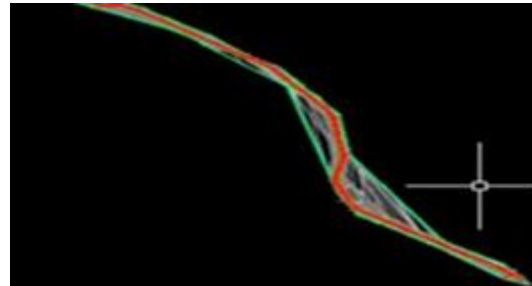


Figura 95. Superficie TIN creada.



Una vez que se asoció los puntos a la superficie y de haber obtenido la primera visualización del modelado de ésta, se procederá a intervenir con las herramientas de edición (Boundarie, Breakline, etc.), esto con el fin de ajustar el modelo, es decir, que la superficie TIN sea representativa a la topografía y esto se logra tomando en cuenta la siguientes condiciones: Que el número de triángulos ha de ser máximo, el área de los triángulos ha de ser mínima y los triángulos han de ser lo más equilátero posible.

#### 4.2.3 Edición de superficie

Todas las opciones de edición están sujetas a la consideración del dibujante, el cual debe conocer el terreno o superficie real, para así mismo poder modelarla de la mejor manera posible y realizar los ajustes pertinentes. Para proceder a la edición de la superficie, ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace, extender

“Surface”, seleccionar “TERRENO NATURAL G-M”, hacer click derecho y seleccionar “Surface Properties”, ver figura 96.

Figura 96. Propiedades de superficie.



En el cuadro desplegable “Surface Properties” (Propiedades de superficie), en pestaña Definition, extender “Build” y en “Use maximum triangle length” seleccionar “Yes” (para usar la máxima longitud de triangulación), luego en “Máximo triangle length” se digita la longitud de triangulación máxima, en este caso se digitó “40m” (valor de prueba), ver figura 97. Luego click izquierdo en Apply, en la ventana que se despliega “Surface Properties-Rebuild Surface” seleccionar Rebuild the surface” (Reconstruir superficie), luego click izquierdo en Ok. En la figura 98 se aprecia la superficie después de la modificación realizada a la longitud de triangulación.

Figura 97. Aplicación de propiedades de superficie.

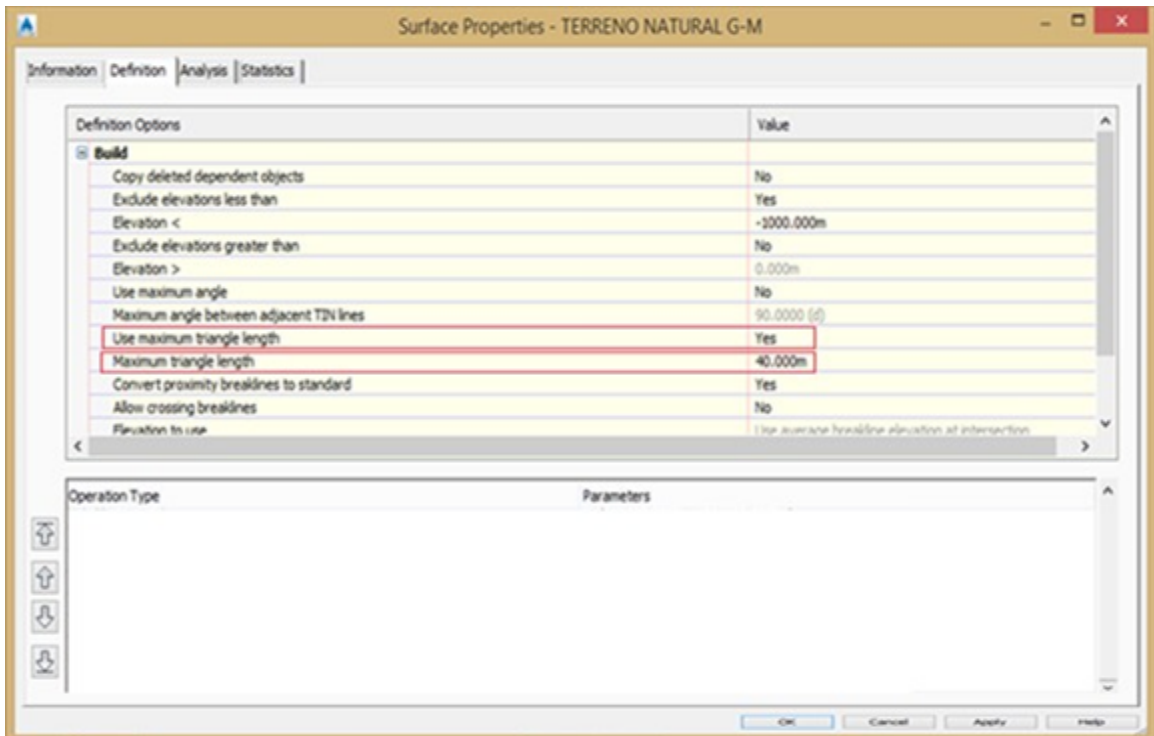
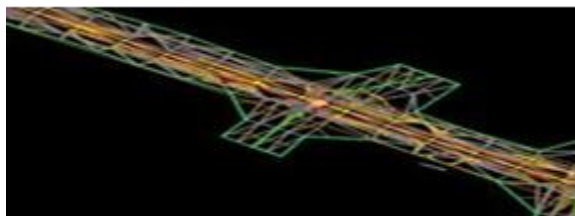



Figura 98. Visualización de superficie TIN, una vez aplicado sus propiedades.





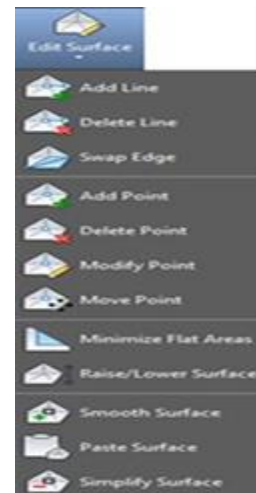
Una vez que se crea la superficie, es posible editarla y añadirle datos. Las ediciones de propiedades de superficie como intercambio de aristas, la supresión de líneas TIN, adición de puntos, etc. Se realizan con la finalidad de obtener un modelo digital lo mas aproximado a la realidad. Las categorías de edición de datos de superficie incluyen lo siguiente:

- Contornos: Polígonos que definen los tipos de contornos de superficie exteriores, ocultos y mostrados.
- Líneas de rotura: Se incluyen líneas de rotura estándar, de proximidad, no destructivas y de muro.
- Curvas de nivel: Se incluyen datos de curvas de nivel que se pueden definir a partir de objetos de polilínea.
- Archivos DEM. Se incluyen archivos DEM de modelo de elevación digital de USGS (United States Geological Survey, Prospección geológica de EE.UU.).
- Objetos de dibujo: Se incluyen líneas, puntos, bloques, texto y líneas 3D.
- Archivos de puntos: Se incluyen archivos de puntos ASCII (American Standard Code of Information Interchange, código normalizado estadounidense para el intercambio de la información).
- Grupos de puntos: Se incluyen grupos de puntos definidos previamente.

La edición de superficie permite corregir errores en la generación de la superficie o bien donde se considere que el comportamiento de la misma no es el adecuado. Previo a la edición de superficie, encender los componentes bordes y triángulos, para ello, seleccionar la superficie, hacer click derecho y seleccionar “Edit surface style”, en el cuadro que se despliega “Surface Style”, en la pestaña Display, a los componentes “Triangles” y “Border”, en la columna “Visible”, hacer click izquierdo en  para encender dichos componentes.

Como parte de la edición de las propiedades de superficie se puede añadir y eliminar líneas TIN. Para acceder a las diferentes opciones de edición de superficie se selecciona la superficie, luego hacer click izquierdo en “Edit Surface” y se desplegarán las diferentes opciones de edición de superficie. Ver figura 99.

Figura 99. Edición de superficie.



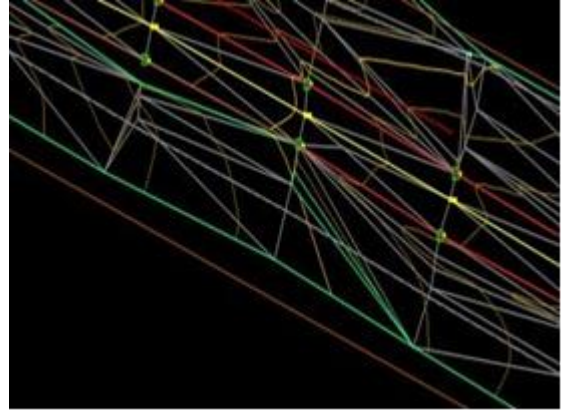
Estas opciones nos permiten, agregar o eliminar líneas, intercambiar aristas, agregar, eliminar, desplazar y modificar puntos, así también permite minimizar áreas planas, suavizar superficies, pegar superficies y elevar o bajar superficies.

En este caso se seleccionará “Add Line” (esta opción permite añadir una línea de triangulación), luego hacer click izquierdo en el punto inicial donde se creará la línea “TIN” y luego click izquierdo en el punto final. En la figura 100 aparece la superficie sin modificación y en la figura 101 se aprecia la línea creada.

Figura 100. Visualización de superficie sin aplicar “Add Line”.



Figura 101. Visualización de superficie una vez aplicado “Add Line”.



En esta ocasión se seleccionará otra de las opciones de edición de superficie, “Delete Line” (Eliminar línea), para ello solo se selecciona la línea de la superficie a eliminar. Ver en la figura 102 y 103 el antes y el después de eliminar la línea.

Figura 102. Visualización de superficie sin aplicar “Delete Line”.

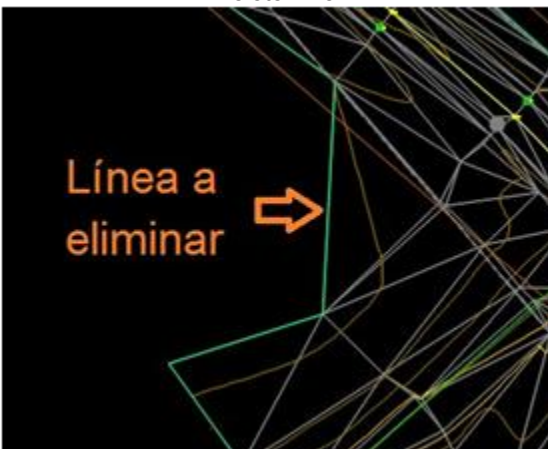
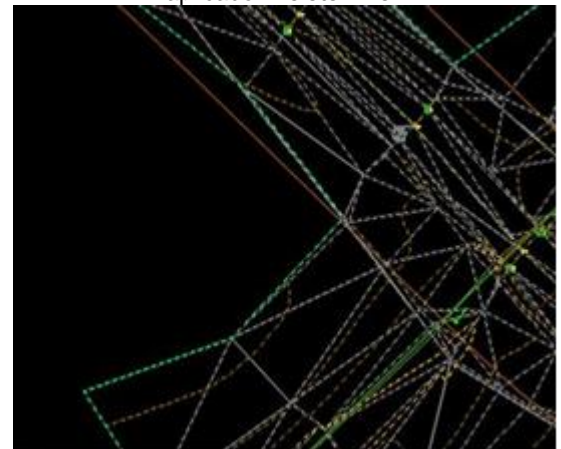


Figura 103. Visualización de superficie una vez aplicado “Delete Line”.



**Nota:** Cuando la longitud de la triangulación es muy corta, se produce un hueco en la superficie creada; este es el caso que se presenta en la figura 104. En la cual se aprecia que la superficie presenta un hueco, es decir no tiene datos correspondientes a esa ubicación. Para solucionar esto se edita la longitud de triangulación, es decir en la opción “Máximo Triangle length” (ver figura 97, página 53), en este caso se cambio a “50” y click izquierdo en Apply. Este valor se obtuvo por prueba, hasta lograr que la superficie cubriera el ancho del alineamiento. En la figura 104 y 105 se aprecia el antes y después de modificar la longitud de triangulación.

Figura 104. Visualización de superficie sin editar la longitud de triangulación.

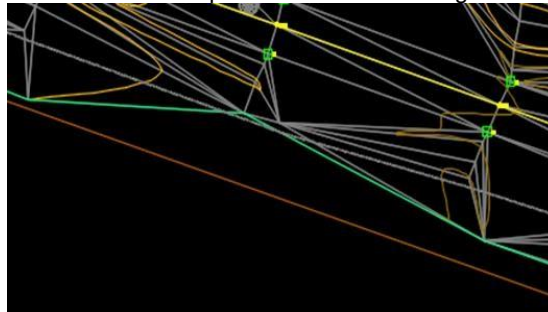
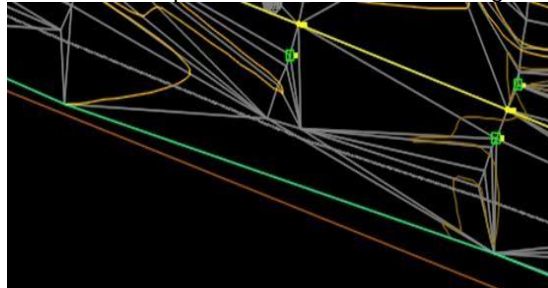


Figura 105. Visualización de superficie una vez editada la longitud de triangulación.



**Adición de puntos:** Como parte de la edición de superficie, anteriormente se aplicó la adición y eliminación de líneas, además de la modificación de la longitud de triangulación; en esta ocasión se abordará la adición de puntos a una superficie, cabe mencionar que las ediciones de superficie, se realizan para lograr un correcto modelado de la misma.

Para acceder a la edición de superficie, se debe desplegar las diferentes opciones de edición (ver figura 99, página 54), y seleccionar “Add Point” (Agregar punto), luego en el mensaje que se despliega “Select point”, hacer click izquierdo en el punto donde se desea agregar el nuevo punto y en el mensaje que aparece “New elevation” teclear la elevación del punto (Este valor a asignar debe ser consistente con la elevación de las curvas de nivel), ver figura 106. Una vez que se especificó la ubicación y elevación del punto, ver figura 107.

Figura 106. Visualización de superficie sin aplicar "Add point".

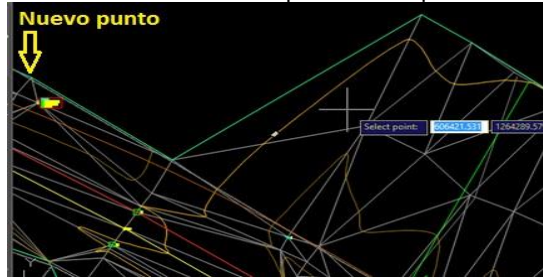
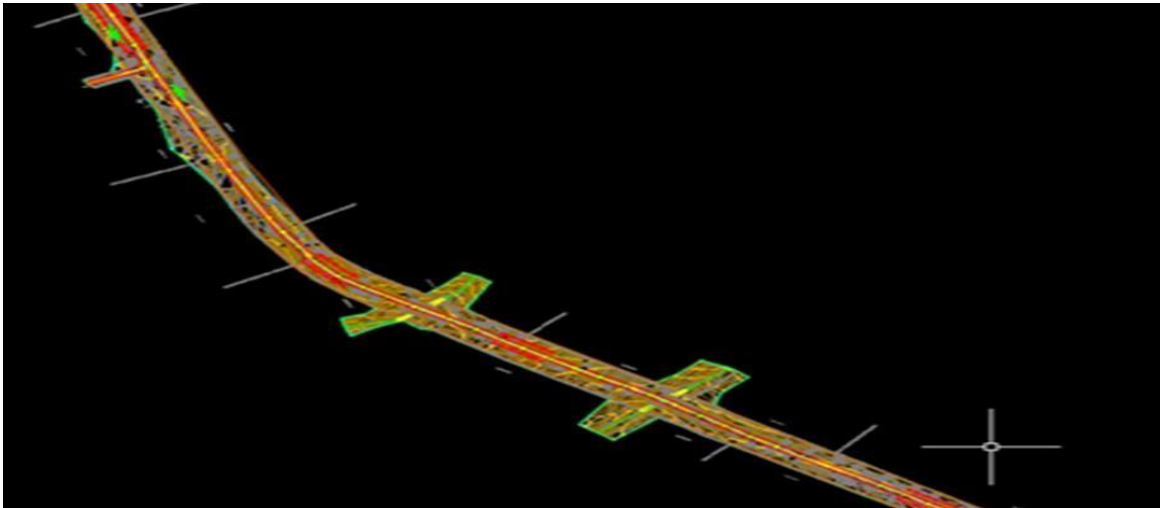


Figura 107. Visualización de superficie una vez aplicado "Add point".



En la figura 108 se muestra la superficie en general con las ediciones que se realizaron.

Figura 108. Visualización de superficie una vez que se aplicaron las ediciones.



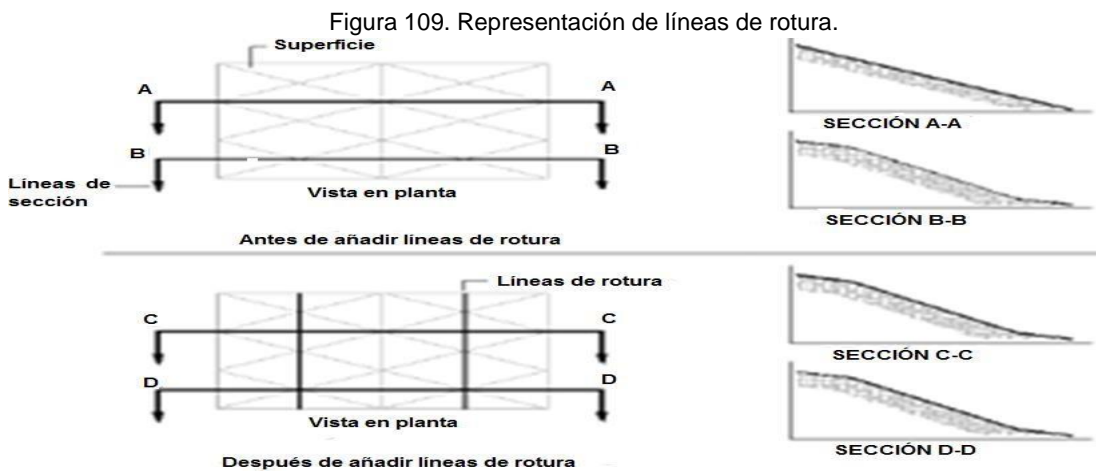
### 4.3 AÑADIR BREAKLINE

El software civil 3D, cuenta con una serie de herramientas que permiten de forma eficiente un modelado de superficie similar a la realidad; como primeras herramientas se tiene las líneas de quiebre (Breakline) y los bordes (Boundaries), que permiten realizar sensibles cambios a la triangulación. El programa no es capaz de distinguir la ubicación precisa de fondos de cunetas, bordes de pavimento, etc. Mediante la creación de estas líneas características del terreno, se controla la creación de los triángulos que conforman la superficie.

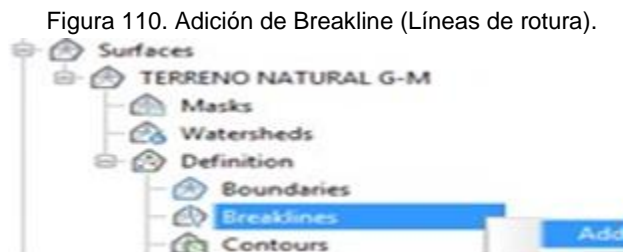
Estas líneas características llamadas líneas de quiebre o breakline, son líneas mediante las cuales se definen aristas fijas, entre las que no debe ser interpolado el modelado del terreno, es decir, las mismas constituirán lados fijos de los triángulos de la TIN y ninguno de estos triángulos pueden cruzar a las líneas de quiebre, de su correcta indicación dependerá buena parte de la exactitud del modelo.

Los Breakline o líneas de rotura se utilizan para definir superficies lineales, por ejemplo, paredes de contención, bordillos, entre otros; los Breakline fuerza la triangulación de las rejillas para la interpolación de datos.

Sólo se pueden añadir líneas de rotura a las superficies TIN, ver figura 109.



A continuación se procederá a crear líneas de rotura (Breakline), para ello, ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace, extender “Surfaces”, luego extender la superficie creada “TERRENO NATURAL G-M”, extender “Definition” y seleccionar “Breaklines”, hacer click derecho y seleccionar “Add”, ver figura 110.

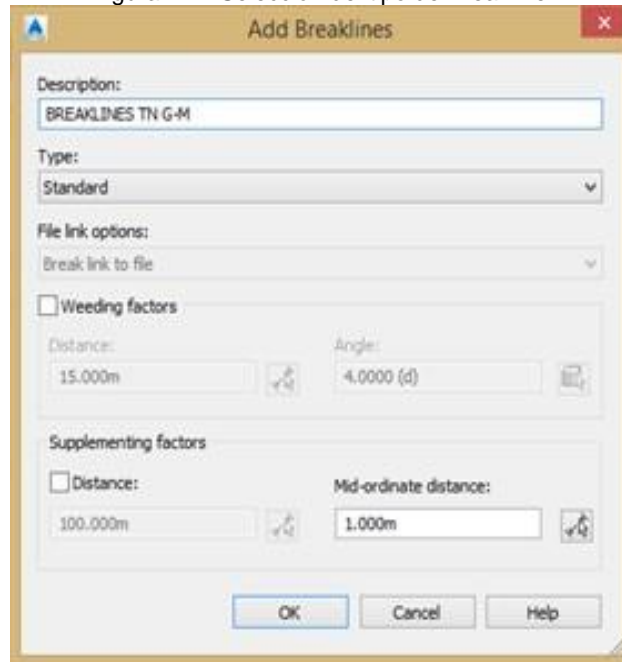


En el cuadro que se despliega “Add Breaklines”. En Description se asigna una descripción a los Breaklines (es opcional), en este caso será “BREAKLINES TN G-M”, en Type seleccionar el tipo de Breaklines que se desea, para este caso se selecciona “Standard” (Estandar), el resto de configuraciones se dejan por



defecto, ver figura 111. Luego click izquierdo en Ok. Posteriormente seleccionar en el modelo las líneas que se asignarán como líneas de rotura, en este caso: La línea central y los dos bordes de la alineación (derecho e izquierdo), finalmente presionar Enter.

Figura 111. Selección del tipo de Breakline.



## 4.4 CREACIÓN Y ETIQUETADO DE CURVAS DE NIVEL

Las curvas de nivel son líneas que unen puntos de la misma altitud de un terreno. Para la creación de curvas de nivel en el software Civil 3D se debe disponer de una base de datos de puntos propios de la superficie objeto de estudio, esto con el fin de reflejar la forma tridimensional de la superficie terrestre en un mapa bidimensional. A través del etiquetado de curvas de nivel es posible ampliar o encuadrar los datos de curvas de nivel y presentar u ocultar su descripción y resumen. La obtención de las curvas de nivel se obtiene por interpolación sobre los lados de los triángulos.

### 4.4.1 Creación de curvas de nivel

Para crear curvas de nivel, ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace y seleccionar la superficie creada “TERRENO NATURAL G-M”, hacer click derecho y seleccionar “Surface Properties” (Propiedades de superficie), ver figura 112.

Figura 112. Selección de la superficie, para crear curvas de nivel.






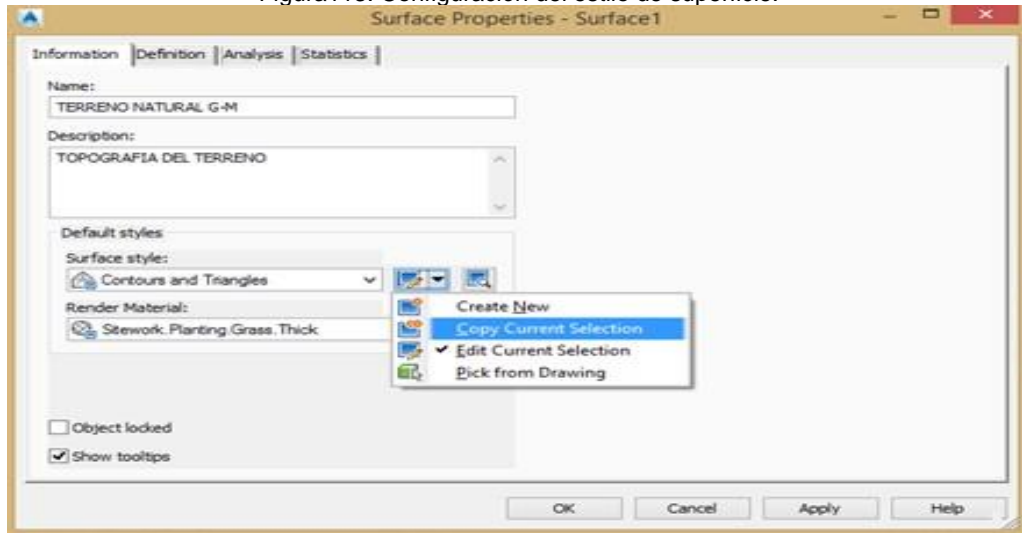
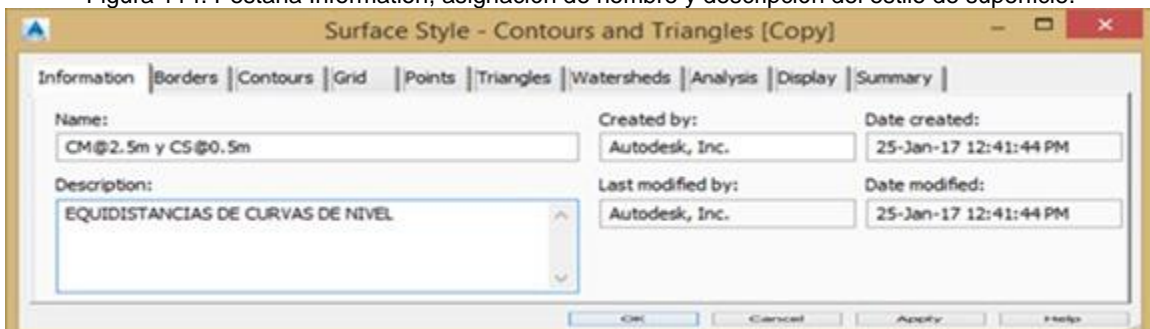
En el cuadro que se despliega “Surface Properties”, en pestaña Information, en la opción “Surface Style” aparece por defecto el estilo de superficie que se seleccionó anteriormente, cuando se creó la superficie (ver figura 92, página 51); en este caso, se configurará dicho estilo “Contours and Triangles”, para ello hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection” (esta opción permite sacar una copia al estilo de la superficie), ver figura 113.

Figura113. Configuración del estilo de superficie.



En el cuadro que se despliega “Surface Style”, en pestaña Information, en la opción Name, se deberá asignar un nombre y una descripción al estilo de la superficie (la descripción es opcional), en este caso se nombrará como “CM@2.5m y CS@0.5m”, cabe mencionar que “CM” indica curva maestra y “CS” curva secundaria, el 2.5m y 0.5m se refiere a la distancia que irán las respectivas curvas; ver las configuraciones realizadas en la figura 114.

Figura 114. Pestaña Information, asignación de nombre y descripción del estilo de superficie.



Para la creación de curvas de nivel, es necesario definir el intervalo deseado para las curvas secundarias (Minor Contour) y el intervalo a considerar para las curvas maestras (Major Contour), también se debe lograr que las curvas de nivel

tengan un grado de suavidad moderado, logrando que no se corra el riesgo que estas se superpongan, en las figura 115 y 116 se muestra dicho suavizado.

Figura 115. Visualización de curvas de nivel sin suavizado.

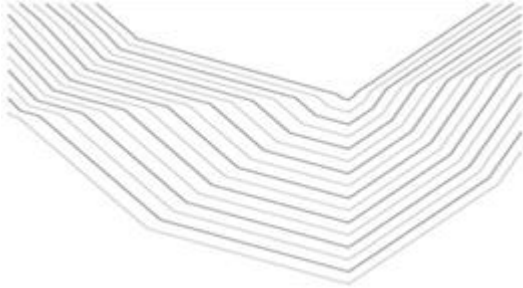
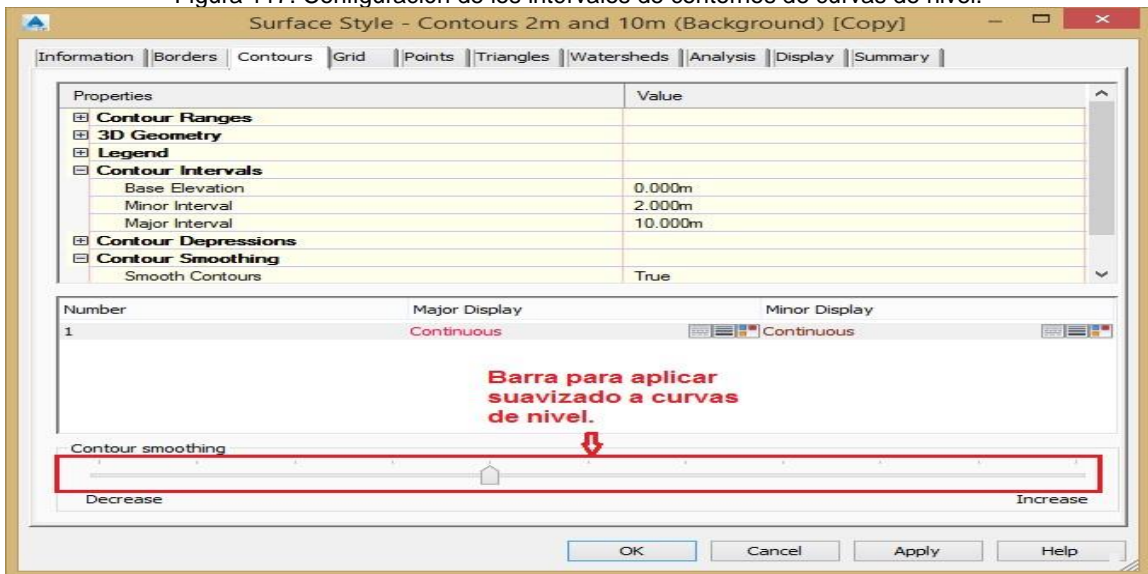


Figura 116. Visualización de curvas de nivel con suavizado.



Para definir los intervalos mencionados anteriormente, en la pestaña Contours del cuadro “Surface Style”, extender “Contours Intervals” (Intervalos de contornos) y en la opción “Base Elevation” (Elevación base) teclear “0.00m”, en “Minor Interval” (Intervalo menor) teclear “0.50m” y en “Major Interval” (Intervalo mayor) teclear “2.5m”. Luego extender “Contours Smoothing” (Grado de suavidad de las curvas) y en la opción “Smooth Contours” seleccionar “True” (para que se active la barra de suavizado de curvas), esta barra aparece en la parte inferior del cuadro “Surface Style” y presenta la graduación a cada 10, en este caso se cambiará a 90 (Este valor de ajuste de suavizado de curvas se obtuvo a través de prueba). El resto de configuraciones se dejan por defecto. Ver figura 117.

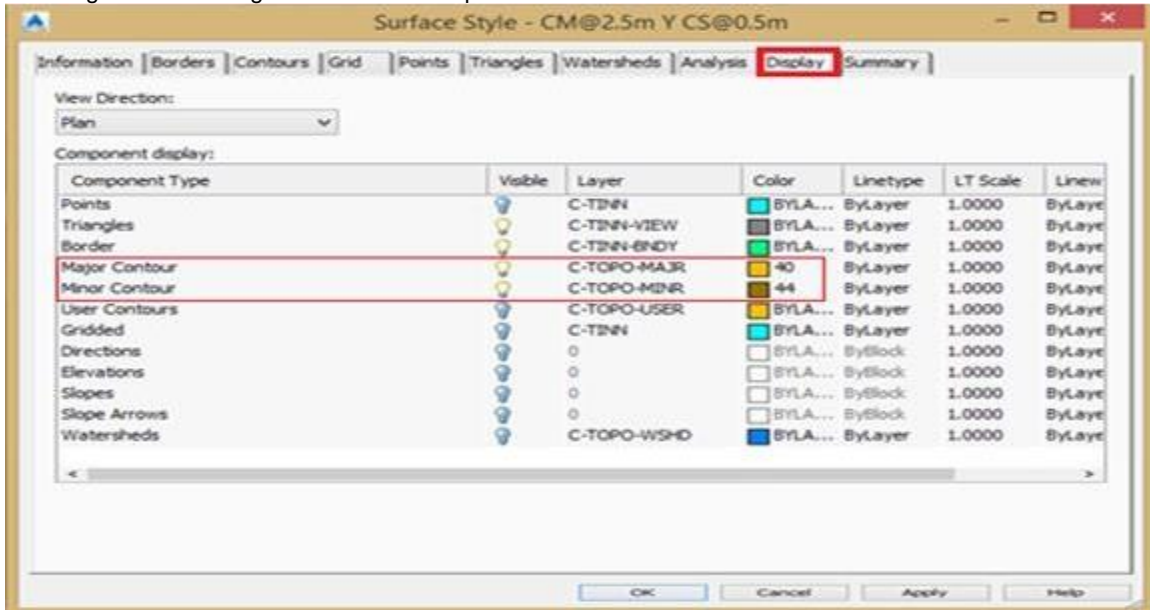
Figura 117. Configuración de los intervalos de contornos de curvas de nivel.



Una vez que se definió los intervalos de curvas de nivel, así como el grado de suavidad, a continuación se procederá a asignar los colores de calidad de línea

a los componentes de las curvas maestras (CM) y secundarias (CS). Para ello, en pestaña Display, al componente “Major Contours” seleccionar el “color 40” (para que se vean más resaltadas las curvas maestras) y a “Minor Contours” seleccionar “color 44”, ver figura 118. Luego click izquierdo en Apply,Ok y nuevamente Apply y Ok. De esta manera, se crean las curvas de nivel.

Figura 118. Configuración de los componentes de los intervalos de contornos de curvas de nivel.

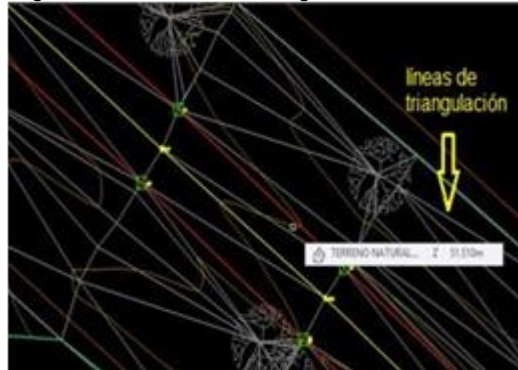


**Edición de curvas de nivel:** Es posible editar cualquier curva de nivel, ya sea para insertar, mover y suprimir vértices, así como redefinir la elevación de un vértice seleccionado. Para editar las curvas de nivel, teclear el comando “editsurfaceswapedge” (Editor de líneas de triangulación), este a la vez modifica las curvas de nivel, ver figura 119.

Figura 119. Edición de líneas de triangulación.



Figura 120. Líneas de triangulación a modificar.



Luego seleccionar la línea de triangulación que se desea modificar (Esto es con el fin de cambiar el sentido de la línea TIN), ver figura 120.

#### 4.4.2 Etiquetado de curvas de nivel

Las etiquetas permiten adicionar datos a la superficie, tales como puntos con altura, pendiente o etiquetas de curvas de nivel. Previo a realizar el etiquetado

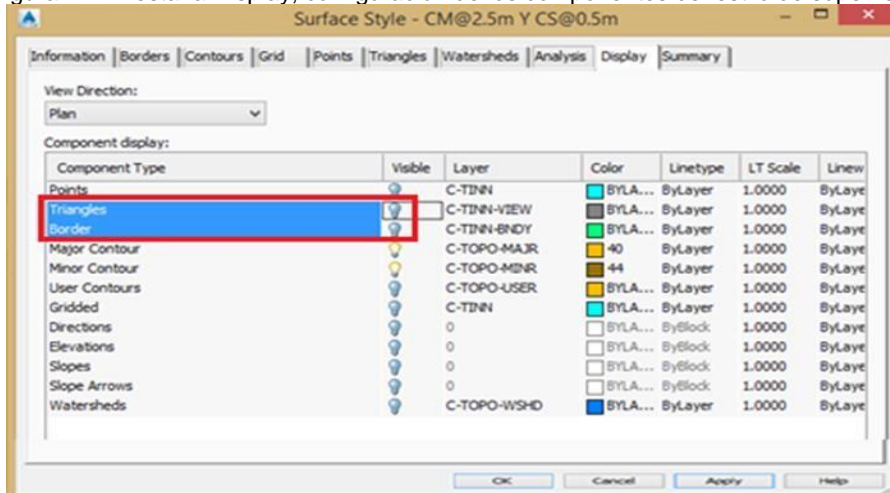
de curvas de nivel, se ocultarán los grupos de puntos creados, los bordes y triángulos que forman la superficie, esto se realizará con la finalidad de apreciar únicamente las etiquetas que se crearán. Para ello, ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace, seleccionar “Point Group”, hacer click derecho y seleccionar “Properties”. En la ventana que se despliega “Point Groups”, seleccionar el grupo de punto “\_All points”, y hacer click izquierdo en la opción enmarcada de color rojo que se muestra en la figura 121, de esta manera se ocultarán el resto de grupo de puntos. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 121. Selección de grupo de puntos a ocultar.



Para apagar los bordes y triángulos que forman el estilo de la superficie, se realiza lo siguiente, en pestaña Prospector de Toolspace, extender “Surfaces” y seleccionar la superficie creada, hacer click derecho y seleccionar “Edit Surface Style” (Editar estilo de superficie), en el cuadro que se despliega “Surface Style” seleccionar la pestaña Display y a los componentes Triangles y Border, se procederán a apagar, ver figura 122. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 122. Pestaña Display, configuración de los componentes del estilo de superficie.



A continuación se describen las opciones para etiquetar curvas de niveles:

**Countour-single:** Etiqueta una curva específica haciendo click sobre ella.

**Contours-Multiple:** Etiqueta todas las curvas de niveles a través de una polilínea.

**Contour-Multiple at Interval:** Permite rotular las curvas de nivel de una polilínea a través de intervalos).

Para definir el tipo de etiquetado, ubicarse en pestaña Annotate, seleccionar el ícono desplegable “Add Label”, seleccionar “Surface” y finalmente seleccionar “Countour-Multiple” (Multiples contornos), ver figura 123.

Figura 123. Selección del tipo de etiqueta para curvas de nivel.



Seguidamente en el mensaje que aparece “Specify first point or” hacer click izquierdo en un punto cercano a la curva de nivel, luego en el siguiente mensaje “Specify next point” hacer click izquierdo en otro punto de las curvas de nivel y así sucesivamente trazar puntos (Puede ser en forma de sic sac a lo largo de toda la superficie, esto dependerá de la ubicación donde se quiere que aparezca la etiqueta) y finalmente presionar Enter. En la figura 124, se puede apreciar como aparecen las etiquetas de las curvas de nivel.

Figura 124. Visualización de etiquetas de curvas de nivel.



Para observar únicamente las etiquetas de las curvas maestras, seleccionar una de las etiquetas del modelo (Al realizar esto, aparecerá una línea de color azul uniendo todas las etiquetas), luego hacer click derecho y seleccionar Properties; en la ventana que se despliega “Properties” , extender “Labels”, luego en la opción “Display Minor Contours Labels” seleccionar “False” (para apagar las curvas secundarias). Para ocultar la línea de color azul que se creó formando los puntos en forma de sic sac, en la opción “Display Contour Label



Line” seleccionar “False”, ver figura 125. Finalmente en la figura 126 se observa el etiquetado de las curvas maestras.

Figura 125. Configuración del etiquetado de curvas de nivel.

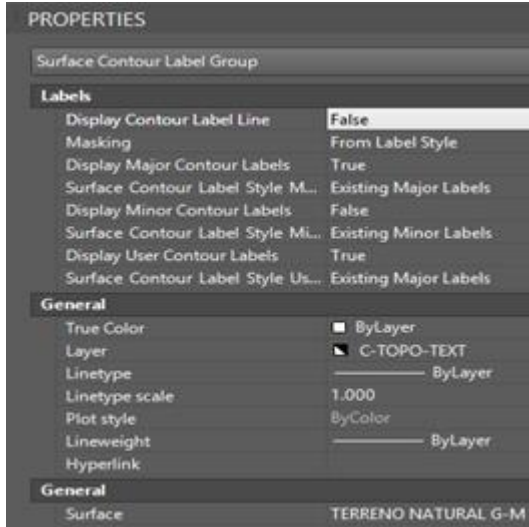


Figura 126. Visualización de etiquetas de curvas de nivel específicas.



#### 4.5 CREACIÓN DE GRILLAS DE COORDENADAS GEODÉSICAS

Para la colocación, edición y visualización de grilla de coordenadas geodésicas se usarán varios comandos y herramientas que permitan hacer un adecuado proceso para etiquetar una grilla de coordenadas sin hacer uso de aplicaciones externas. para ello se realiza lo siguiente:


Crear una capa llamada “\_GRILLA GEODÉSICA” de color “Blanco” y con tipo de línea “Continua”, dejarla activada, luego encender la capa “\_CARTA TOPOGRÁFICA” que se creó en pasos anteriores, luego en menú Home hacer click izquierdo en  “Offset” y en el mensaje que se despliega “Specify offset distance or” teclear “100” y presionar Enter, luego en el mensaje que aparece “Select object to offset or” seleccionar la cuadrícula que representa la carta topográfica y hacer click izquierdo en la dirección en la que se quiere el Offset, luego seleccionar estas líneas de offset y ubicarlas en la capa “\_GRILLA GEODÉSICA”. Luego se delimita el área donde se aplicará el etiquetado de las coordenadas geodésicas, esta área se realiza con el comando Polyline, dicha polilínea será de color blanco; en la figura 127 y 128 se aprecia el antes y después de aplicar el offset y la delimitación del área.



Figura 127. Visualización de las grillas sin aplicar offset.

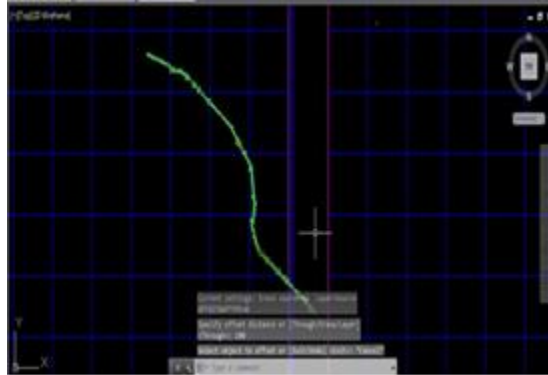
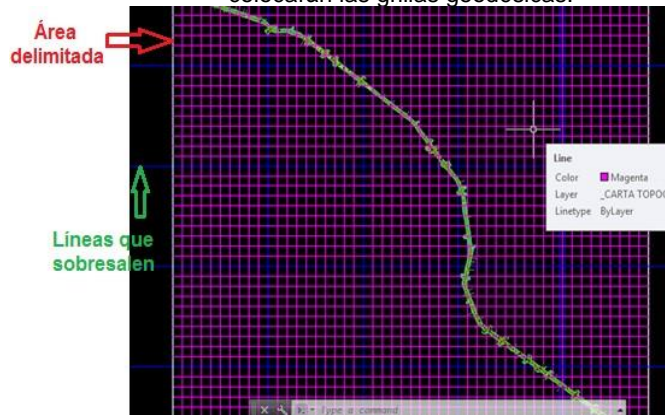
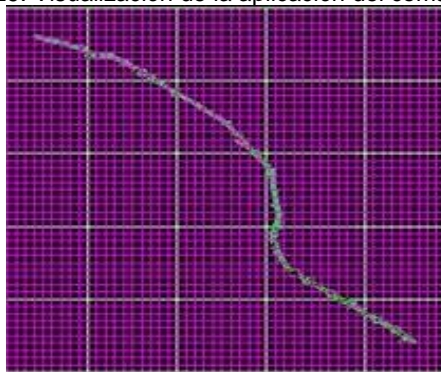


Figura 128. Visualización de las grillas, una vez aplicado el offset y delimitación del área donde se colocarán las grillas geodésicas.



En la figura 128, hay líneas de las cuadrículas que sobresalen al área que se delimitó, por lo tanto se procederán a eliminar, para ello utilizar el comando “Trim”. Una vez realizado esto, ver figura 129.

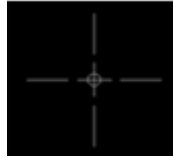
Figura 129. Visualización de la aplicación del comando Trim.



A continuación se creará una capa de nombre “\_COORDENADAS GEODÉSICAS”, de color 8 y con tipo de línea continua. Seguidamente se creará un bloque para identificar el punto de inserción de las coordenadas geodésicas, luego se definirá el tipo de etiqueta que tendrán las grillas.

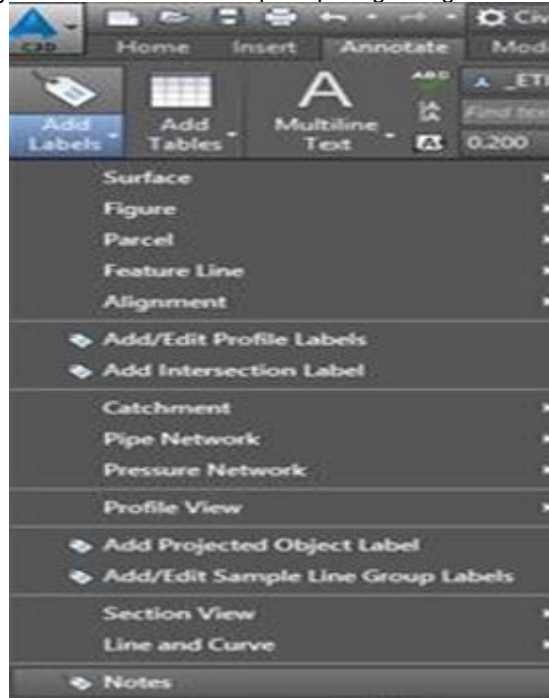
Para crear el bloque que representará las grillas geodésicas, se deberá dibujar en el modelo (no importa las dimensiones que le dé al bloque porque luego su tamaño será definido), insertar el comando “Block”, luego en la ventana que se despliega “Block definition”, se le asigna un nombre al bloque, luego hacer click izquierdo en “Select object”, para seleccionar el bloque que se dibujó, seguidamente hacer click izquierdo en “Pick point” para definir el punto de fijación que tendrá el bloque (este punto se selecciona en el modelo), luego al regresar a la ventana, activar la opción Annotative, luego hacer click izquierdo en Ok. El bloque creado se muestra en la figura 130.

Figura 130. Visualización del bloque creado.



A continuación se definirá el tipo de etiqueta que tendrán las grillas, para ello, en pestaña Annotate, seleccionar “Add Label” luego seleccionar “Notes” (Ver figura 131).

Figura 131. Adición de etiqueta para grillas geodésicas.




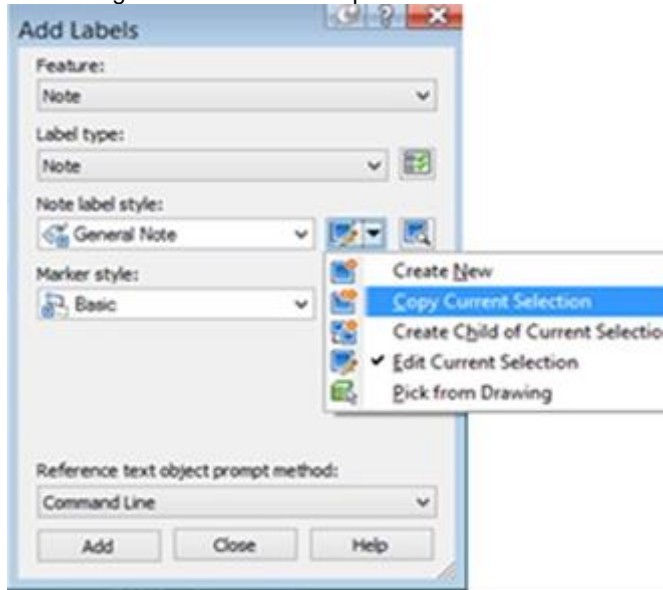
En el cuadro que se despliega “Add Labels”, en “Note label Style” hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection” (para sacar una copia al estilo de etiqueta “General Note”), ver figura 132.

Figura 132. Estilo de etiqueta.






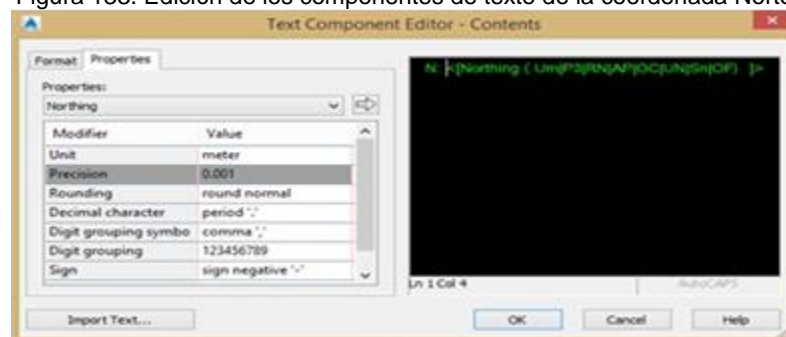
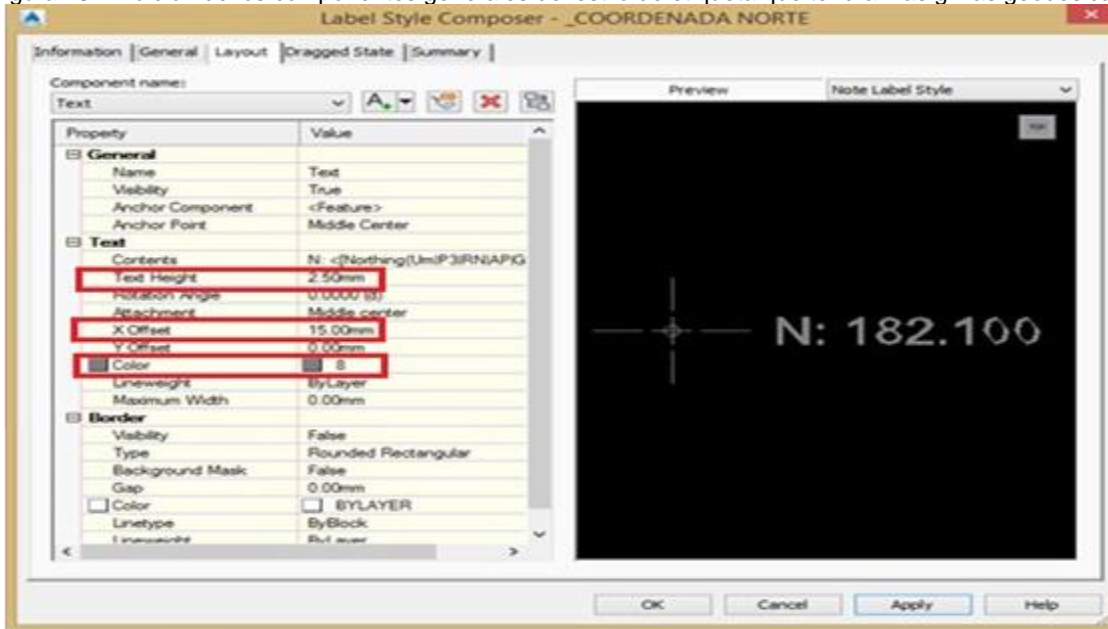
En el cuadro que se despliega “Label Style Composer”, en pestaña Information se le asigna un nombre al estilo de etiqueta, en este caso será “\_COORDENA NORTE “. En pestaña General se dejan por defecto las configuraciones que presenta. En pestaña Layout, ubicarse en nivel “Text”, hacer click izquierdo en la celda que esta en la intersección de la fila “Contents” y columna “Value” y click izquierdo en . En el cuadro desplegable “Text Component editor-contents” se editará los componentes de texto que corresponden a las grillas geodésicas. Para ello eliminar en la pantalla de edición el texto “Notes”, luego en pestaña Properties, en la opción Properties seleccionar “Northing” (para asignarle a las grillas geodésicas la propiedad de coordenada norte), luego click izquierdo en , antes del texto que aparece en la pantalla de edición teclear “N:” (para que en la etiqueta se entienda que está haciendo referencia a dicha coordenada norte). Luego seleccionar todo el texto y en pestaña “Format” asignarle el color Green y en “Precision” seleccionar 0.001 (es decir 3 decimales) y click izquierdo en  para actualizar cambios. Luego click izquierdo en Ok. En la figura 133 se muestran los cambios realizados.

Figura 133. Edición de los componentes de texto de la coordenada Norte.



En el cuadro que se mantiene desplegado “Label Style Composer” en pestaña Layout, configurar la altura de texto de la etiqueta, así también X offset, que corresponde a la distancia que habrá entre la marca y la etiqueta y finalmente el color del texto de la etiqueta; estas configuraciones realizadas se encuentran en los cuadros de color rojo de la figura 134.

Figura 134. Edición de los componentes generales del estilo de etiqueta que tendrán las grillas geodésicas.




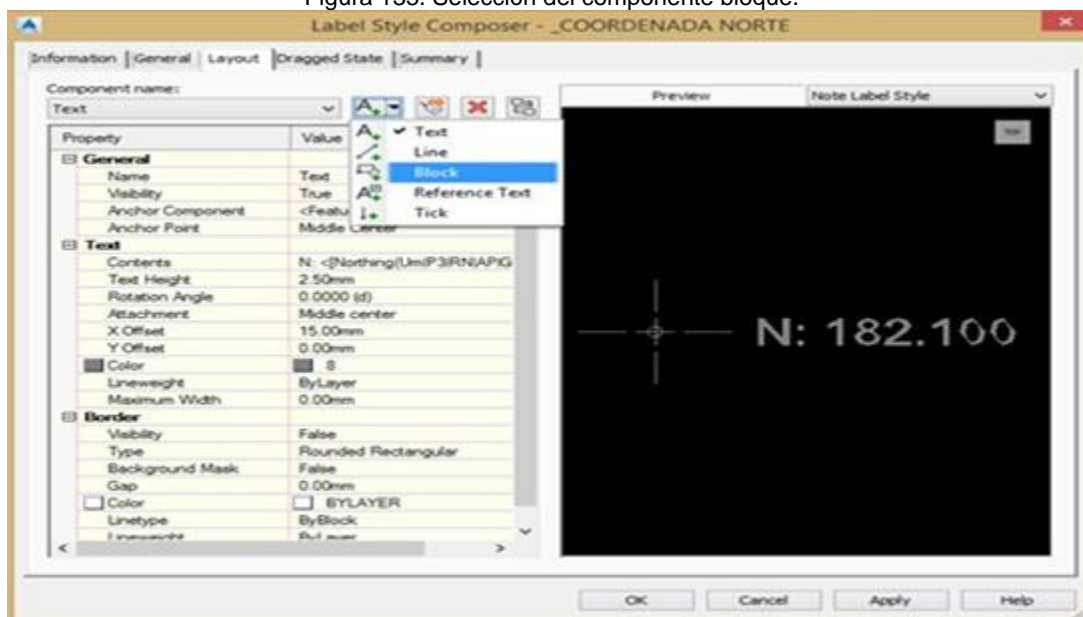
Luego hacer click izquierdo en  para crear un nuevo componente (en este caso será el bloque que se creó anteriormente), para ello seleccionar “Block”, ver figura 135.

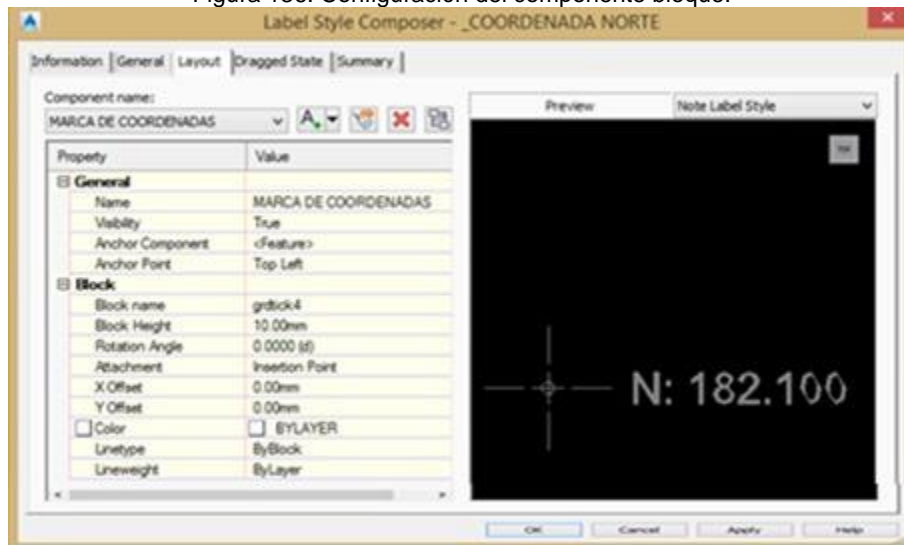
Figura 135. Selección del componente bloque.



En el nivel General: Se configura el nombre y estilo del texto, la visibilidad de la etiqueta y la selección de la capa. Por tanto en Name nombrarlo como “MARCA DE COORDENADAS”.

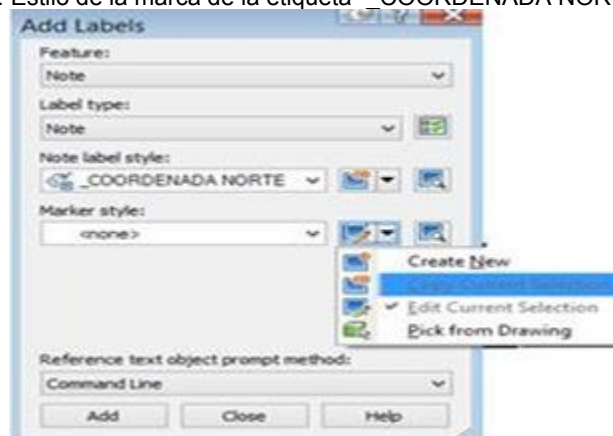
En el nivel Block: Se configuran las propiedades del block (Bloque), para ello, ubicarse en la celda que está la intersección de la fila “Block name” y columna “Value” y hacer click izquierdo en [ ] y buscar el bloque creado anteriormente, en este caso llamado “grdtick4”, luego click izquierdo en Ok. El resto de configuraciones se muestra en la figura 136, luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 136. Configuración del componente bloque.



En el cuadro que permanece desplegado “Add Labels”, se procederá a definir el estilo de la marca de la etiqueta “\_COORDENADA NORTE”, para ello, en “Marker style” seleccionar “None”. Luego para definir el estilo de marca de la etiqueta de la “\_COORDENADA ESTE”, sacar una copia al estilo de etiqueta de la coordenada norte, para ello, ver figura 137.

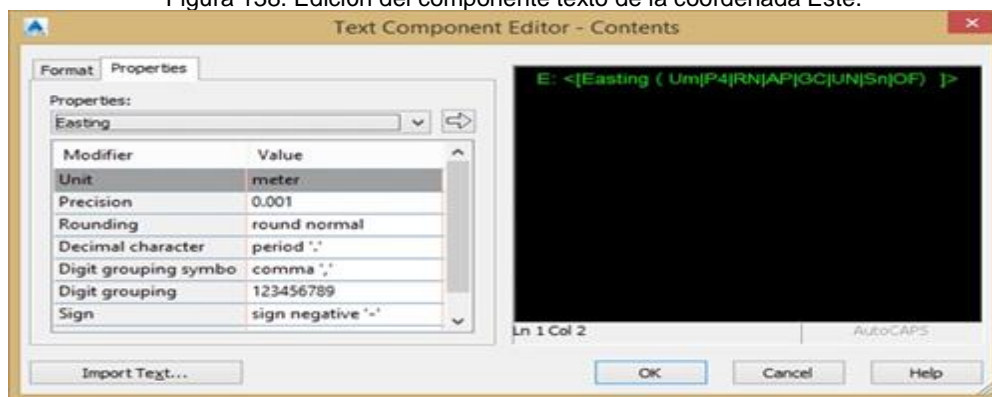
Figura 137. Estilo de la marca de la etiqueta “\_COORDENADA NORTE”.





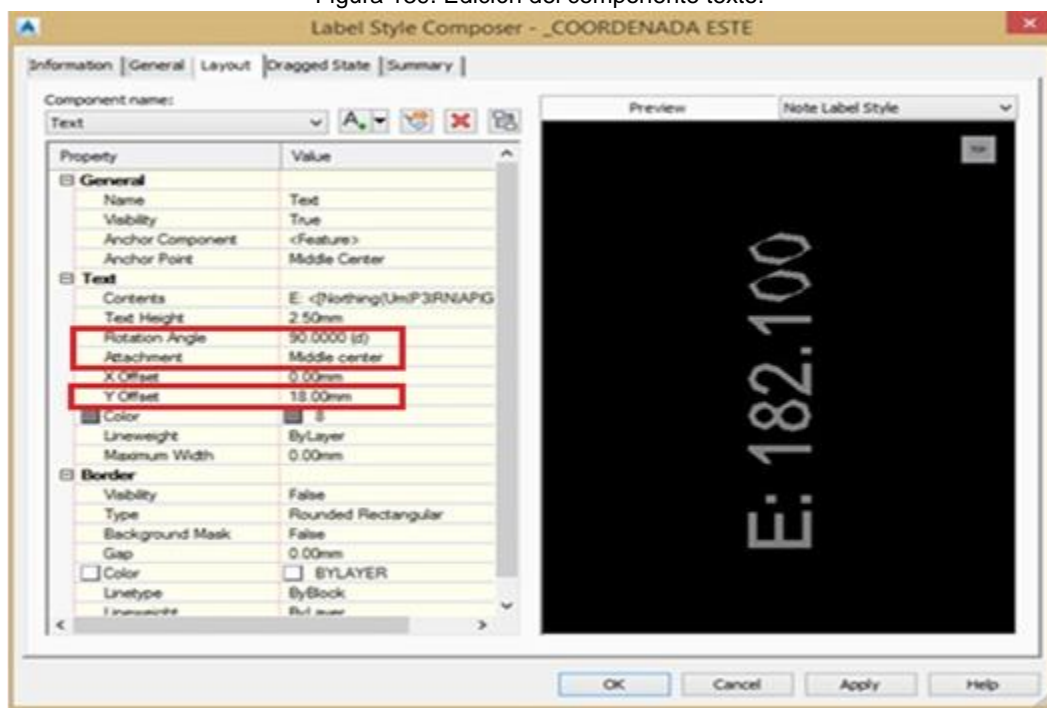
En el cuadro que se despliega “Label Style Composer”, en pestaña Information, en Name teclear “\_COORDENADA ESTE”. Luego en pestaña Layout, realizar las mismas configuraciones que se realizaron cuando se editó la coordenada norte, con la diferencia que la propiedad a asignar en la opción Propertes sera “Easting”. Una vez realizada las configuraciones, ver figura 138. Luego click izquierdo en Ok.

Figura 138. Edición del componente texto de la coordenada Este.



Luego, realizar las configuraciones que se muestran enmarcadas de color rojo en la figura139. Y eliminar el componente “MARCA DE COORDENADAS”, ya que el estilo de etiqueta es una copia de la coordenada norte y ésta ya tiene la marca. Finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok. En el cuadro que permanece desplegado “Add Labels”, hacer click izquierdo en “Add”.

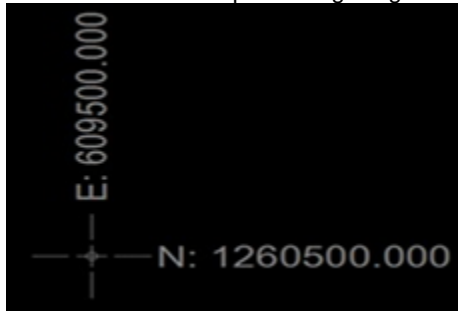
Figura 139. Edición del componente texto.





Posteriormente hacer click izquierdo en un punto del modelo donde se desea que sean insertadas las etiquetas. Ver figura 140.

Figura 140. Visualización de etiqueta de grilla geodésica creada.



En la figura 141 y 142 se aprecia el antes y el después de la creación de las coordenadas geodésicas.

Figura 141. Visualización del modelo sin etiquetado.

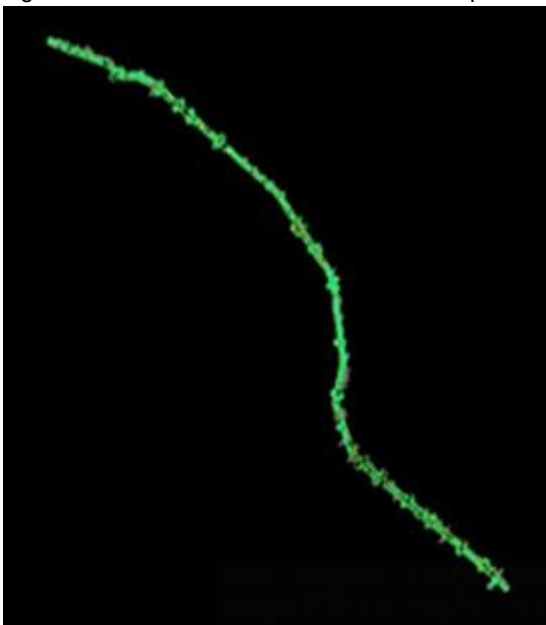
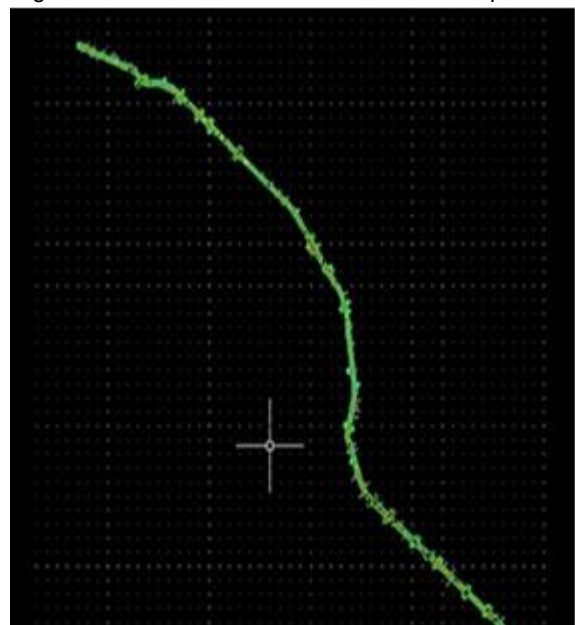
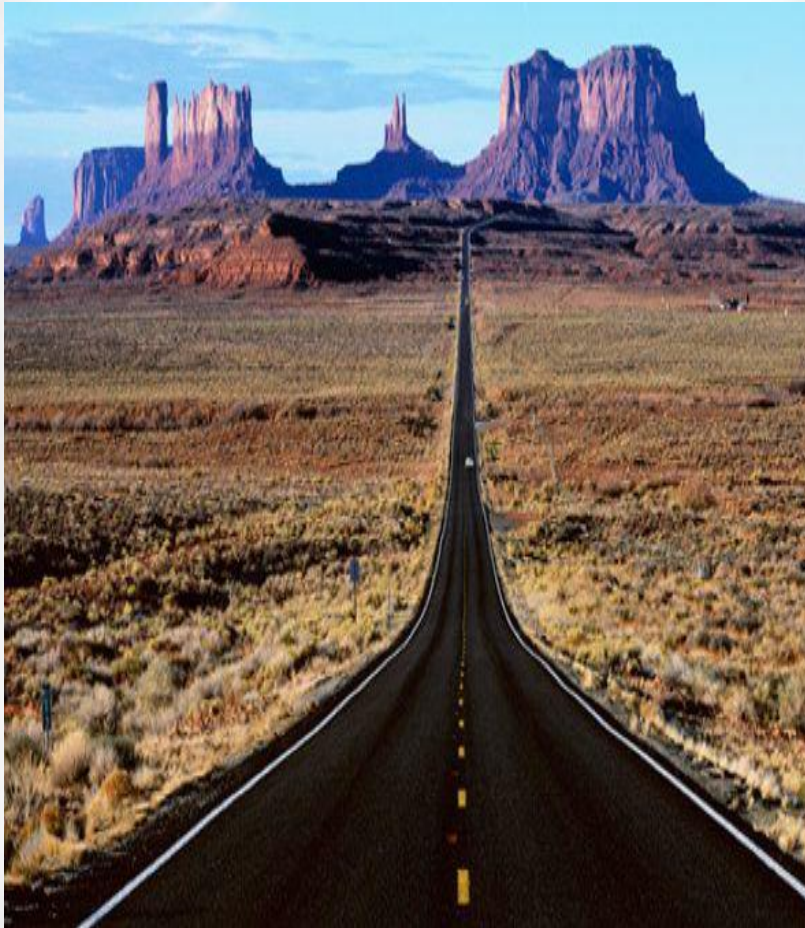


Figura 142. Visualización del modelo con etiquetado.



**CAPÍTULO V.**  
**ESPECIFICACIONES DE LA VÍA**



## CAPÍTULO 5. ESPECIFICACIONES DE LA VÍA

### 5.1 INTRODUCCIÓN

En este acápite se abordarán los temas, clasificación de la Red Vial Nacional, que indica las características del tramo, las normas para el diseño geométrico, parámetros técnicos de normas de diseño, sección típica; esto para procurar su aplicación en la planificación de construcción de carreteras, la cual forma parte de la infraestructura vial y constituye el factor de mayor importancia para el intercambio comercial, económico-social, dentro y fuera del país.

Las economías y sociedades de los países requieren de diversos tipos de vehículos automotores, ya sea de transporte de personas o de carga. A partir de esta información y mediante la realización de aforos se obtienen diversos datos de tráfico (TPDA), los cuales proporcionan los elementos para definir la clasificación y dimensiones de la vía (ancho de carriles, ancho de hombros, ancho de corona, etcétera), para garantizar a los conductores un recorrido cómodo, seguro y eficiente en las carreteras.

### 5.2 CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL

La clasificación vial en Nicaragua se clasifica en tres categorías: Por el tipo de construcción, administrativas y por su función, estas se describen a continuación.

#### 5.2.1 Por el tipo de construcción<sup>26</sup>

Esta categoría se refiere a los materiales utilizados en la construcción de la vía o tipo de rodamiento, y a su vez se divide en pavimentadas, revestidas, de todo tiempo y estación seca.

- **Carreteras Pavimentadas:** Se encuentran principalmente en el sistema de Carreteras Troncales y algunas Colectoras Principales y Secundarias, se clasifican en Pavimentos Rígidos (Concreto Hidráulico), Semi-rígidos (Adoquines) y Flexibles (Tratamiento Superficial Bituminoso Simple y Doble, Concreto Asfáltico en caliente y en frío).
- **Caminos Revestidos:** Son caminos cuyo trazado geométrico obedece a normas de diseño para este tipo de superficie vial, tienen drenaje suficiente para permitir el tráfico en estación lluviosa. La superficie es de grava o suelos estables cuyo espesor mínimo es de 25 centímetros.

<sup>26</sup>Red Vial de Nicaragua 2015, Capítulo 3. Pag. 20-23.

- **Caminos de Todo Tiempo:** Su trazo geométrico no ha sido diseñado, ajustándose más que todo a la topografía del terreno, permite la circulación de tráfico todo el año y la superficie de rodamiento está conformada por suelos estables con un espesor mínimo de 15 centímetros.
- **Caminos de Estación Seca:** No cuentan con un diseño geométrico, sino que su trazado obedece a los lineamientos naturales del terreno. La superficie de rodamiento la constituye el terreno natural, por lo general la conforman materiales de tipo arcillosos, que hace que la circulación del tráfico quede interrumpida en la estación lluviosa.

### 5.2.2 Administrativa

Clasificación basada, pero no propiamente, en la división política del país. Su principal uso radica en las normas de diseño constructivas elaboradas a partir de ella. Se divide en:

- **Nacionales de Primera Clase:** Carreteras que comunican ciudades de más de 100,000 habitantes con los puertos o las fronteras internacionales.
- **Nacionales de Segunda Clase:** Comunican ciudades de más de 25,000 habitantes. Sirven para acortar distancia entre las carreteras principales y los lugares importantes de recreación.
- **Departamentales de Primera Clase:** Conectan ciudades de 5,000 a 25,000 habitantes.
- **Departamentales de Segunda Clase:** Comunican ciudades de menos de 5,000 habitantes.
- **Caminos Vecinales:** Conectan fincas y poblados con las carreteras de las categorías anteriores.

### 5.2.3 Por su función<sup>27</sup>

La clasificación funcional agrupa a las carreteras y caminos según la naturaleza del servicio que están supuestas a brindar, lo que a su vez tiene estrecha relación con la estructura y categorización de los viajes. Basa su teoría en dos funciones de servicio básicos: Accesibilidad y movilidad. Según la funcionalidad se dividen en troncal (Principal o secundaria), colectoras (Principal o secundaria), y caminos vecinales; estas se describen a continuación.

<sup>27</sup>Red Vial de Nicaragua 2015, Capítulo 3. Pag. 24-30.

## ❖ **Troncales**

**Troncal principal:** Es una red de rutas continuas con las siguientes características:

- Sirve a desplazamientos de grandes longitudes de viajes, como el tránsito inter- departamental o interregional cuyos índices de viaje son elevados.
- Forman parte de la red vial Centroamericana.
- Sirven a grandes volúmenes de tránsito, cuyo TPDA es mayor a los 1,000 vehículos/día. Ver Pag. 77.
- Forman una red integrada sin conexiones fragmentadas, excepto cuando condiciones geográficas o de flujo de tráfico lo indiquen.
- Conectan cabeceras departamentales o centros urbanos con más de 50,000 habitantes.
- El sistema Troncal principal tiene dos niveles de servicio:
  1. Las obras de acceso controlado que limitan el ingreso y egreso a ciertos puntos fijos.
  2. Otras rutas troncales importantes con características de diseño similares pero sin control de acceso.

**Troncal secundaria:** Se caracterizan por:

- Conectar cabeceras departamentales o centros económicos importantes, generadores de tráfico, tales como áreas turísticas capaces de atraer viajes de mayor distancia.
- Sirve también a un volumen considerable de viajes Inter-departamentales
- Sirve a corredores de viajes con longitudes de trayecto y densidades de viajes mayores que los que atienden los sistemas de carreteras colectoras.
- El volumen de tráfico atendido es mayor de 500 veh./día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 50m, incluye 5m a cada lado del eje, con el fin de colocar rótulos de información gubernamental. Esto también se aplica a carreteras Troncales Principales.

## ❖ **Colectoras**

**Colectora principal:** Se caracterizan por:

- Comunican una o más cabeceras municipales con una población superior a los 10,000 habitantes.

- Comunican centros poblacionales no atendidos por la red troncal. Estas rutas generalmente están dentro de las municipalidades.
- Se usan como conexión entre dos caminos troncales secundarios.
- Reciben tratamiento profesional en las intersecciones con respecto a los movimientos de tráfico sobre rutas de menor orden.
- Interceptan en cada uno de sus extremos un sistema vial, funcionalmente de igual o superior categoría.
- El flujo de tráfico es mayor de 250 veh./día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 50m, incluye 5m a cada lado del eje, con el fin de colocar rótulos de información gubernamental.

**Colectora secundaria:** Se caracterizan por:

- Suministrar conexiones a una categoría superior de comunicación para centros urbanos y generadores de tráfico menores.
- Son caminos de alta importancia municipal, con poblaciones servidas mayores de 5,000 habitantes.
- Son objetos de tratamiento profesional con respecto al flujo de tráfico en las intersecciones con caminos vecinales.
- El flujo de tráfico atendido es mayor a los 250 veh./día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 30m, incluye 5m a cada lado del eje, con el fin de colocar rótulos de información gubernamental.

#### ❖ **Caminos vecinales**

- Su principal función, además de brindar acceso a propiedades adyacentes, es proporcionar el acceso a zonas remotas del país que carecen de facilidades de transporte y canalizar la producción agropecuaria desde la fuente hacia los centros de consumo y exportación, en conjunto con carreteras de nivel superior.
- Generalmente las zonas que conectan tienen menos de 1,000 habitantes; volúmenes de tráfico menores de 50 veh./día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 30m, incluye 5m a cada lado del eje, con el fin de colocar rótulos de información gubernamental. Ver tabla 3.



Tabla 3. Matriz de clasificación funcional de la red vial de Nicaragua (Acuerdo Ministerial No. 93-2005).

Item	Criterios	I	II	III	IV	V	VI
		Troncales		Colectoras		Vecinales	Trochas y Veredas
		Principales	Secundarios	Principales	Secundarios		
A	Importancia en la red vial a nivel de la region centroamericana	1) Parte de la red vial de Centroamerica					
B	Importancia en la red vial a nivel nacional de Nicaragua	2) Conectan cabeceras departamental es o centros urbanos con mas de 50 mil habitantes	1) Conectan cabeceras departamentales (o centros economicos importantes). 2) Dan acceso a puestos de fronteras (Teotecacinte, Puerto Morazan). 3)Se usan como conexion entre dos caminos Principales Troncales				
C	Importancia en la red vial a nivel Regional de Nicaragua			1) Conectan una o varias cabeceras Municipales con un numero total de mas de 10 mil habitantes a la red nacional. 2) Conectan una zona con un numero total de mas de 10 mil habitantes a la red nacional. 3)Se usan como conexion entre dos caminos Troncales Secundarios	1) Conectan una zona o un municipio a la red nacional. 2) Conectan una zona o un municipio con mas de 5 mil habitantes a la red nacional.		
D	Importancia en la red vial a nivel municipal de Nicaragua				1) Caminos de alta importancia para la municipalidad	1) Incluido en el actual Inventario Vial del MTI y que no cumplen con algunos de los criterios anteriores	1) No incluido en el actual Inventario Vial
E	Flujo de Trafico TPDA	Mayor de 1000 veh./dia	Prom. = 500 veh./dia	Prom. = 500 veh./dia	Mayor de 50 veh./dia	Menor de 50 veh./dia	

Fuente: Red vial de Nicaragua 2015, capítulo 3. Pag 30.

### 5.3 PARÁMETROS TÉCNICOS DE NORMAS DE DISEÑO DEL PROYECTO

A continuación se procederá a determinar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), con el fin de definir la clasificación del tramo “Empalme El Gigante-El Murciélago”, previo a ello, se contó con la siguiente información brindada por la Empresa Consultores Corea y Asociados S.A. (CORASCO):

- **Ubicación de estaciones y fechas del levantamiento de tránsito.**

Para establecer las estaciones de levantamiento para los conteos volumétricos, se consideró: El trazo de la vía, ramales viales existentes y caseríos sobre la vía; para lo cual se estableció una única estación de aforos y para encuesta Origen – Destino a 30 metros del empalme hacia la comunidad el Gigantón.

En vista que no hay ramales que impliquen que el flujo principal de tráfico se desvíe, se determinó que con una sola estación se puede obtener la información que determine las características del flujo para todo el tramo en estudio. Las fechas de los levantamientos realizados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Fechas y períodos horarios de levantamientos de tráfico en Estación N°1.

<b>Fechas y períodos horarios de levantamientos de tráfico en Estación N°1.</b>	
<b>Día (Marzo 2014)</b>	<b>Período Horario (hr)</b>
Sábado 22	12 hr de 06:00am a 06:00 pm
Domingo 23	12 hr de 06:00am a 06:00 pm
Lunes 24	12 hr de 06:00am a 06:00 pm
Martes 25	12 hr de 06:00am a 06:00 pm

Fuente: Consultores Corea y Asociados S.A. (CORASCO).

- **Resultados de levantamientos de campo.**

A continuación se presentan los resultados de levantamientos de campo, previo a realizar el proceso de cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), ver tabla 5.

Tabla 5. Registro de levantamiento diario, conteos volumétricos de campo de Estación N°1.

<b>Registro de levantamiento diario (datos sin procesar), conteos volumétricos de campo Estación 1.</b>					
N°	Días de aforo (Marzo 2014)	Sentido de circulación		Total	% Sentido de Circulación Gigante - El Murciélago
		Empalme Gigante - El Murciélago	El Murciélago- Empalme Gigante		
1	Sábado 22	217	206	423	51%
2	Domingo 23	180	193	373	48%
3	Lunes 24	243	228	471	52%
4	Martes 25	176	164	340	52%

Fuente: Consultores Corea y Asociados S.A. (CORASCO).

El promedio obtenido de los 4 días de conteos en la Estación N°1, fue de 441 vpd. de tráfico bruto. Tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Promedio obtenido de 4 días de conteo de tráfico en Estación N°1.

Levantamiento de tráfico del tramo Empalme El Gigante-El Murciélago (Promedio obtenido de 4 días, para ambos sentidos de circulación)																	
Período Horario	Motos	Vehículos Livianos					Vehículos Pesados										Total (vpd)
		Autos	Jeep	Cmta	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 pas.	Bus	Liv. 2-5ton.	C2	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx >=5e	Cx-Rx <=4e	Cx-Rx >=5e	V.AV.C	Remolques y/o Trailers	
6:00 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:01 - 8:00	19	6	2	5	4	0	1	2	0	1	0	0	0	0	1	0	41
8:01 - 9:00	21	8	5	8	1	0	2	3	1	1	0	1	0	0	1	1	53
9:01 - 10:00	18	2	5	9	1	0	1	3	1	5	0	0	0	0	0	0	45
10:01 - 11:00	15	5	3	8	1	0	1	2	2	6	0	0	0	0	1	0	44
11:01 - 12:00	11	5	8	6	2	0	1	2	2	6	0	0	0	0	0	0	43
12:01 - 1:00	8	2	4	2	1	0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	23
1:01 - 2:00	15	7	7	8	1	0	2	3	1	6	1	0	0	0	0	0	51
2:01 - 3:00	12	5	5	8	1	0	0	2	1	5	0	0	0	0	0	0	39
3:01 - 4:00	10	6	7	7	2	0	1	1	0	5	0	0	0	0	0	1	40
4:01 - 5:00	14	6	4	5	2	0	1	2	1	7	0	0	0	0	1	1	44
5:01 - 6:00	8	2	2	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	18
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>54</b>	<b>52</b>	<b>67</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>47</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>441</b>
		Porcentaje de Vehículos livianos:					Porcentaje de Vehículos pesados:										
		77.10%					22.90%										

Fuente: Consultores Corea y Asociados S.A. (CORASCO).

Con la información antes mencionada, se procederá a determinar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), para ello, se realizó lo siguiente:

### 5.3.1 Expansión del tráfico diario de 12 horas al tráfico promedio diario anual

En la zona en estudio se ubica la Estación de Corta Duración (ECD N° 6202, Tola–Las Salinas), identificada como NIC 62, ver figura 143, la que está asociada a la Estación de Mayor Cobertura (EMC N° 1802, San Marcos–Masatepe), identificada como NIC 18A, ver tabla 7.

Figura 143. Ubicación de la estación de corta duración, identificada como NIC 62.



Fuente: GOOGLE EARTH

Tabla 7. Dependencia de estaciones de menor y mayor cobertura 2014.

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	Pkm	NOMBRE DEL TRAMO
<b>1802 San Marcos - Masatepe</b>	NIC-60	3001	ECS	82.0	Emp. Salinas Grandes - Salinas Grandes
	NIC-61	-	ECS		El Lunal - El Barro
	NIC-62	6201	ECD	120.3	Rivas - Tolas
	NIC-62	6202	ECD	159.0	Tola - Las Salinas
	NIC-64	6406	ECD	11.0	Moyogalpa - San José Del Sur
	NIC-64	6405	ECS	16.0	San José del Sur - Emp. El Quino
	NIC-64	6404	ECS	23.0	Emp. El Quino - Altagracia
	NIC-64	6401	ECS	36.0	La Flor - Moyogalpa
	NIC-67	2508	ECS	247.8	Emp. San Miguelito - San Miguelito
	NIC-68	2607	ECD	126.2	Emp. Mina El Limón - Mina El Limón

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico año 2014. Pag.73.



Los aforos de tráfico obtenidos en campo, representan el tráfico que circula sobre la vía en un período de 12 horas, este tráfico deberá ser expandido para obtener la estadística “Tráfico Promedio Diario Anual” (TPDA), que es el dato básico de ingeniería de tránsito utilizado para los diseños viales, diseño geométrico, normas de diseño y diseño de pavimentos.

Para estimar el valor del TPDA correspondiente a los datos obtenidos de los conteos, se aplicarán los factores correspondientes del primer cuatrimestre del año 2014 (Enero–Abril), encontrados en la EMC 1802 San Marcos-Masatepe, por su dependencia con la ECD N°6202, Tola–Las salinas, esto dado que en este período se realizaron los levantamientos de tránsito de la vía en estudio. En este caso se cuenta con la información publicada en el ANUARIO DE AFOROS DE TRÁFICO AÑO 2014, la cual será utilizada como principal insumo de los factores de expansión (ver tabla 8). A continuación en la tabla 9, se presentan los cálculos de expansión.

Tabla 8. Estación de Mayor Cobertura 1802 San Marcos-Masatepe.  
Factores del primer cuatrimestre (Enero–Abril) del Año 2014.

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<=4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.26	1.49	1.31	1.32	1.27	1.18	1.28	1.25	1.24	1.07	1.00	1.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41
Factor Semana	0.97	1.11	1.08	1.03	0.98	0.95	0.95	0.91	0.85	0.89	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.75
Factor Fin de Semana	1.10	0.80	0.84	0.92	1.04	1.15	1.14	1.32	1.81	1.43	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.48
Factor Expansión a TPDA	1.02	0.97	0.97	0.96	1.01	1.01	1.04	0.93	1.07	1.21	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	0.84

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico año 2014. Pag.310

Tabla 9. Expansión del Tráfico diario de 12 horas al Tráfico Promedio Diario Anual.

Tránsito promedio diario anual TPDA del tramo Empalme El Gigante-El Murciélagu (EMC 1802 San Marcos-Masatepe)																	
Grupos	Motos	Vehículos Livianos					Vehículos Pesados										Total (vpd)
		Autos	Jeep	Cmta	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 pas.	Bus	Liv. 2-5ton.	C2	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx >=5e	Cx-Rx <=4e	Cx-Rx >=5e	V.A/V.C	Remolques y/o Trailers	
vpd 12 horas	151	54	52	67	16	0	12	22	10	47	1	1	0	0	5	3	441
Factor día	1.26	1.49	1.31	1.32	1.27	1.18	1.28	1.25	1.24	1.07	1.00	1.48	1.00	1.00	1.00	1.41	
Factor fin de semana	1.10	0.80	0.84	0.92	1.04	1.15	1.14	1.32	1.81	1.43	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.48	
Factor Expansión	1.02	0.97	0.97	0.96	1.01	1.01	1.04	0.93	1.07	1.21	1	0.67	1	1	1	0.84	
TPDA	213	62	56	78	21	0	18	34	24	87	1	1	0	0	5	2	602
Composición	35.38%	10.30%	9.30%	12.96%	3.49%	0.00%	2.99%	5.65%	3.99%	14.45%	0.17%	0.17%	0.00%	0.00%	0.83%	0.33%	100%
		Porcentaje de vehículos livianos: 71.43%					Porcentaje de vehículos pesados: 28.57%										100%

Según la tabla anterior, el TPDA resultante es de 602 vpd. La composición de tráfico del TPDA indica que el 28.57% del volumen de tráfico corresponde a vehículos pesados, de ellos el camión C3 tiene el mayor porcentaje con el 14.45%. El 71.43% del flujo vehicular es de vehículos livianos, predominando los autos y camionetas con el 10.30% y el 12.96% respectivamente.

### 5.3.2 Actualización y proyección del TPDA

Para realizar investigaciones sobre volúmenes de tránsito es necesario conocer el TPDA y sus tendencias de crecimiento, esto para tener en cuenta los valores que reflejan la capacidad del tramo de carretera. El tránsito actual y futuro se establecerá a través de la ecuación que se mencionó en el subtema “Proyecciones de la demanda de tránsito” (Ver Pag.10).

- **Actualización del TPDA:** La tasa de crecimiento a aplicar, para actualizar el tránsito promedio diario anual, se obtendrá del Anuario de aforos de tráfico año 2014, ya que en ese año se realizó el levantamiento de tráfico ver tabla 10.

Tabla 10. Tasa de crecimiento en estaciones permanentes.

N°	CODIGO NIC	EST.	NOMBRE DEL TRAMO	TASAS				
				2010	2011	2012	2013	2014
1	NIC-1	1018	Zona Franca - La Garita	2.08%	0.70%	1.90%	2.31%	2.42%
2	NIC-1	107	Sébaco - Emp. San Isidro	3.04%	4.59%	4.75%	4.60%	4.79%
3	NIC-2	200	Entrada al INCAE - El Crucero	2.52%	4.14%	4.30%	4.07%	4.54%
4	NIC-3	300	Sébaco - Quebrada Honda	4.94%	4.27%	4.83%	4.30%	4.68%
5	NIC-4	401	Masaya - Granada	0.037%	2.42%	2.51%	3.44%	2.90%
6	NIC-7	700	Emp. San Francisco - Tecolostote	5.73%	5.10%	5.40%	5.28%	5.00%
7	NIC-12A	1205	Emp. Chichigalpa - Rotonda Chinandega	4.73%	5.10%	5.47%	5.47%	4.51%
8	NIC-18A	1802	San Marcos - Masatepe	5.36%	5.49%	7.55%	6.49%	6.90%
9	NIC-24A	2404	Chinandega - Corinto	3.73%	6.72%	8.60%	7.97%	8.14%
10	NIC-24B	2400	Chinandega (Rotonda) - Rancheria	-	8.68%	7.68%	7.39%	7.60%
11	NIC-28	2803	Nagarote - La Paz Centro	1.43%	4.56%	5.67%	4.65%	5.10%
<b>PONDERADA EN EL AÑO</b>				<b>3.36%</b>	<b>4.71%</b>	<b>5.33%</b>	<b>5.09%</b>	<b>5.14%</b>

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico año 2014. Pag.16.



Los cálculos de actualizaciones se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Actualización del Tráfico Promedio Diario Anual del año 2014 al 2015, del tramo Empalme Gigante - Murciélago.

Actualización del Tráfico Promedio Diario Anual																		
Tasa de crecimiento de TPDA de EMC 1802 San Marcos-Masatepe (6.90%)																		
Años	Motos	Vehículos Livianos					Vehículos Pesados											Total (vpd)
		Autos	Jeep	Cmta	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 pas.	Bus	Liv. 2-5ton.	C2	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx >=5e	Cx-Rx <=4e	Cx-Rx >=5e	V.A/V.C	Remolques y/o Trailers		
2014	213	62	56	78	21	0	18	34	24	87	1	1	0	0	5	2	602	
2015	228	66	60	83	22	0	19	36	26	93	1	1	0	0	5	2	642	
Composición	35.51%	10.28%	9.35%	12.93%	3.43%	0.00%	2.96%	5.61%	4.05%	14.49%	0.16%	0.16%	0.00%	0.00%	0.78%	0.31%	100.00%	
Porcentaje de vehículos livianos:							Porcentaje de vehículos pesados:											100.00%
71.50%							28.50%											

- Proyección del TPDA:** Para una carretera nueva se recomienda un período de proyección de veinte años como base para el diseño, esto según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial, 3a. Edición, 2011. Pag. 52.

Para el proceso de proyección, se asume que la carretera iniciará la construcción a partir de año 2016. La tasa de crecimiento para la proyección del TPDA se obtendrá del Anuario de aforos de tráfico año 2015 (ver tabla 12).

Tabla 12. Tasas de Crecimiento en Estaciones de Mayor Cobertura.

N°	CODIGO NIC	EST.	NOMBRE DEL TRAMO	TASAS						
				2010	2011	2012	2013	2014	2015	
1	NIC-1	101B	Zona Franca - La Garita	2.08%	0.70%	1.90%	2.31%	2.42%	3.34%	
2	NIC-1	107	Sébaco - Emp. San Isidro	3.04%	4.59%	4.75%	4.60%	4.79%	5.16%	
3	NIC-2	200	Entrada al INCAE - El Crucero	2.52%	4.14%	4.30%	4.07%	4.54%	4.90%	
4	NIC-3	300	Sébaco - Quebrada Honda	4.94%	4.27%	4.83%	4.30%	4.68%	5.35%	
5	NIC-4	401	Masaya - Granada	0.037%	2.42%	2.51%	3.44%	2.90%	3.80%	
6	NIC-7	700	Emp. San Francisco - Tecolostote	5.73%	5.10%	5.40%	5.28%	5.00%	5.36%	
7	NIC-12A	1205	Emp. Chichigalpa - Rotonda Chinandega	4.73%	5.10%	5.47%	5.47%	4.51%	5.72%	
8	NIC-18A	1802	San Marcos - Masatepe	5.36%	5.49%	7.55%	6.49%	6.90%	6.96%	
9	NIC-24A	2404	Chinandega - Corinto	3.73%	6.72%	8.60%	7.97%	8.14%	9.12%	
10	NIC-24B	2400	Chinandega (Rotonda) - Ranchería	-	8.68%	7.68%	7.39%	7.60%	7.67%	
11	NIC-28	2803	Nagarote - La Paz Centro	1.43%	4.56%	5.67%	4.65%	5.10%	4.04%	
PONDERADA EN EL AÑO				3.36%	4.71%	5.33%	5.09%	5.14%	5.58%	

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico 2015. Pag. 16

A continuación se presentan los cálculos de la proyección, ver tabla13.

Tabla 13. Proyección del Tráfico Promedio Diario Anual del Año 2015 al 2035 del tramo Empalme El Gigante - El Murciélago.

Proyección del Tráfico Promedio Diario Anual																	
Tasa de crecimiento de TPDA de EMC 1802 San Marcos-Masatepe (6.96%)																	
Años	Motos	Vehículos Livianos					Vehículos Pesados										Total (vpd)
		Autos	Jeep	Cmta	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 pas.	Bus	Liv. 2-5ton.	C2	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx >=5e	Cx-Rx <=4e	Cx-Rx >=5e	V.A/V.C	Remolques y/o Trailers	
2015	228	66	60	83	22	0	19	36	26	93	1	1	0	0	5	2	642
2016	244	71	64	89	24	0	20	39	28	99	1	1	0	0	5	2	687
2017	261	76	68	95	26	0	21	42	30	106	1	1	0	0	5	2	734
2018	279	81	73	102	28	0	22	45	32	113	1	1	0	0	5	2	784
2019	298	87	78	109	30	0	24	48	34	121	1	1	0	0	5	2	838
2020	319	93	83	117	32	0	26	51	36	129	1	1	0	0	5	2	895
2021	341	99	89	125	34	0	28	55	39	138	1	1	0	0	5	2	957
2022	365	106	95	134	36	0	30	59	42	148	1	1	0	0	5	2	1024
2023	390	113	102	143	39	0	32	63	45	158	1	1	0	0	5	2	1094
2024	417	121	109	153	42	0	34	67	48	169	1	1	0	0	5	2	1169
2025	446	129	117	164	45	0	36	72	51	181	1	1	0	0	5	2	1250
2026	477	138	125	175	48	0	39	77	55	194	1	1	0	0	5	2	1337
2027	510	148	134	187	51	0	42	82	59	208	1	1	0	0	5	2	1430
2028	545	158	143	200	55	0	45	88	63	222	1	1	0	0	5	2	1528
2029	583	169	153	214	59	0	48	94	67	237	1	1	0	0	5	2	1633
2030	624	181	164	229	63	0	51	101	72	253	1	1	0	0	5	2	1747
2031	667	194	175	245	67	0	55	108	77	271	1	1	0	0	5	2	1868
2032	713	208	187	262	72	0	59	116	82	290	1	1	0	0	5	2	1998
2033	763	222	200	280	77	0	63	124	88	310	1	1	0	0	5	2	2136
2034	816	237	214	299	82	0	67	133	94	332	1	1	0	0	5	2	2283
2035	873	253	229	320	1	0	72	142	101	335	1	1	0	0	5	2	2442
<b>Composición</b>	35.75%	10.36%	9.38%	13.10%	3.60%	0.00%	2.95%	5.81%	4.14%	14.54%	0.04%	0.04%	0.00%	0.00%	0.20%	0.08%	100%
	<b>Porcentaje de vehículos livianos:</b>						<b>Porcentaje de vehículos pesados:</b>										100.00%
	72.19%						27.81%										

De la tabla anterior el TPDA de diseño resultante es 2442 vpd. La composición de tráfico del TPDA indica que el 27.81% del volumen de tráfico corresponde a vehículos pesados, de ellos el camión C3 tiene el mayor porcentaje con el 14.54%. El 72.19% del flujo vehicular es de vehículos livianos, predominando los autos y camionetas con el 10.36% y el 13.10% respectivamente.

Para el presente diseño geométrico, el vehículo de diseño corresponde al C3, esto de acuerdo al estudio de tráfico que se realizó; debido a que este vehículo de diseño obtuvo el 14.54% del 27.81% del volumen total de tráfico correspondiente a vehículos pesados, sin embargo este vehículo C3 no aparece en la clasificación de AASHTO según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales 2da Edición SIECA 2004. Pág. 2-3 y para tal caso, ésta norma especifica que este tipo de vehículo puede asimilarse al camión sencillo de dos ejes identificado como SU, por tal razón, el vehículo de diseño que se utilizará para el diseño geométrico corresponderá al SU.

Al comparar el resultado del TPDA de diseño con la clasificación del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales 2da Edición 2004 (ver tabla 14), se obtiene que la vía se clasifica como Colectora Rural (Colectora Secundaria), debido a su alta importancia municipal y características físicas.

- **Clasificación del terreno en función de las pendientes naturales**

El tramo en estudio, está conformado por dos carriles, uno en cada sentido; este trayecto del camino, está alojado sobre un terreno que cambia de topografía plana a ondulada y en algunos sitios, hasta montañosa; para efectos de un diseño conservador se tomará en cuenta la condición más desfavorable, a la cual le corresponde una velocidad de diseño de 50 KPH, esto según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales 2da Edición 2004 (Ver tabla 14). Para el resto de elementos se considera un tipo de terreno plano debido a que el camino aloja su longitud preferentemente en topografía plana (ver tabla 15).

Tabla 14. Elementos de diseño geométrico de las carreteras regionales (Resumen).

No.	DESCRIPCION	AUTOPISTAS REGIONALES	TRONCALES			COLECTORAS	
			Suburbanas	Rurales	Suburbanas	Rurales	
1	TPDA, vehículos promedio diario	>20,000	20,000-10,000	10,000-3,000	3,000-500	3,000-500	
2	VHD, vehículos por hora	>2,000	2,000-1,000	1,500-450	300-50	450-75	
3	Factor de Hora Pico, FHP	0.92	0.92	0.95-0.91	0.92	0.85	
4	Vehículo de Diseño	WB-20	WB-20	WB-20	WB-15	WB15	
5	Tipo de Terreno	P O M	P O M	P O M	P O M	P O M	
6	Velocidad de Diseño o Directriz, km/hora	110 90 70	90 80 70	80 70 60	70 60 50	70 60 50	
7	Número de Carriles	4 a 8	2 a 4	2 a 4	2	2	

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, 2da. Edición SIECA 2004. Pag. 13.

Tabla 15. Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales.

Tipo de Terreno	Rango de Pendientes P(%)
Llano o Plano	$P \leq 5$
Ondulado	$5 > P \leq 15$
Montañoso	$15 > P \leq 30$

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial, 3a. Edición, 2011. Pag. 116.

Los parámetros técnicos para la realización del diseño geométrico vial se establecerán a partir de los elementos e insumos básicos que inciden en la realización del diseño, los cuales corresponden a los siguientes:

- Resultados de los estudios topográficos, suministrados en memoria electrónica de cada estación total consistente en los archivos “txt” y el correspondiente al “Reporte de Datos”, conteniendo toda la información planialtimétrica del terreno que responde a la franja del corredor del proyecto.
- Elementos y parámetros de las normas de diseño, definidos a partir de los resultados de estudios de tráfico.
- Informes de pavimentos de los cuales se adoptará y adaptará la sección típica suministrada por el dueño del estudio, a través de dichos reportes.
- El vehículo de diseño, el cual permitirá conocer su dimensionamiento para determinar los sobreamanchos en las curvas horizontales.
- Los objetivos y fines específicos del proyecto, lo cual conlleva a orientar los diseños para que cumpla sus funciones como tal.

## **5.4 NORMAS DE DISEÑO**

### **➤ Normas**

- A Policy on Geometric Design of Highways and Streets de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) en su version 2004.
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial. 3a Edición, 2011.

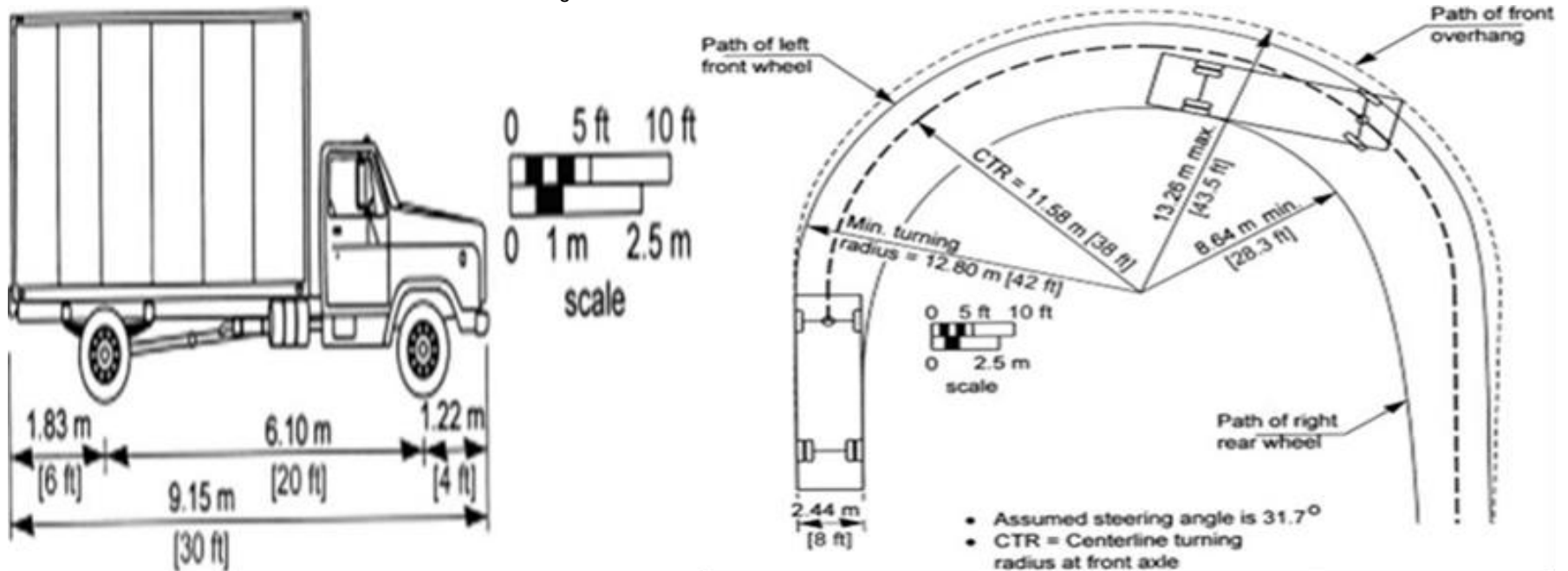
### **➤ Vehículo de diseño**

Las características de los vehículos de diseño condicionan los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera. Así, por ejemplo:

- El ancho del vehículo adoptado incide en el ancho del carril de las bermas y de los ramales.
- La distancia entre los ejes influyen en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles en los ramales.
- La relación de peso bruto total/potencia guarda relación con el valor de pendiente admisible e incide en la determinación de la necesidad de una vía adicional para subida y para los efectos de la capacidad, en la equivalencia en vehículos ligeros.

En la figura 144, se muestra el vehículo de diseño “SU” adoptado para el proyecto en estudio.

Figura 144. Características del vehículo de diseño SU.



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO 2004. Pag. 22.

A continuación se muestran las dimensiones típicas de los vehículos con la simbología que utiliza la AASHTO. Entre los tipos de vehículos que el Manual Centroamericano adopta para aplicación en el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, se encuentra el vehículo de diseño a usar para el presente diseño “SU”, ver tabla 16.



Tabla 16. Dimensiones de vehículos de diseño.

Design Vehicle Type	Symbol	Dimensions (m)											Typical Kingpin to Center of Rear Axle
		Overall			Overhang		WB <sub>1</sub>	WB <sub>2</sub>	S	T	WB <sub>3</sub>	WB <sub>4</sub>	
		Height	Width	Length	Front	Rear							
Passenger Car	P	1.3	2.1	5.8	0.9	1.5	3.4	—	—	—	—	—	—
Single-Unit Truck	SU	3.4-4.1	2.4	9.2	1.2	1.8	6.1	—	—	—	—	—	—
<b>Buses</b>													
Intercity Bus (Motor Coaches)	BUS-12	3.7	2.6	12.2	1.8	1.9 <sup>a</sup>	7.3	1.1	—	—	—	—	—
	BUS-14	3.7	2.6	13.7	1.8	2.6 <sup>a</sup>	8.1	1.2	—	—	—	—	—
City Transit Bus	CITY-BUS	3.2	2.6	12.2	2.1	2.4	7.6	—	—	—	—	—	—
Conventional School Bus (65 pass.)	S-BUS 11	3.2	2.4	10.9	0.8	3.7	6.5	—	—	—	—	—	—
Large School Bus (84 pass.)	S-BUS 12	3.2	2.4	12.2	2.1	4.0	6.1	—	—	—	—	—	—
Articulated Bus	A-BUS	3.4	2.6	18.3	2.6	3.1	6.7	5.9	1.9 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	—	—	—
<b>Trucks</b>													
Intermediate Semitrailer	WB-12	4.1	2.4	13.9	0.9	0.8 <sup>a</sup>	3.8	8.4	—	—	—	—	8.4
Intermediate Semitrailer	WB-15	4.1	2.6	16.8	0.9	0.6 <sup>a</sup>	4.5	10.8	—	—	—	—	11.4
Interstate Semitrailer	WB-19 <sup>a</sup>	4.1	2.6	20.9	1.2	0.8 <sup>a</sup>	6.6	12.3	—	—	—	—	13.0
Interstate Semitrailer	WB-20 <sup>**</sup>	4.1	2.6	22.4	1.2	1.4-0.8 <sup>a</sup>	6.6	13.2-13.8	—	—	—	—	13.9-14.5
"Double-Bottom"-Semitrailer/Trailer	WB-20D	4.1	2.6	22.4	0.7	0.9	3.4	7.0	0.9 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	7.0	—	7.0
Triple-Semitrailer/Trailers	WB-30T	4.1	2.6	32.0	0.7	0.9	3.4	6.9	0.9 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	7.0	7.0	7.0
Tumpike Double-Semitrailer/Trailer	WB-33D <sup>a</sup>	4.1	2.6	34.8	0.7	0.8 <sup>a</sup>	4.4	12.2	0.6 <sup>a</sup>	3.1 <sup>a</sup>	13.6	—	13.0
<b>Recreational Vehicles</b>													
Motor Home	MH	3.7	2.4	9.2	1.2	1.8	6.1	—	—	—	—	—	—
Car and Camper Trailer	P/T	3.1	2.4	14.8	0.9	3.1	3.4	—	1.5	5.8	—	—	—
Car and Boat Trailer	P/B	—	2.4	12.8	0.9	2.4	3.4	—	1.5	4.6	—	—	—
Motor Home and Boat Trailer	MH/B	3.7	2.4	16.2	1.2	2.4	6.1	—	1.8	4.6	—	—	—
Farm Tractor <sup>a</sup>	TR	3.1	2.4-3.1	4.9 <sup>a</sup>	—	—	3.1	2.7	0.9	2.0	—	—	—

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 16.



Tabla 17. Radios de giro de vehículos de diseño.

Design Vehicle Type	Metric									
	Passenger Car	Single-Unit Truck	Intercity Bus (Motor Coach)		City Transit Bus	Conventional School Bus (65 pass.)	Large <sup>1</sup> School Bus (84 pass.)	Articulated Bus	Intermediate Semi-trailer	Intermediate Semi-trailer
Symbol	P	SU	BUS-12	BUS-14	CITY-BUS	S-BUS11	S-BUS12	A-BUS	WB-12	WB-15
Minimum Design Turning Radius (m)	7.3	12.8	13.7	13.7	12.8	11.9	12.0	12.1	12.2	13.7
Center-line <sup>1</sup> Turning Radius (CTR) (m)	6.4	11.6	12.4	12.4	11.5	10.6	10.8	10.8	11.0	12.5
Minimum Inside Radius (m)	4.4	8.6	8.4	7.8	7.5	7.3	7.7	6.5	5.9	5.2
Design Vehicle Type	Interstate Semitrailer		"Double Bottom" Combination	Triple Semi-trailer/trailers	Turnpike Double Semi-trailer/trailer	Motor Home	Car and Camper Trailer	Car and Boat Trailer	Motor Home and Boat Trailer	Farm Tractor w/One Wagon
Symbol	WB-19*	WB-20**	WB-20D	WB-30T	WB-33D*	MH	P/T	P/B	MH/B	TR/W
Minimum Design Turning Radius (m)	13.7	13.7	13.7	13.7	18.3	12.2	10.1	7.3	15.2	5.5
Center-line <sup>1</sup> Turning Radius (CTR) (m)	12.5	12.5	12.5	12.5	17.1	11.0	9.1	6.4	14.0	4.3
Minimum Inside Radius (m)	2.4	1.3	5.9	3.0	4.5	7.9	5.3	2.4	10.7	3.2

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets AASHTO 2004. Pag. 19.

Tabla 18. Gradiente Máximo Relativo.

Design speed (km/h)	Metric	
	Maximum relative gradient (%)	Equivalent maximum relative slope
20	0.80	1:125
30	0.75	1:133
40	0.70	1:143
50	0.65	1:154
60	0.60	1:167
70	0.55	1:182
80	0.50	1:200
90	0.47	1:213
100	0.44	1:227
110	0.41	1:244
120	0.38	1:263
130	0.35	1:286

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 177.

Tabla 19. Tasa de sobreelevación en función del tipo de área.

Tasa de Sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Area
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, 2da Edición SIECA 2004. Pag. 4-36.

Tabla 20. Radio mínimo de curva horizontal.

<b>METRIC</b>					
<b>Design Speed (km/h)</b>	<b>Maximum e (%)</b>	<b>Maximum f</b>	<b>Total (e/100 + f)</b>	<b>Calculated Radius (m)</b>	<b>Rounded Radius (m)</b>
15	4.0	0.40	0.44	4.0	4
20	4.0	0.35	0.39	8.1	8
30	4.0	0.28	0.32	22.1	22
40	4.0	0.23	0.27	46.7	47
50	4.0	0.19	0.23	85.6	86
60	4.0	0.17	0.21	135.0	135
70	4.0	0.15	0.19	203.1	203
80	4.0	0.14	0.18	280.0	280
90	4.0	0.13	0.17	375.2	375
100	4.0	0.12	0.16	492.1	492
15	6.0	0.40	0.46	3.9	4
20	6.0	0.35	0.41	7.7	8
30	6.0	0.28	0.34	20.8	21
40	6.0	0.23	0.29	43.4	43
50	6.0	0.19	0.25	78.7	79
60	6.0	0.17	0.23	123.2	123
70	6.0	0.15	0.21	183.7	184
80	6.0	0.14	0.20	252.0	252
90	6.0	0.13	0.19	335.7	336
100	6.0	0.12	0.18	437.4	437
110	6.0	0.11	0.17	560.4	560
120	6.0	0.09	0.15	755.9	756
130	6.0	0.08	0.14	950.5	951
15	8.0	0.40	0.48	3.7	4
20	8.0	0.35	0.43	7.3	7
30	8.0	0.28	0.36	19.7	20
40	8.0	0.23	0.31	40.6	41
50	8.0	0.19	0.27	72.9	73
60	8.0	0.17	0.25	113.4	113
70	8.0	0.15	0.23	167.8	168
80	8.0	0.14	0.22	229.1	229
90	8.0	0.13	0.21	303.7	304
100	8.0	0.12	0.20	393.7	394
110	8.0	0.11	0.19	501.5	501
120	8.0	0.09	0.17	667.0	667
130	8.0	0.08	0.16	831.7	832
15	10.0	0.40	0.50	3.5	4
20	10.0	0.35	0.45	7.0	7
30	10.0	0.28	0.38	18.6	19
40	10.0	0.23	0.33	38.2	38
50	10.0	0.19	0.29	67.9	68
60	10.0	0.17	0.27	105.0	105
70	10.0	0.15	0.25	154.3	154
80	10.0	0.14	0.24	210.0	210
90	10.0	0.13	0.23	277.3	277
100	10.0	0.12	0.22	357.9	358
110	10.0	0.11	0.21	453.7	454
120	10.0	0.09	0.19	596.8	597
130	10.0	0.08	0.18	739.3	739
15	12.0	0.40	0.52	3.4	3
20	12.0	0.35	0.47	6.7	7
30	12.0	0.28	0.40	17.7	18
40	12.0	0.23	0.35	36.0	36
50	12.0	0.19	0.31	63.5	64
60	12.0	0.17	0.29	97.7	98
70	12.0	0.15	0.27	142.9	143
80	12.0	0.14	0.26	193.8	194
90	12.0	0.13	0.25	255.1	255
100	12.0	0.12	0.24	328.1	328
110	12.0	0.11	0.23	414.2	414
120	12.0	0.09	0.21	539.9	540
130	12.0	0.08	0.20	665.4	665

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 147.

Tabla 21. Guía para seleccionar el nivel de servicio para el diseño.

TIPO DE ÁREA Y NIVEL DE SERVICIO APROPIADO				
TIP O DE	RUR AL	RURAL ONDULA DO	RURAL MONTAÑO SO	URBANO SUBURBA NO
topista	B	B	C	C
Troncales	B	B	C	C
Colectoras	C	C	D	D
Locales	D	D	D	D

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 85.

### ▪ Distancias de visibilidad de parada

Tabla 22. Distancia de visibilidad de parada.

Design speed (km/h)	Metric			
	Brake reaction distance (m)	Braking distance on level (m)	Stopping sight distance	
			Calculated (m)	Design (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	83.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 112.

Tabla 23. Distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles y dos sentidos.

Design speed (km/h)	Metric			
	Assumed speeds (km/h)		Passing sight distance (m)	
	Passed vehicle	Passing vehicle	From Exhibit 3-6	Rounded for design
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 124.

Tabla 24. Radio máximo para el uso de curvas espirales en transición.

Metric	
Design speed (km/h)	Maximum radius (m)
20	24
30	54
40	95
50	148
60	213
70	290
80	379
90	480
100	592
110	716
120	852
130	1000

Tabla 25. Controles de diseño para la distancia de visibilidad de parada en curvas verticales en cresta.

Design speed (km/h)	Stopping sight distance (m)	Rate of vertical curvature, $K^a$	
		Calculated	Design
		20	20
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11.0	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95
130	285	123.4	124

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 272.

Tabla 26. Controles de diseño para la Distancia de visibilidad de adelantamiento en curvas verticales en cresta.

Design speed (km/h)	Passing sight distance (m)	Rate of vertical curvature, $K^*$
		design
30	200	46
40	270	84
50	345	138
60	410	195
70	485	272
80	540	338
90	615	438
100	670	520
110	730	617
120	775	695
130	815	769

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 272.

Tabla 27. Controles de diseño para la Distancia de visibilidad de parada en curvas verticales en columpio.

Design speed (km/h)	Stopping sight distance (m)	Metric	
		Rate of vertical curvature, $K^a$	
		Calculated	Design
20	20	2.1	3
30	35	5.1	6
40	50	8.5	9
50	65	12.2	13
60	85	17.3	18
70	105	22.6	23
80	130	29.4	30
90	160	37.6	38
100	185	44.6	45
110	220	54.4	55
120	250	62.8	63
130	285	72.7	73

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 277.

Tabla 28. Tabla de pendientes longitudinales máximas para carreteras Colectoras Rurales.

Type of terrain	Metric							
	Maximum grade (%) for specified design speed (km/h)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Level	7	7	7	7	7	6	6	5
Rolling	10	10	9	8	8	7	7	6
Mountainous	12	11	10	10	10	9	9	8

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AASHTO 2004. Pag. 423.

A partir de lo antes mencionado, se establecen los criterios de diseños siguientes:

- Ajustarse en lo posible a los parámetros de las normas de diseño del proyecto.
- Durante la proyección y diseño de la rasante de la vía, ajustarse en lo posible al terreno del camino, que permita obtener el menor movimiento de tierra.
- Evitar en lo posible las obras de movimiento de tierra de grandes magnitudes (Excavaciones y/o terraplenes) que conlleven a generar una deformación notoria en el paisaje.

A continuación se presentan los datos del tramo:

Tabla 29. Parámetros técnicos aplicados al proyecto.

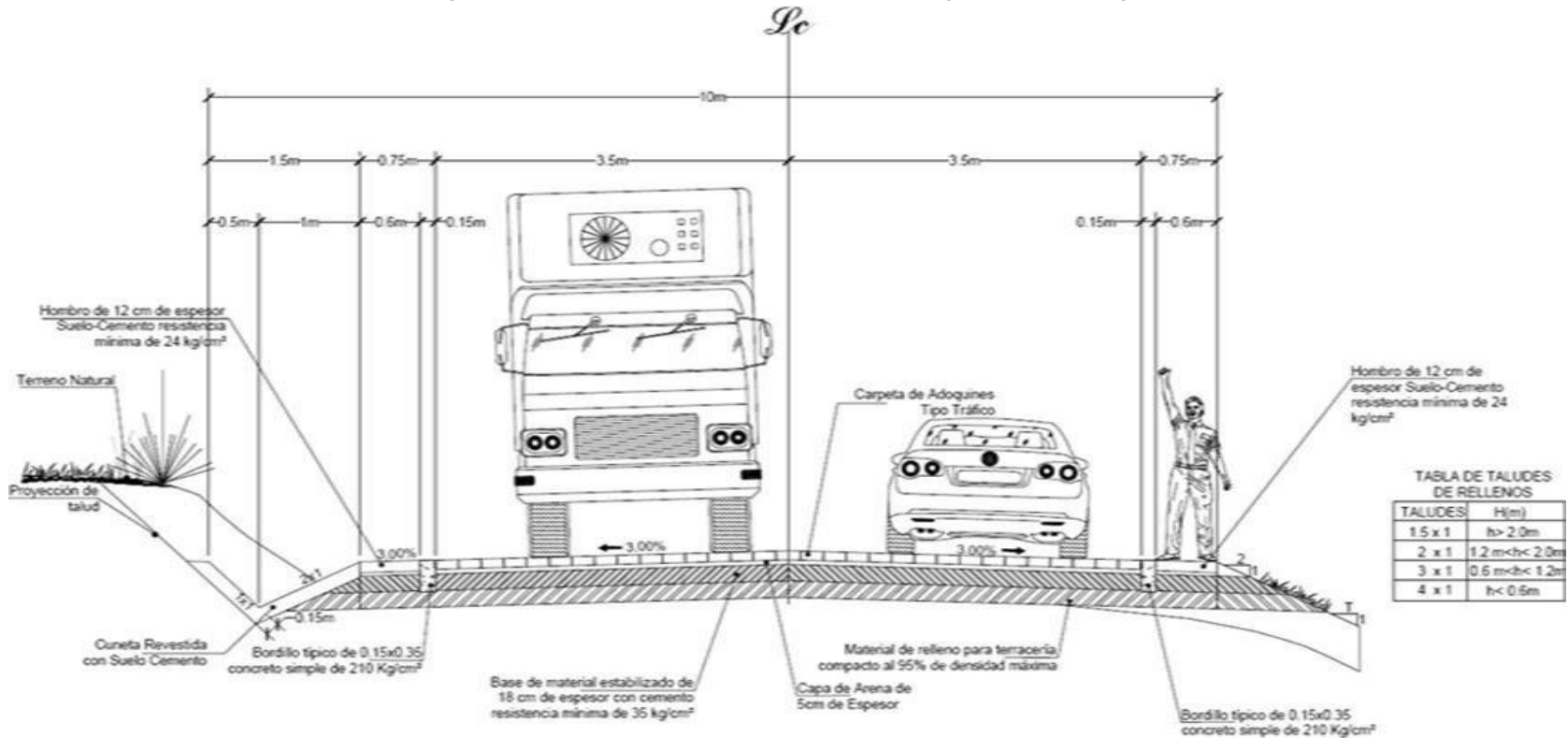
N°	DESCRIPCIÓN / PARÁMETRO.	FORMA	UNIDAD	VALORES
1	Clasificación Funcional.			Colectora Rural (Colectora Secundaria)
2	Ancho del Derecho de Vía.	ADV	m	30
3	Tipo de Terreno.			Plano
4	Velocidad de Diseño.	VD	KPH	50
5	Velocidad de Ruedo.	VR	KPH	47
6	Vehículo de Proyecto.	Veh.	Tipo.	Camión (SU)
7	Radio de Curvatura Mínimo.	Rm	m	73
8	Grado de Curvatura Máximo.	GC	G°M'S"	15°41'51"
9	Número de Carriles de Rodamiento.	Nc	Unid.	2
10	Ancho de Carril de Rodamiento.	AC	m	3.50
11	Ancho Total de Rodamiento.	AR	m	7.00
12	Ancho de Hombros.	Hm	m	0.60
13	Bordillo Típico.	BT	m	0.15x0.35
14	Ancho de Corona.	AC	m	8.50
15	Pendiente Transversal (Bombeo).	B	%	3.00
16	Pendiente del Bordillo Típico.	BTm	%	3.00
17	Pendiente del Hombro.	Hm	%	3.00
18	Sobreelevación Máxima (Peralte).	emax.	%	8.0
19	Pendiente Relativa.	m r	%	0.65
20	Pendiente Longitudinal Máxima.	Pend.	%	7
21	Distancia Entre Ejes Extremos.	WB1	m	6.10
22	Sobreelevación Máxima en Curvas Horiz.	Smax	m	1.10
23	Sobreelevación Mínima en Curvas Horiz.	Smin	m	0.60
24	Coeficiente de Fricción Lateral.	f1	S/U	0.19
25	Distancia de Visibilidad de Parada (min).	DVP	m	65
26	Distancia de Visibilidad de Rebase.	DVR	m	345
27	Superficie - Carpeta de Rodamiento.	Srod.	Tipo	Adoquín Tipo Tráfico



## 5.5 SECCIÓN TÍPICA

Para la elaboración del diseño geométrico del tramo en estudio, se nos brindó por parte de la empresa Consultores Corea y Asociados S.A. (CORASCO), la sección típica, con el fin que fuese utilizada para el desarrollo del diseño y por ende contar con una sección típica representativa. En la figura 145 se muestra la sección típica adoptada.

Figura 145. Sección típica del tramo Empalme El Gigante-El Murciélago.



Fuente: Consultores Corea y Asociados S.A. (CORASCO).

## **CAPÍTULO VI. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA**



## CAPÍTULO 6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

### 6.1 INTRODUCCIÓN

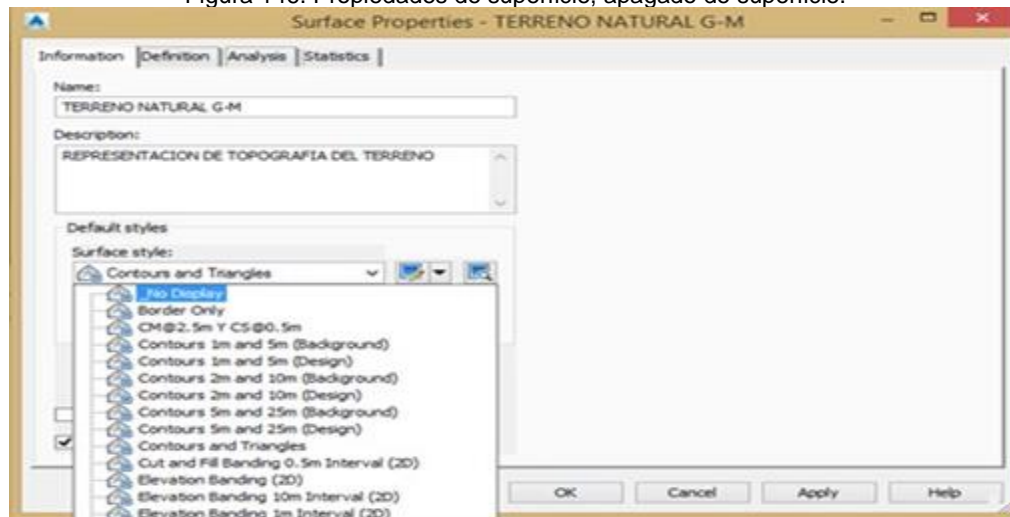
En este capítulo se hará énfasis en el diseño geométrico, recopilando los parámetros y condicionantes que brindan las normas que se mencionaron en el acápite 5.4 página 86. Así también las especificaciones de diseño, considerados para obtener un diseño seguro y eficiente desde el punto de vista vial.


### 6.2 TRAZADO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

En Civil 3D, el alineamiento horizontal se puede constituir por alineamientos rectos, curvas circulares simples y curvas circulares con espirales, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares y viceversa o también entre dos curvas circulares de radio diferente.

Previo a realizar el trazado del alineamiento horizontal, será necesario apagar la superficie creada, así también la marca de las coordenadas geodésicas, esto para lograr una mejor visualización del trazado que se realizará, para ello, se selecciona la superficie, luego hacer click derecho y seleccionar “Surface Properties” y en el cuadro que se despliega “Surface Properties”, en la opción “Surface style” seleccionar “No Display”, ver figura 146. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 146. Propiedades de superficie, apagado de superficie.



Para apagar la marca de las coordenadas geodésicas, ir al menú Annotate y desplegar “Add Label”, luego seleccionar “Notes” y en el cuadro que se despliega “Add Labels”, en la opción “Note Label Style” seleccionar “\_COORDENADA NORTE” y hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Edit Current Selection”, en el cuadro que se despliega “Label Style Composer”,

seleccionar la pestaña Layout y en la opción “Component name” seleccionar “MARCA DE COORDENADAS”, luego en el nivel “Visibility” seleccionar “False” (esta opción permite apagar la marca de las coordenadas geodésicas), luego click izquierdo en Apply, Ok y Close.

### 6.2.1 Trazado de alineaciones rectas o tangentes

Existen diversas formas de comenzar el trazado de un alineamiento horizontal en Civil 3D, partiendo desde polilínea, objetos de Auto Cad, otros alineamientos, etc. Para ello se hará uso de la barra de herramientas “Alignment creation tools”, la cual se mostrará mas adelante.


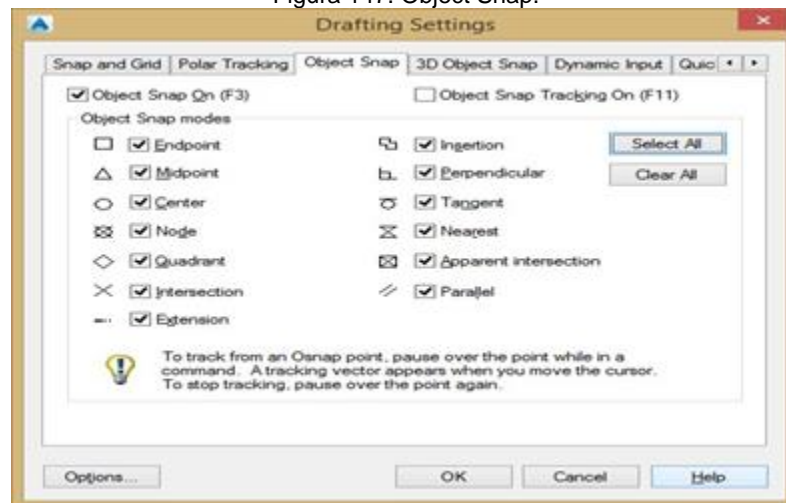
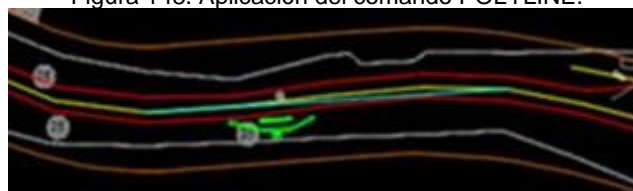
A continuación se presenta el procedimiento para realizar el trazado del alineamiento horizontal: Inicialmente se creará una capa de nombre “\_TANGENTE”, de color Cyan (dejar activada esta capa); luego en la parte inferior del modelo extender  y seleccionar “Object Snap Settings” y en el cuadro que se despliega “Drafting Settings”, hacer click izquierdo en “Select All” (Para activar todas la opciones que se muestran en la figura147).

Figura 147. Object Snap.



Una vez realizado esto, teclear el comando “POLYLINE”, luego trazar la polilínea en los segmentos que se consideren rectos a lo largo de todo el alineamiento, (Estas polilíneas permitirán mas adelante definir las tangentes), ver figura 148.

Figura 148. Aplicación del comando POLYLINE.

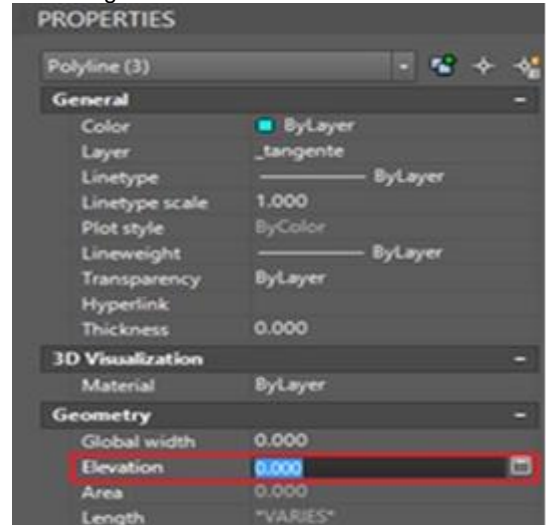


Una vez que se trazan las polilíneas (POLYLINE), se selecciona una de estas (ver figura 149), luego hacer click derecho y seleccionar “Select similar” (para que se seleccionen todas las polilíneas creadas), luego hacer click derecho y seleccionar “Properties”, en la ventana que se despliega “Properties”, extender “Geometry” y en la opción Elevation teclear “0.00” (para no asignar ninguna elevación a las polilíneas creadas), ver figura 150, luego presionar Enter y cerrar dicha ventana.

Figura 149. Selección de polilíneas creadas.



Figura 150. Geometría de Polilíneas.



Para unir las polilíneas trazadas, ubicarse en el menú Home y en el panel Modify seleccionar “Chamfer” y seleccionar las polilíneas en el orden que se crearon, ver figura 151.

Para facilitar la ubicación donde se trazarán las curvas circulares simples o espirales que conformarán el alineamiento horizontal, se crearán círculos con radio igual al radio de curvatura mínimo, cuyo valor corresponde a 73m (ver tabla 20, página 90), ver figura 152.

Figura 151. Aplicación del comando Chamfer.

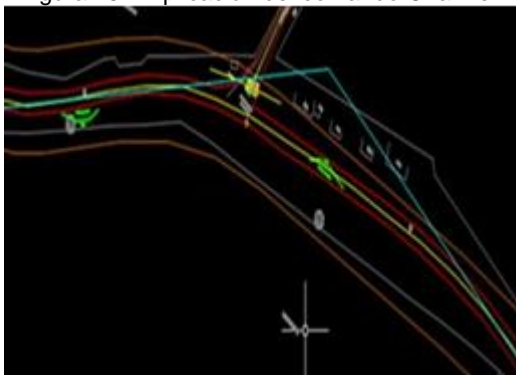
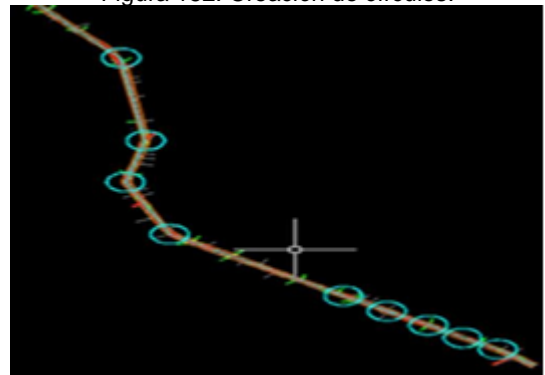


Figura 152. Creación de círculos.





A continuación se procederá a crear el alineamiento; se nombrará y se definirá la estación a partir del cual iniciará, así también se asignará la velocidad de diseño y las normas a aplicar al tramo en estudio, para luego proceder a trazar las tangentes del alineamiento horizontal.

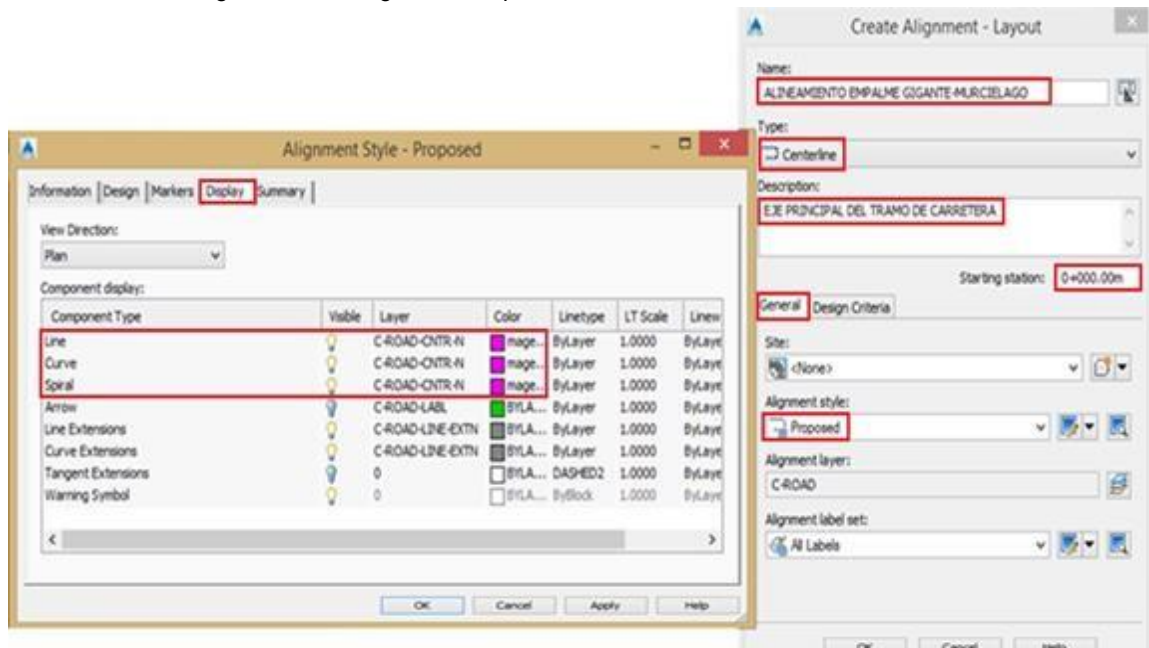
Para realizar lo antes mencionado, ubicarse el menú Home, seleccionar “Alignment” y seleccionar “Alignment Creation Tools” (Herramientas para la creación de alineamiento), ver figura 153.

Figura 153. Herramientas para la creación de alineamiento.



En el cuadro que se despliega “Create Alignment-Layout”: En Name nombrar al alineamiento como “ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE- MURCIELAGO”, en Type seleccionar “Centerline” (ya que el alineamiento se creará sobre la línea central), en Description teclear “EJE PRINCIPAL DEL TRAMO DE CARRETERA” (es opcional), en Starting Station teclear la estación donde inicia el alineamiento, en este caso “0+000.00m”. Luego en Alignment styles (Estilo del alineamiento), seleccionar “Proposed” (Propuesto) y hacer click izquierdo en el desplegable y seleccionar “Edit Current Selection” (para editar el estilo seleccionado). Luego en la ventana desplegable “Alignment Style”, seleccionar la pestaña “Display” y a los componentes que forman un alineamiento (Line, Curve y Spiral) asignar el color Magenta. Ver estas configuraciones realizadas en la figura 154. Luego click izquierdo en Apply y Ok.


Figura 154. Configuraciones para la creación del alineamiento horizontal.





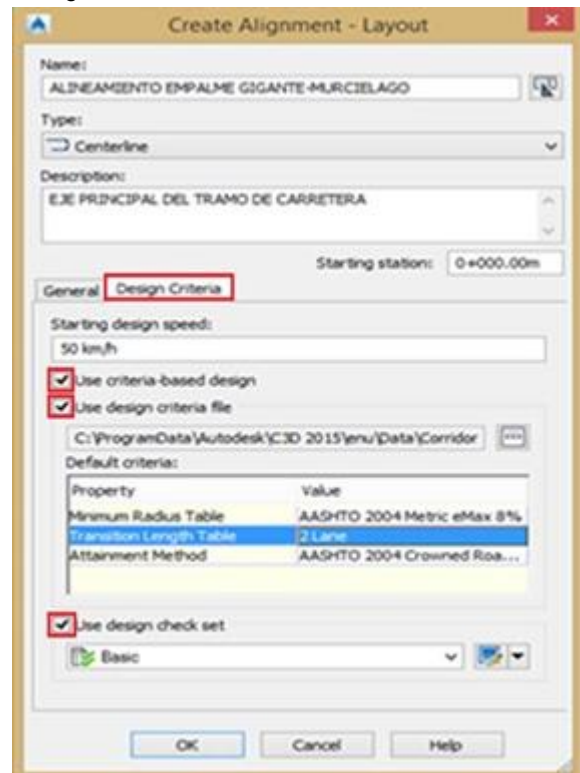
Continuando con el cuadro anterior, en pestaña “Design Criteria” (Criterios de diseño), se describe lo siguiente:

- Starting Design Speed: Permite digitar la velocidad de diseño del proyecto, en este caso corresponde 50km/h.
- Use criteria-based design: Al activarlo permite realizar el trazo del alineamiento en base a criterios de diseño. En este caso se activará.
- Use design criteria file: Al activarlo permite seleccionar normas específicas a la alineación. En este caso dejarla activada.
- En la sección Default criteria: Se seleccionan los criterios a usar una vez que se selecciona la norma específica a utilizar en la creación del alineamiento.
- Use Design Check set: Al activarlo, muestra el símbolo de advertencia ⚠ cuando los parámetros de diseño no cumplen las normas establecidas.

Luego de activar la tercera opción antes mencionada, hacer click izquierdo en  y seleccionar “\_AutodeskCivil3DMetric2004Roadway Design Standards”, que es la norma que contiene las tablas de la “A Policy on Geometric Design of Highways and streets AASHTO 2004”. Luego click izquierdo en Open.

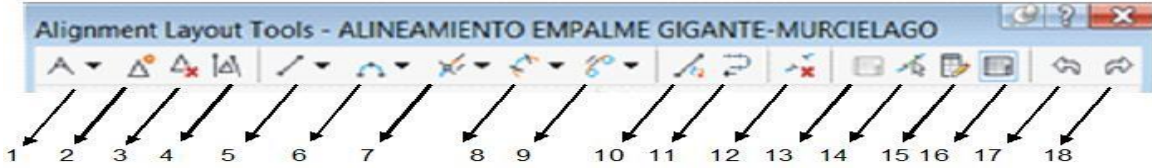
En la sección Default Criteria: En “Mínimum Radius Table” seleccionar el peralte máximo de la carretera, en este caso corresponde el 8%, por tanto seleccionar “AASHTO 2004Metric emax8%”. En “Transition Length Table”, seleccionar el número de carriles que tendrá la carretera en este caso “2 Lane” (Dos carriles), y en “Attainment Method (Método de transición del bombeo), seleccionar “AASHTO 2004Crowned Roadway” (para que la transición sea por la corona). Ver estas configuraciones realizadas en la figura 155, luego click izquierdo en Ok.

Figura 155. Selección de las normas a utilizar.



En la ventana que se despliega “Alignment Layout Tools” (ver figura 156), se presentan las diferentes opciones que permiten crear el trazado horizontal, estas se enumeraron del 1 al 18, y se describen a continuación:

Figura 156. Herramientas de composición del Alineamiento Horizontal.



1. Dibuja alineaciones con tangentes sin curvas, con curvas y permite configurarlas; las acciones que permite ejecutar son:
  - Tangente-Tangente (sin curvas): Crea entidades de alineación sin curvas (Solo tangentes o líneas).
  - Tangente-Tangente (Con curvas): Añade curvas entre tangentes a una nueva proyección de alineación.
  - Configuración de curva y espiral: Permite configurar los parámetros generales que por defecto tendrá establecido la creación de curvas (Radios de curvaturas) y espirales (Longitud de espiral de entrada y salida), siendo opcional activarlas, ya que de todas maneras habrá que verificar que la creación de alineaciones cumpla con radios mínimos y las espirales también tengan la longitud de transición adecuada.
2. Inserta PI: Inserta un nuevo PI a lo largo de una tangente existente, tan solo bastará seleccionar el lugar de inserción del PI.
3. Suprime PI: Suprime un PI de una alineación.
4. Separa PI: Acorta las líneas de extensión del PI a una determinada distancia cuando éste tiene curva y en el caso de no contar con una, separa una distancia dada a la alineación existente a partir del PI seleccionado.
5. Crea entidades del tipo línea: Crea líneas del tipo aislada (Fija), líneas en interacción con la alineación (Flotante) y/o una línea libre entre dos curvas (fijas).
6. Crea entidades del tipo “curva”: Crea curvas del tipo aislada (Fija), curvas en interacción con la alineación (Flotante), empalma curvas entre dos entidades, un radio y/o punto de paso y curva libre con ajuste óptimo y cuyas dos sub secciones se muestran por separado.
7. Crea un grupo “clotoide + línea” después de una curva: Las entidades de creación de clotoide +línea son líneas flotante con espiral (Desde curva, punto de paso) y línea flotante con espiral (Desde extremo de curva, longitud).

8. Crea un grupo de “curva + clotoide” después de entidad, o bien para crear un grupo de “clotoide + clotoide + curva” después de curva, así como otros grupos complejos formados por varias clotoides y curvas; las entidades de creación que muestra esta opción son: Curva flotante con espiral (desde extremo de entidad, radio y longitud), curva flotante con espiral (desde entidad, radio), curva en S flotante con espirales (desde curva), curva en S flotante con espirales (desde curva, dos puntos). Espiral–curva-espiral libre (entre dos entidades), curva ovoide con espirales y curvas libre (entre dos tangentes), curva en S con transiciones y curvas libres (entre dos tangentes).
9. Crea un grupo “Clotoide + clotoide” entre dos curvas, entre (curva y recta) o entre rectas o para crear un grupo “clotoide + recta +clotoide” entre dos curvas y espirales. Al igual que el grupo de entidades anteriores se debe verificar su existencia geométrica y cuyas entidades de creación son: Espiral fija, espiral libre (entre dos entidades), curva ovoide con espirales libre (entre dos curvas), curvas en S con espirales libre(entre dos curvas), curva ovoide con espirales libre (entre dos tangentes), curva ovoide con espirales y línea libre (entre dos curvas, longitud de espiral), curva con S con espirales y línea libre (entre dos curvas, longitud de espiral), curva ovoide con espirales y línea libre(entre dos curvas, longitud de línea), curva en S con espirales y línea libre (entre dos curvas, longitud de línea).
10. Convertir línea y arco de Auto CAD opción con la cual al seleccionar una línea o arco que esté en Auto CAD, se transformará automáticamente en una entidad de alineación.
11. Invertir orientación de sub entidad: Se invertirá la orientación de una sub entidad con la aplicación de esta opción siempre y cuando la misma tenga una concepción como entidad fija para su creación.
12. Suprimir sub entidad: Suprime las sub entidades (líneas o curvas) existentes en una alineación borrando en su totalidad la entidad para el caso de tangentes y eliminará la curva del PI en caso de una entidad de curva.
13. Editor de datos de ajuste óptimo para todas las entidades: Como su nombre lo dice sirve para editar los datos de ajuste óptimo, para todas las entidades creadas según este concepto en una alineación.
14. Designar sub entidad: Designa una sub entidad como actual para poder enlazarlo con el editor de subentidades.

15. Editor de subentidades: Esta opción proporciona información de la subentidad seleccionada (curva, línea o espiral) desde el punto de vista general, restrictivo y paramétrico, pudiendo cambiar sus propiedades geométricas.
16. Vista de rejilla de alineación: Designa una ventana emergente con toda la información general, restrictiva y paramétrica de todas las subentidades presentes en la alineación, pudiendo también cambiar sus propiedades geométricas.
17. Deshacer: Parecido al icono de deshacer presente en los botones de grupo, con la diferencia que solo aplicará cambios realizados al alineamiento.
18. Rehacer: Parecido al icono de deshacer presente en los botones de grupo, con la diferencia que solo aplicará cambios realizados al alineamiento.


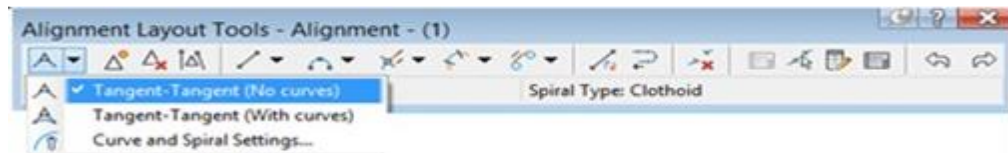
Se procederá a trazar las tangentes del alineamiento horizontal sobre las polilíneas creadas anteriormente, para ello, hacer click izquierdo en  y seleccionar “Tangent-Tangent (no curves)”, es decir crear tangente-tangente sin curvas, ya que las curvas horizontales se crearán mas adelante, ver figura 157.

Figura157. Herramientas para crear el Alineamiento horizontal.



Luego en el mensaje que aparece “Specify start point”, seleccionar el inicio de la primera polilínea creada y luego en el mensaje “Specify next point” seleccionar el punto final de dicha polilínea y realizar este mismo procedimiento, hasta lograr redibujar todas las polilíneas creadas, ver figura 158, (Nótese que las tangentes creadas aparecen con el color Magenta que se seleccionó para el componente “Line” en la figura 154 página 99), luego presionar Enter. De esta manera se concluye el trazado de las tangentes que conformarán el alineamiento horizontal.

**Nota:** Es importante crear las tangentes en el sentido en que se reflejan los estudios de tráfico de la demanda Origen- Destino.

Figura 158. Visualización de tangentes creadas.



## 6.2.2 Trazado de curvas circulares simples


A continuación se procederá a trazar las curvas del alineamiento horizontal para ello, en la ventana desplegable de la figura 156, hacer click izquierdo en  y seleccionar “Free Curve Fillet (Between two entities, through point)”, esta opción permite crear una curva circular entre dos entidades (tangentes) y un punto; luego en el mensaje que aparece “Specify first entity” seleccionar la tangente de entrada, luego cuando aparece el mensaje “Specify next entity” seleccionar la tangente de salida y finalmente cuando aparece el mensaje “Specify through point”, hacer click izquierdo en el punto donde se ubicará la curva circular; de esta misma manera se traza el resto de curvas entre las tangentes creadas. En la figura 159 y 160 se aprecia el antes y después de crear la curva circular simple.

Figura 159. Visualización de tangentes sin crear curvas circulares.

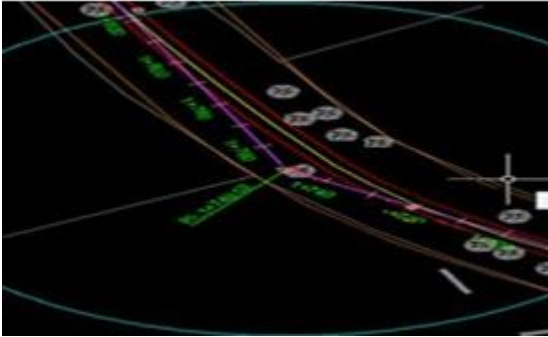
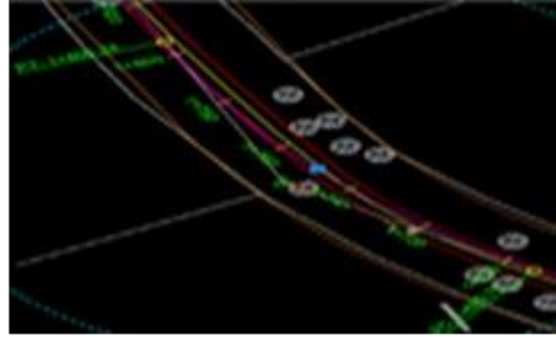


Figura 160. Visualización de tangentes con curvas circulares creadas.



## 6.2.3 Trazado de curvas espirales de transición


Para proceder a trazar las curvas espirales de transición, en la ventana desplegable de la figura 156 página 101, hacer click izquierdo en  y seleccionar “Free Spiral-Curve-Spiral (Between two entities)”, esta opción permite crear una curva espiral de transición entre dos entidades o tangentes. Posteriormente seleccionar la tangente de entrada, luego la tangente de salida y finalmente seleccionar el punto donde se ubicará la curva circular con espiral de transición. En la figura 161 y 162 se muestra el antes y después de crear la curva.

Figura 161. Visualización de tangentes sin crear curvas espirales de transición.

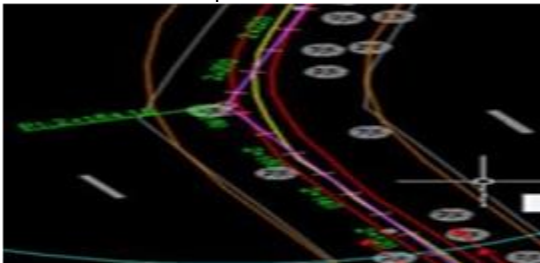
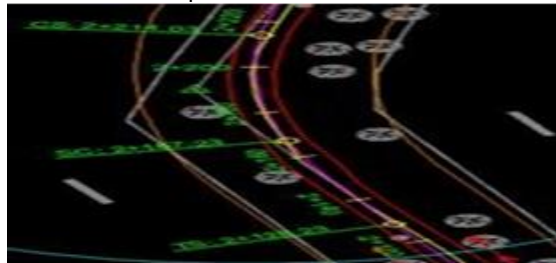


Figura 162. Visualización de tangentes con curvas espirales de transición.



### 6.3 CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

A continuación se configurará el radio mínimo de las curvas circulares simples y la longitud mínima de las tangentes, previo a ello, se deberá apagar la capa “\_TANGENTE”.

Para configurar lo antes mencionado, se debe seleccionar el alineamiento, luego hacer click derecho y seleccionar “Alignment Properties”; en la ventana que se despliega “Alignment Properties”, en pestaña Information dejar las configuraciones que aparecen por defecto (ya que estas se seleccionaron en pasos anteriores).


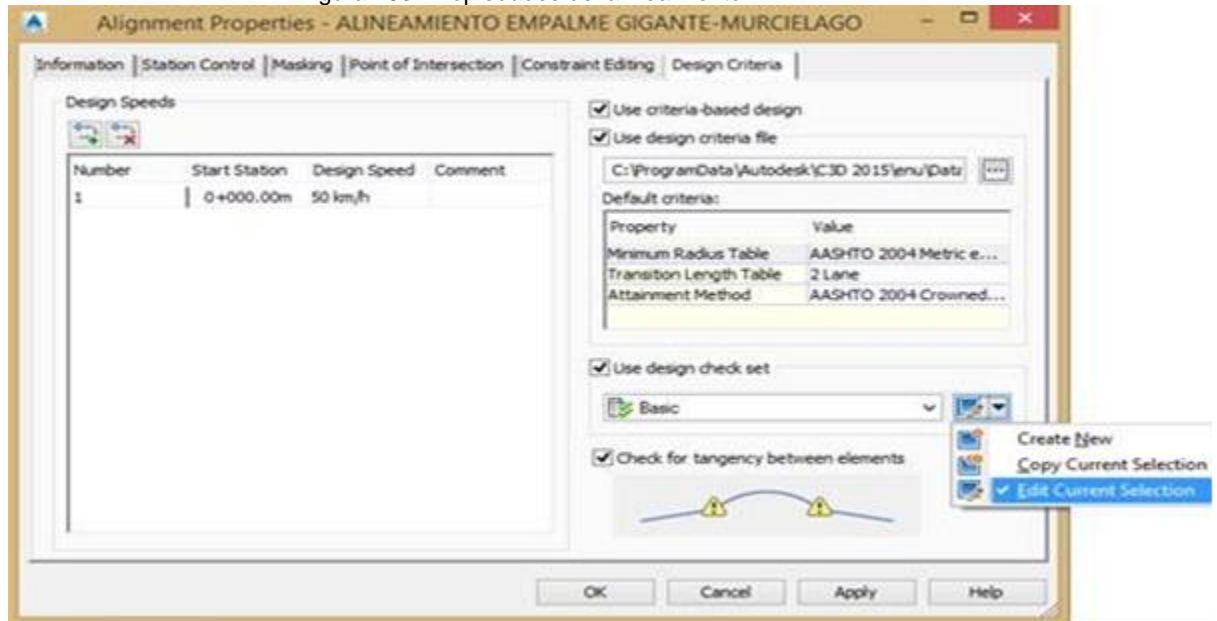


Luego seleccionar la pestaña Design Criteria, y hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Edit Current Selection”, esto para proceder a editar los parámetros de diseño antes mencionado”, ver figura 163.

Figura 163. Propiedades del alineamiento.

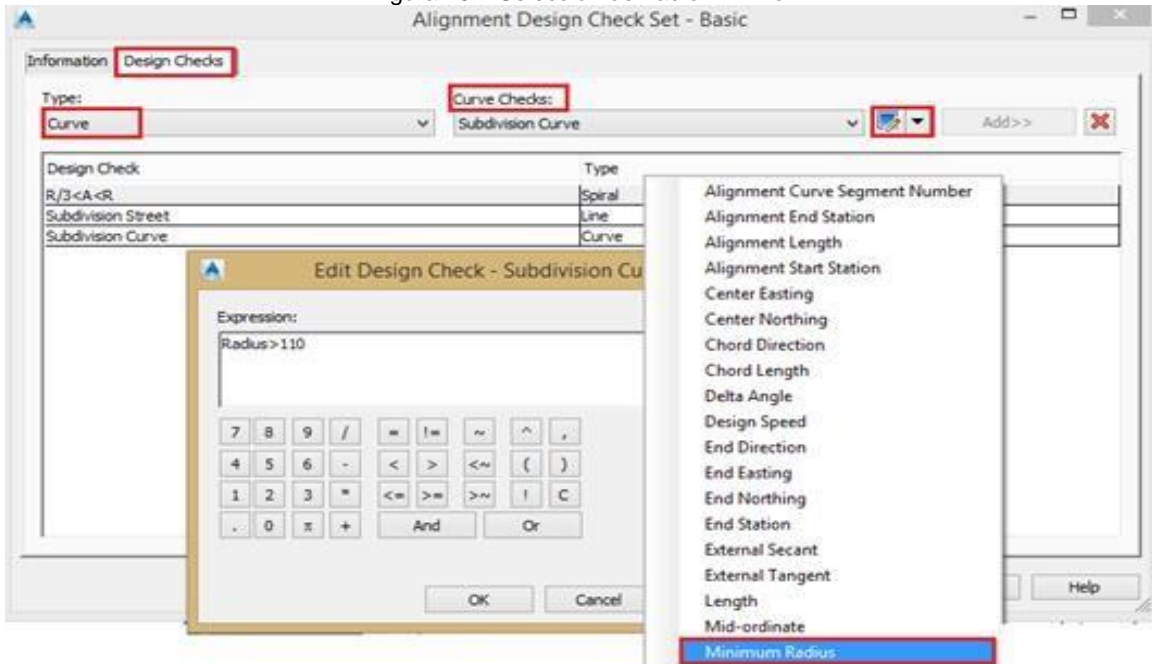


En el cuadro que se despliega “Alignment Design Check Set”, seleccionar la pestaña “Design Checks”, y en “Type” seleccionar “Curve”, luego en “Curve Checks”, hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Edit Current Selection”; luego en la ventana que se abre “Edit Design Check-Subdivisión de curve”, en la sección Expression aparece “Radius>=110”, como el radio mínimo según las normas corresponde a 73m (Ver tabla 20. Pag. 90), se debe borrar el 110; para asignar el radio mínimo, se debe hacer click izquierdo en  y seleccionar “Minimum Radius” (Radio mínimo), con esta opción, no será



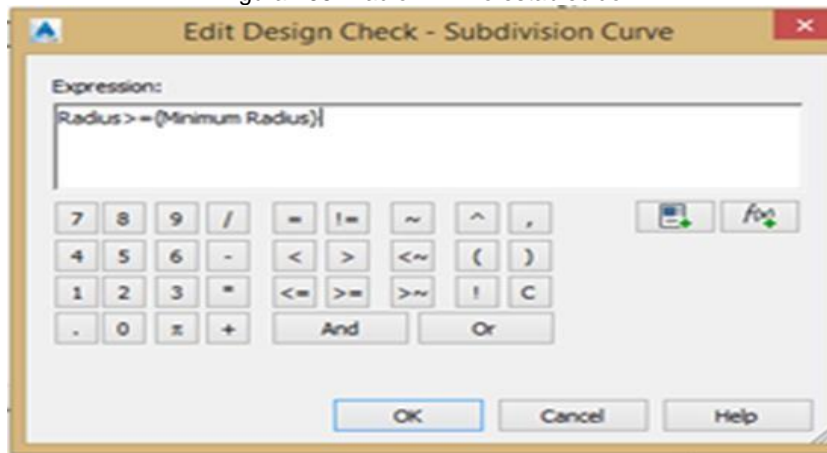
necesario digitar el radio mínimo de 73m, ya que al seleccionar la norma a aplicar, el software reconoce dicho radio mínimo. Ver estas configuraciones realizadas en la figura 164.


Figura 164. Selección del radio mínimo.



Luego de haber realizado lo anterior, en la sección “Expresión” aparece la condición de radio mínimo que se seleccionó, ver figura 165, luego click izquierdo en Ok.

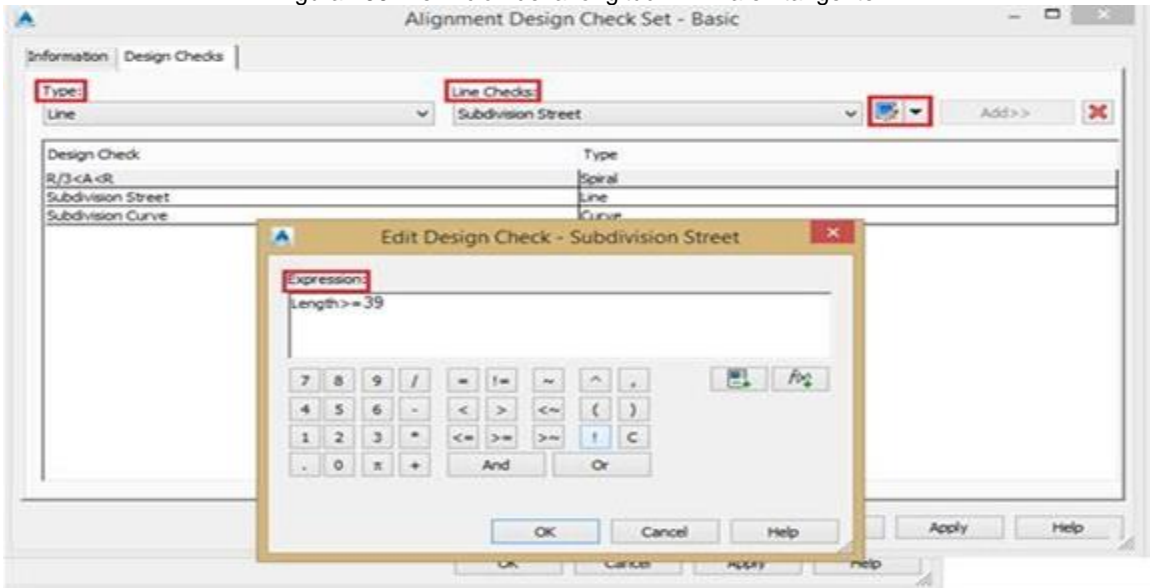
Figura 165. Radio mínimo establecido.



Para configurar la Longitud mínima de las tangentes, en el cuadro que permanece desplegado “Alignment Design Check Set”, en “Type” seleccionar “Line”, en “Line Check” hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar

“Edit Current Selection”, luego en la ventana “Edit Design Check-Subdivisión de Street”, en la sección Expression teclear la longitud mínima entre tangentes, en este caso es “39”, por lo tanto la expresión sera “Length>=39” (Este valor se obtuvo del cálculo de la distancia mínima de rectas entre las curvas horizontales), ver figura 166. Luego click izquierdo en Ok, Apply, Ok, Apply y Ok.

Figura 166. Definición de la longitud mínima en tangente.



**Infracciones a las normas de diseño:** Las infracciones a las normas de diseño, son mostradas como se dijo anteriormente, al activar la opción “Use Design Check” (ver página 100), éstas se muestran cuando no cumplen los requerimientos de radio mínimo, longitud mínima de tangente y el parámetro A de las curvas espirales; y son visualizados en el área de dibujo a través del símbolo de advertencia ⚠. Para desactivar este símbolo (Es decir para corregir la infracción dada), se requiere modificar la geometría de la subentidad (estas pueden ser tangentes, curvas circulares simples o curvas espirales), de forma que cumplan con la norma establecida.

A continuación se realizará el chequeo o verificación a las entidades de la alineación: En este caso se verificará que los radios de las curvas cumplan con el radio mínimo establecido anteriormente. Para ello se realiza lo siguiente: Se selecciona el alineamiento, luego seleccionar el ícono “Geometry Editor”, ver figura 167.

Figura 167. Editor geométrico.



En la ventana que se despliega “Alignment Layout Tools”, hacer click izquierdo en el ícono “Alignment Grid View” (el que aparece enmarcado de color rojo en la figura 168).

Figura 168. Herramientas para crear el alineamiento horizontal, selección del editor geométrico.



En la ventana que se despliega “Alignment entities” (Entidades del alineamiento), en la primera columna, los segmentos de alineación aparecen numerados según el orden en que se han creado. Cada fila de la tabla contiene datos de diseño útiles acerca de una entidad específica. Cada grupo de curvas tiene un número de entidad bipartito y una fila de tabla independiente por cada espiral de transición y cada curva circular simple. Ver figura 169.

En este caso, en la columna “Radius”, se observa que no aparece el símbolo de advertencia ⚠ al lado de ninguno de los radios de las curvas, por tanto esto indica que los radios de curvas cumplen con lo establecido en las Normas que se especificaron anteriormente. En caso que no fuese así, se procede a desenllavar el candado (haciendo click izquierdo sobre este) correspondiente a la fila de la entidad a modificar, luego ubicarse en el valor numérico a modificar (Los valores que aparecen en negrita de la columna Radius) y teclear el nuevo valor del radio (Cumpliendo con lo establecido en la normas), ver figura 169.

En la tabla 30 página 109 se muestra de manera general la tabla de resultados de los elementos de curvas horizontales.

Figura 169. Entidades que conforman el alineamiento horizontal.

No.	Type	Tangency Constraint	Parameter Constr...	Parameter C... Length	Minimum Spiral Length	Radius	Minimum Radius	Design Speed	A	Direct
1	Line	Not Constrained (Fixed)		Two points	81.842m			50 km/h		NSP1
2	Curve	Constrained on Both Sides (Free)		Radius	157.820m	1500.000m	71.000m	50 km/h		NSP1
3	Line	Not Constrained (Fixed)		Two points	76.640m			50 km/h		NSP1
4	Curve	Constrained on Both Sides (Free)		Radius	32.320m	1500.000m	71.000m	50 km/h		NSP1
5	Line	Not Constrained (Fixed)		Two points	121.862m			50 km/h		NSP1
6	Curve	Constrained on Both Sides (Free)		Radius	74.640m	1500.000m	71.000m	50 km/h		NSP1
7	Line	Not Constrained (Fixed)		Two points	105.602m			50 km/h		NSP1
8	Curve	Constrained on Both Sides (Free)		Radius	36.670m	1500.000m	71.000m	50 km/h		NSP1
9	Line	Not Constrained (Fixed)		Two points	102.620m			50 km/h		NSP1
10	Curve	Constrained on Both Sides (Free)		Radius	11.500m	1500.000m	71.000m	50 km/h		NSP1
11	Line	Not Constrained (Fixed)		Two points	753.200m			50 km/h		NSP1
12	Curve	Constrained on Both Sides (Free)		Radius	111.570m	200.000m	71.000m	50 km/h		NSP1
13	Line	Not Constrained (Fixed)		Two points	122.902m			50 km/h		NSP1
14	Spiral Curve...	Constrained on Both Sides (Free)		Spiral Radius...	38.000m		38.000m	50 km/h	71.20km/h	
14	Spiral Curve...	Constrained on Both Sides (Free)		Spiral Radius...	46.000m	130.000m	71.000m	50 km/h		
14	Spiral Curve...	Constrained on Both Sides (Free)		Spiral Radius...	38.000m		38.000m	50 km/h	71.20km/h	

Tabla 30. Resultados de los elementos de curvas horizontales.

No. PI	DATOS DE GEOMETRÍA HORIZONTAL										
	ESTACIÓN DE PI	ESPIRAL DE ENTRADA			DATOS DE CURVAS HORIZONTALES					ESPIRAL DE SALIDA	
		Theta	Long. (m)	$\Delta c$	R(m)	Long. (m)	P(%)	s.a (m)	VD (Km/hr)	Theta	Long. (m)
1	0+175.462	***	***	06°22'48"	1500	167.028	CN	0.00	50	***	***
2	0+351.694	***	***	01°14'04"	1500	32.321	CN	0.00	50	***	***
3	0+516.648	***	***	01°19'26"	1500	34.661	CN	0.00	50	***	***
4	0+711.925	***	***	01°24'04"	1500	36.678	CN	0.00	50	***	***
5	0+918.698	***	***	00°26'35"	1500	11.598	CN	0.00	50	***	***
6	1+750.961	***	***	31°57'07"	200	111.534	5.80	0.60	50	***	***
7	2+190.884	08°35'40"	39	20°37'36"	130	46.800	7.10	0.80	50	08°35'40"	39
8	2+513.390	08°35'40"	39	06°10'30"	130	14.010	7.10	0.80	50	08°35'40"	39
9	3+161.640	***	***	29°29'07"	543	279.435	±3.00	0.00	50	***	***
10	3+432.507	***	***	01°49'22"	3000	95.444	CN	0.00	50	***	***
11	3+627.699	***	***	02°11'37"	700	26.801	CN	0.00	50	***	***
12	3+996.383	***	***	16°07'44"	328	92.332	4.40	0.00	50	***	***
13	5+530.521	***	***	39°49'57"	350	243.323	4.00	0.00	50	***	***
14	5+731.365	***	***	43°16'04"	112	84.579	7.50	0.90	50	***	***
15	5+877.634	7°03'59"	37	07°10'24"	150	18.780	6.70	0.70	50	7°03'59"	37
16	6+363.828	***	***	04°08'42"	1400	101.281	CN	0.00	50	***	***



## 6.4 ETIQUETADO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

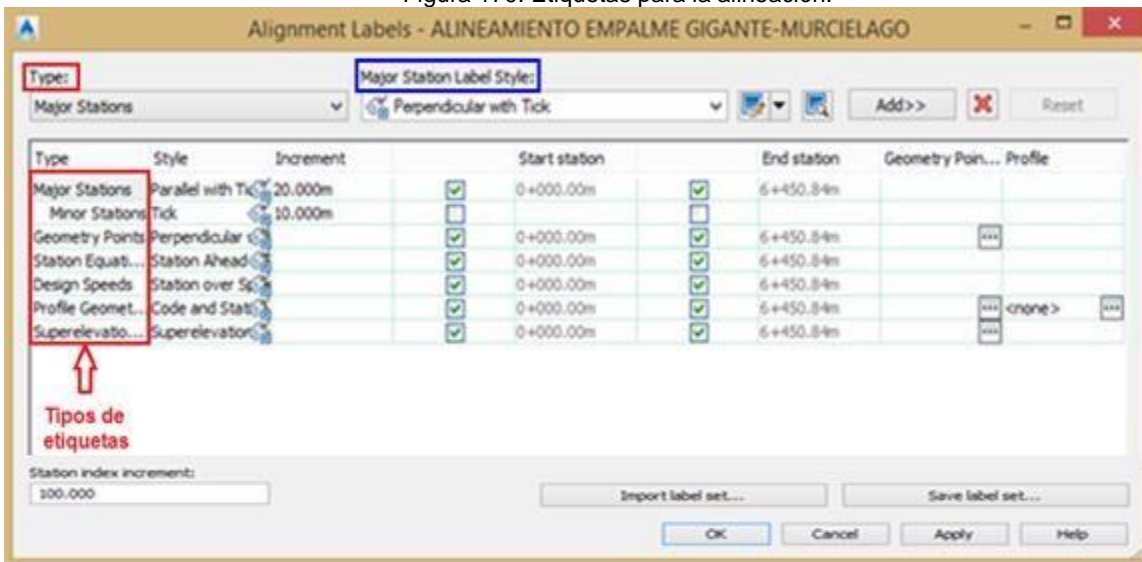
A través del etiquetado del alineamiento horizontal, es posible ampliar o encuadrar los datos que presenta dicho alineamiento, esto para visualizarlos de manera general, también es posible presentar u ocultar su descripción o resumen.


### 6.4.1 Creación y edición de etiquetas del alineamiento horizontal

La colección de etiqueta de alineación, que incluye las carpetas para los distintos tipos y conjuntos de etiquetas de alineación, se utiliza para modificar la configuración por defecto en el nivel de dibujo y crear estilos nuevos.

**Creación de estilos de etiquetas de curvas circulares simples y espirales de transición:** Para crear etiquetas a estas curvas, se selecciona el alineamiento, luego hacer click derecho y seleccionar “Edit Alignment Labels” (Editar etiquetas del alineamiento); en el cuadro que se despliega “Alignment Labels”, se puede apreciar que hay varios tipos de etiquetas, como estaciones mayores y menores, velocidad de diseño, etc. En la opción “Type” se selecciona el tipo de etiqueta que se desea crear; una vez que se selecciona, el texto que aparecerá en el recuadro de color azul variará en dependencia del tipo de etiqueta seleccionada, ver figura 170.

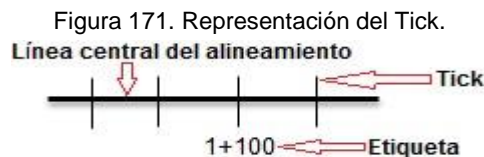
Figura 170. Etiquetas para la alineación.



En este caso se eliminarán todas las etiquetas que aparecen en el recuadro rojo de la figura anterior, debido a que se procederá a crear estilos propios de etiqueta, para ello, se debe seleccionar cada una de estas y luego hacer click izquierdo en  “Eliminar”.

A continuación se creará el estilo de etiqueta correspondiente a: Estaciones mayores y menores, puntos geométricos, velocidad de diseño, y postes kilométricos. Todos estos estilo de etiqueta se realizarán en el cuadro desplegable “Alignment Labels” de la figura 170 página 110.

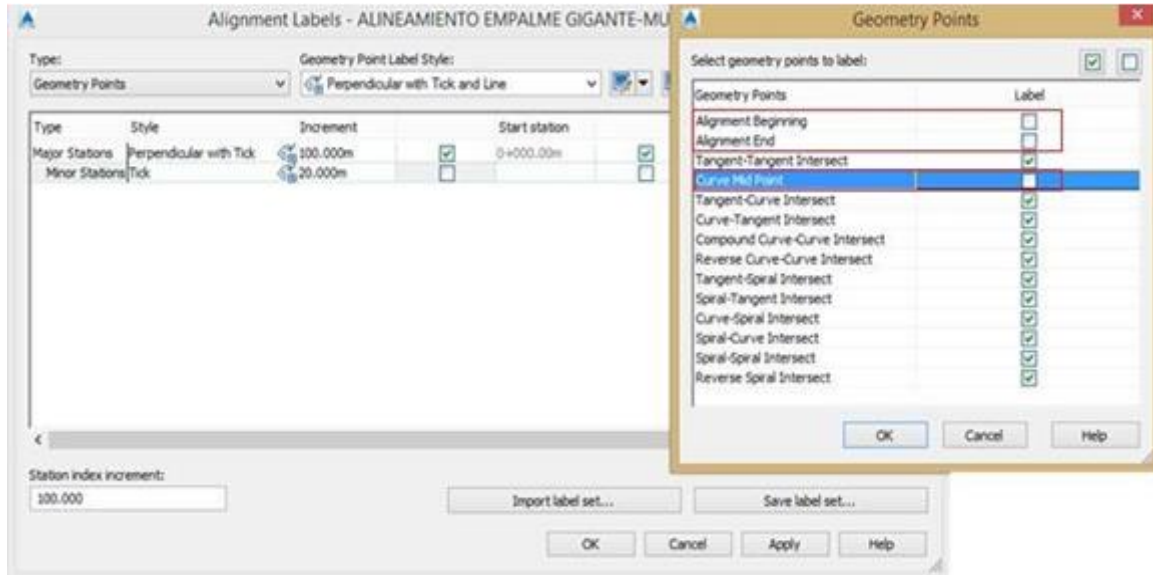
- **Creación de estilo de etiqueta de estaciones mayores:** En la opción “Type” seleccionar “Major Station”, en “Major Station Label Style” seleccionar “Perpendicular with Tick” esto para que el estilo de la etiqueta sea perpendicular y con tick (para mayor comprensión, en la figura 171 se muestra una representación de lo que es el tick). Luego hacer click izquierdo en “Add” (para añadir la etiqueta). En la columna “Increment” teclear “100m” (esta columna indica la distancia que irán las etiquetas), luego activar las opciones correspondiente a “Start Station” (Estación inicial) y “End Station” (Estación final), esto para que las etiquetas se muestren a lo largo de todo el alineamiento.



- **Creación de estilo de etiqueta de estaciones menores:** En la opción Type seleccionar “Minor Station”, en “Minor Station Label Styles” seleccionar “Tick” (para que el estilo de la etiqueta solo sea representada por el Tick), luego click izquierdo en “Add”, y en la columna “Increment” teclear “20m”.
- **Creación de estilo de etiqueta de puntos geométricos:** Los puntos geométricos pueden ser los puntos donde inicia o termina una curva circular simple, compuesta o espiral, o los puntos donde inicia o termina una tangente, etc. Para crear el estilo de etiqueta de estos puntos geométricos, en la opción Type seleccionar “Geometric Point”, en “Geometry Point Label Style” seleccionar “Perpendicular with Tick and Lane” (para que el estilo de la etiqueta sea perpendicular, con tick y con una línea), luego hacer click izquierdo en “Add”, y en el cuadro que se despliega “Geometry Points”, aparece una lista de puntos geométricos que conforman un alineamiento horizontal, en este cuadro se activan aquellos puntos que se desean que tengan etiquetas; en este caso se activarán todos, a excepcion de: Alignment Beginning (Inicio del alineamiento), Alignment End (Final del alineamiento), y Curve Mid-Point (Punto medio de curvas). Estas opciones se muestran enmarcadas de color rojo en la figura 172, tambien se muestran las configuraciones realizadas a los estilos de etiqueta de las estaciones mayores y menores. Finalmente hacer click izquierdo en Ok.



Figura 172. Creación de nuevos estilos de etiqueta.





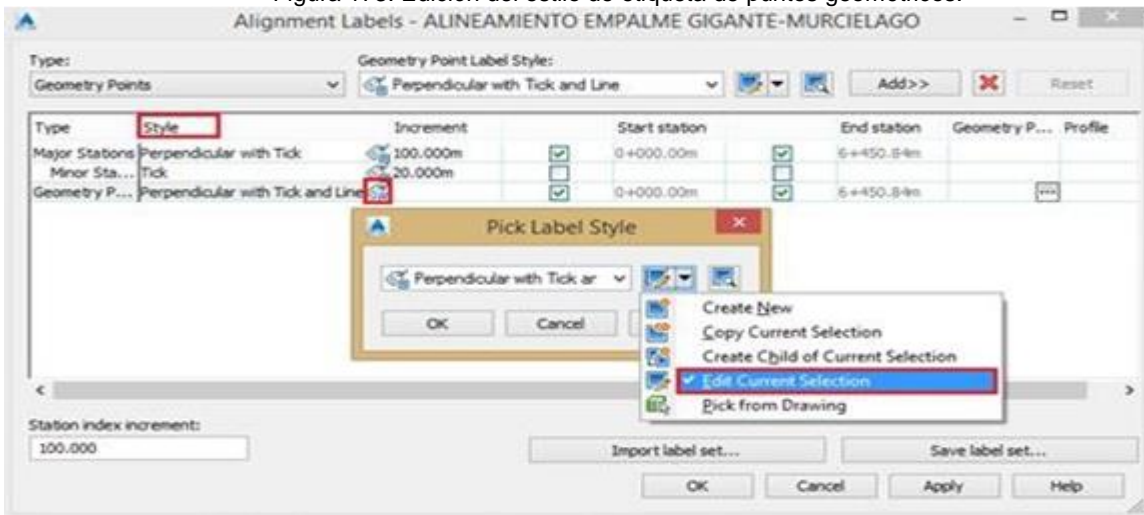
Para asignar la cantidad de decimales que tendrá la etiqueta correspondiente a los puntos geométricos, en el cuadro que permanece desplegado “Alignment Labels”, en la columna “Style” hacer click izquierdo en  (ver figura 173) y en la ventana que se despliega “Pick Label Style” (Elegir estilo de etiqueta), por defecto aparece el estilo que se seleccionó anteriormente, es decir “Perpendicular with Tick and Line”, para proceder a editarlo, hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Edit Current Selection”.

Figura 173. Edición del estilo de etiqueta de puntos geométricos.



En el cuadro que se despliega “Label Style Composer” (Componentes de estilo de etiqueta), seleccionar la pestaña “Layout” (El resto de pestañas se dejan con las configuraciones que tienen por defecto), en el nivel Text, hacer click izquierdo en la celda que esta en la intersección de la fila “Contents” y columna “Value”,



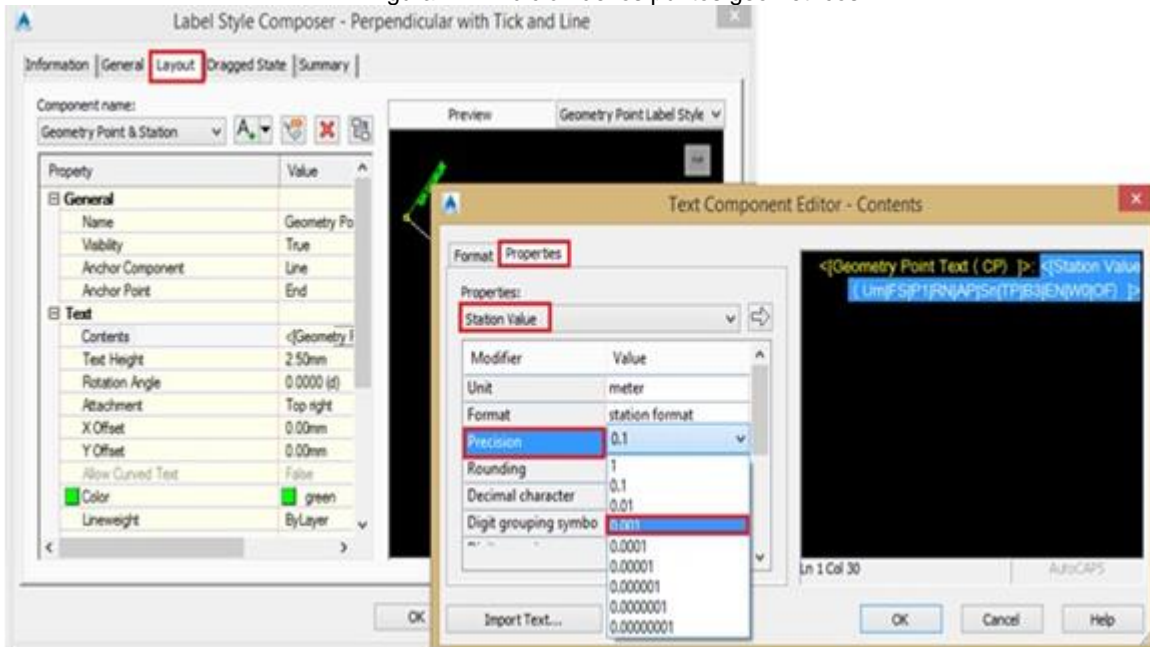
y click izquierdo en , luego en el cuadro que se despliega “Text Component Editor”, seleccionar el contenido de la pantalla de edición, luego seleccionar la pestaña Properties, y en la opción Properties aparece “Station Value”, es decir que el texto que se seleccionó corresponde al valor de las estaciones de los puntos geométricos, por tanto para asignarle la cantidad de decimales, en la opción Precision seleccionar “0.001” (Indica 3 decimales), luego click izquierdo en  para actualizar los cambios, ver las configuraciones realizadas en la figura 174, luego click izquierdo en Ok, Apply y Ok.

Figura 174. Edición de los puntos geométricos.






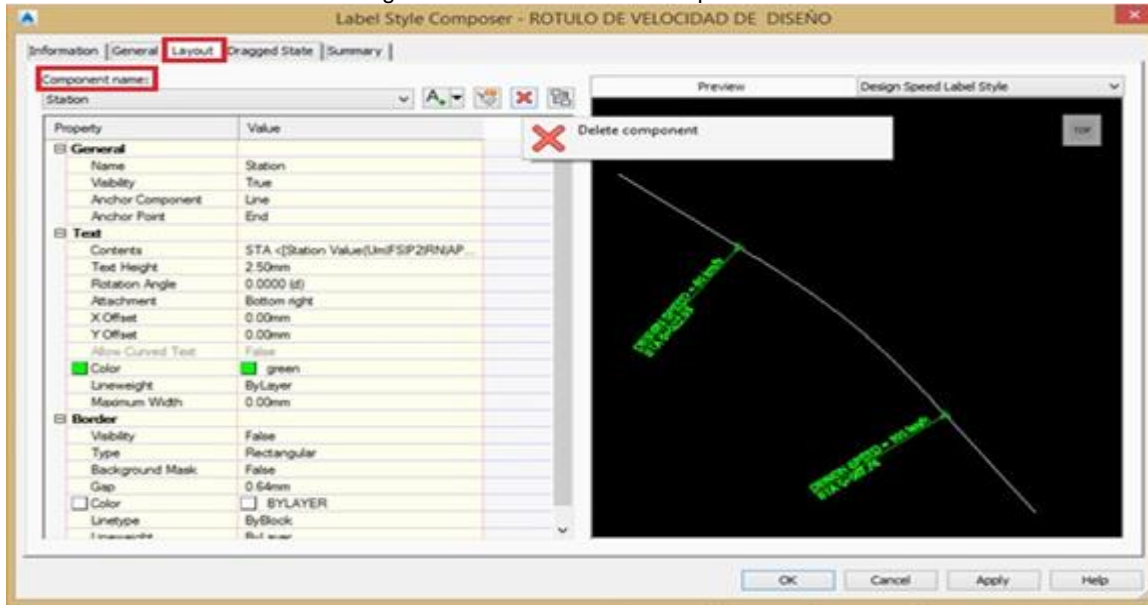
**Creación de estilo de etiqueta de la velocidad de diseño:** En la opción Type seleccionar “Design Speed” y en la opción “Design Speed Label Style” seleccionar “Station Over Speed”, esto para que en el estilo de la etiqueta aparezca la estación sobre la velocidad (Esto se modificará mas adelante, ya que se quiere que en el estilo de la etiqueta aparezca únicamente la velocidad de diseño), luego hacer click izquierdo en “Add”; en la columna “Style” hacer click izquierdo en  (el correspondiente a la fila de “Design Speed”) y en la cuadro desplegable “Pick Label Style”, hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection” (para sacar una copia al estilo antes seleccionado y configurarlo a criterio del dibujante), luego en el cuadro “Label Style Composer”, en la pestaña Information, nombrar al estilo de la etiqueta como “VELOCIDAD DE DISEÑO” , luego seleccionar la pestaña Layout, como se quiere eliminar el componente “Estación” del estilo de la etiqueta y dejar unicamente el componente “Velocidad”, en “Component name”, seleccionar “Station” y hacer click izquierdo en  (Eliminar), ver figura 175.

Figura 175. Eliminación de componentes.



Para configurar el estilo de etiqueta de la velocidad de diseño, inicialmente se configurará el componente Marker, luego el componente texto “Design Speed” (velocidad de diseño) y finalmente el componente “Line” (Línea).


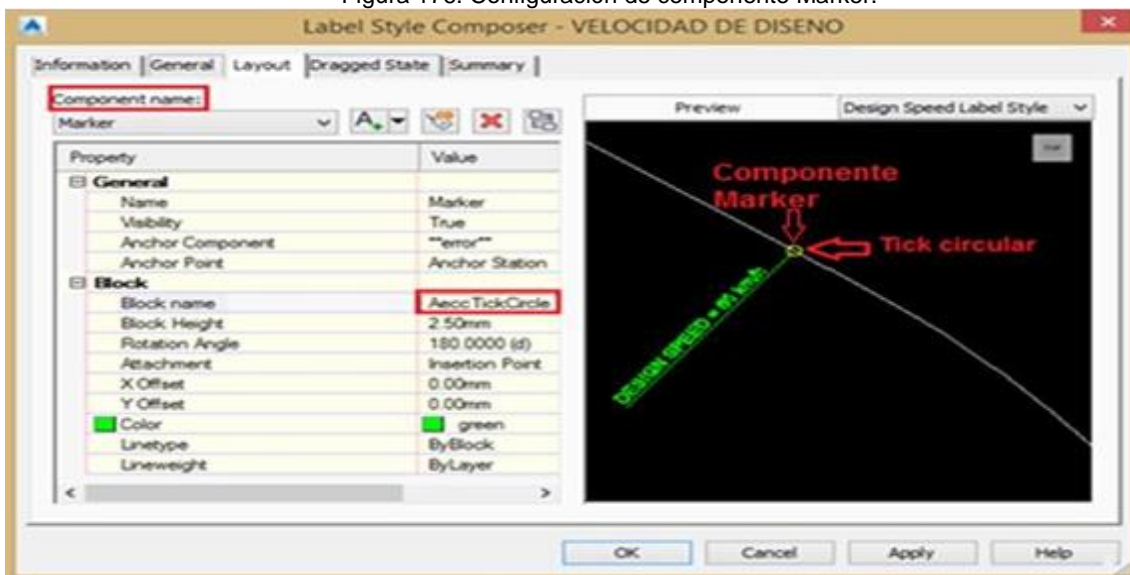


- Configuración del componente Marker: En “Component name” seleccionar “Marker”; en el nivel Block, hacer click izquierdo en la celda que está en la intersección de la fila Contents y columna Value y click izquierdo en , en el cuadro que se despliega “Select a Block”, seleccionar el bloque que se desea, en este caso seleccionar “Aecc Tick Circle” (Tick circular), una vez realizado esto ver figura 176. Luego click izquierdo en Ok.

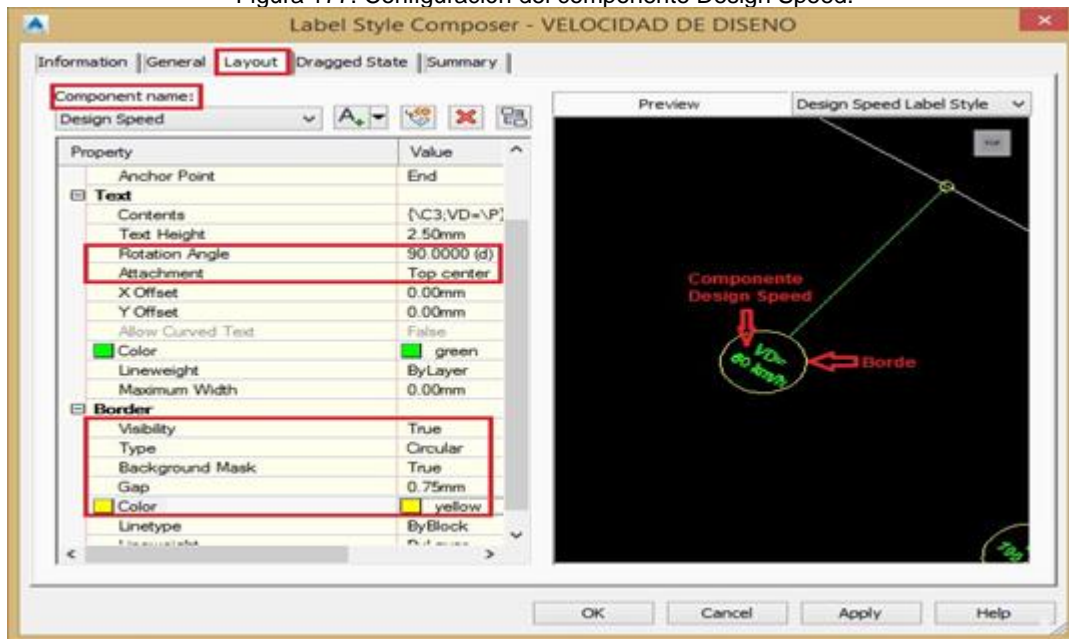
Figura 176. Configuración de componente Marker.



- Configuración del componente Design Speed: En pestaña Layout, en “Component name” seleccionar “Design Speed”; en el nivel Text se configura lo siguiente: En “Rotation Angle” teclear “90”, en “Attachment” (corresponde al contenido adjunto que tendrá la velocidad), seleccionar “Top Center” (para que el contenido se ubique en el centro superior), hacer click izquierdo en la celda que está en la intersección de la fila “Contents” y columna “Value”, y click izquierdo en  y en el cuadro desplegable “Text Component Editor”, en la pantalla de edición eliminar el contenido “Design Speed” y teclear “VD=” y presionar Enter. Luego seleccionar todo el contenido e ir a la pestaña Format y en “Justification” seleccionar “Center” y en color seleccionar “Green”, luego click izquierdo en  y click izquierdo en Ok.

El nivel Border: En la opción Visibility seleccionar “True” (para que aparezca un borde a la etiqueta), en Type seleccionar “Circular” (para que el borde sea circular), en Background mask seleccionar “True”, en Gap teclear “0.75mm” (distancia entre la etiqueta y el borde) y en color seleccionar “Yellow”. Ver estas configuraciones en la figura 177.

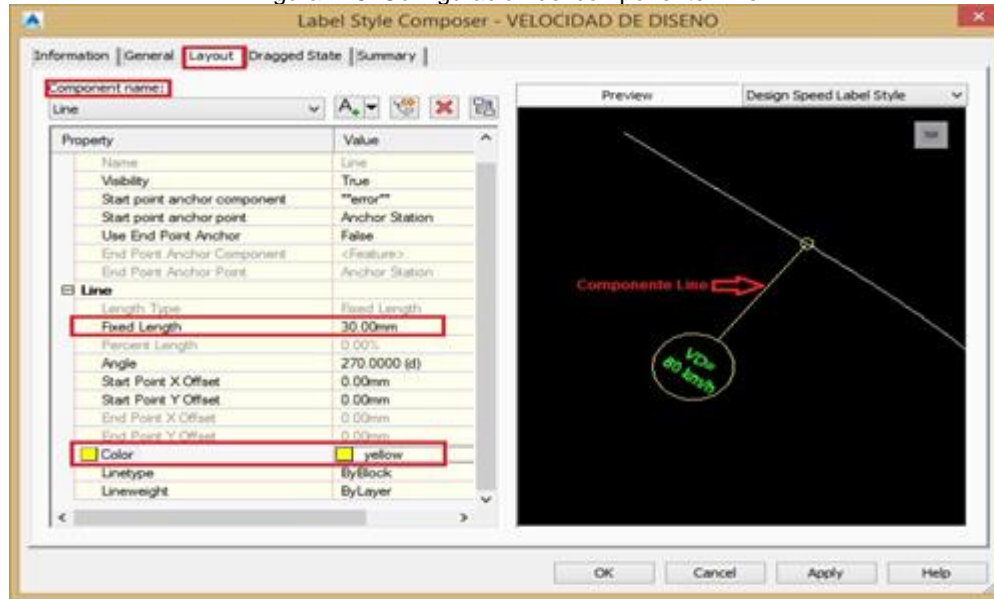
Figura 177. Configuración del componente Design Speed.



- Configuración del componente Line: En Component name seleccionar “Line”, luego en el nivel Line, en la opción “Fixed Length” seleccionar “30mm” (longitud de la línea), en color seleccionar “Yellow”, ver figura 178. Luego click izquierdo en Apply, Ok y Ok.



Figura 178. Configuración del componente Línea.






**Creación de estilo de etiqueta de puntos kilométricos:** En el cuadro que permanece desplegado “Alignment Labels”, en la opción Type Seleccionar “Major Station” y en “Major Station Label Style” Seleccionar “Perpendicular with- line”, para que el estilo de la etiqueta sea perpendicular y con línea. Luego click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection” (para sacarle una copia al estilo y proceder a editarlo de acuerdo a criterio del dibujante), ver figura 179.

Figura 179. Creación del estilo de etiqueta de postes kilométricos.



Para configurar el estilo de etiqueta de poste kilométrico, se configurará el componente Station, que corresponde a la estación de los postes, para ello, en el cuadro que se despliega “Label Style Composer”, en pestaña Information nombrar el estilo de la etiqueta como “POSTE KILOMETRICO” , luego en pestaña Layout, seleccionar el componente “Station”, en el nivel “Text” ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Contents” y columna “Value” y hacer click izquierdo en . En el cuadro desplegable “Text Component Editor”, en la pantalla de edición, ubicar el cursor al final del texto que aparece y teclear “km”.

luego seleccionar todo el contenido menos el “km” y en pestaña Format asignar lo siguiente: en “Unit” (unidad de medida) seleccionar “Kilómetro”, en precisión seleccionar “1”, y click izquierdo en  para actualizar los cambios y luego click izquierdo en Ok.

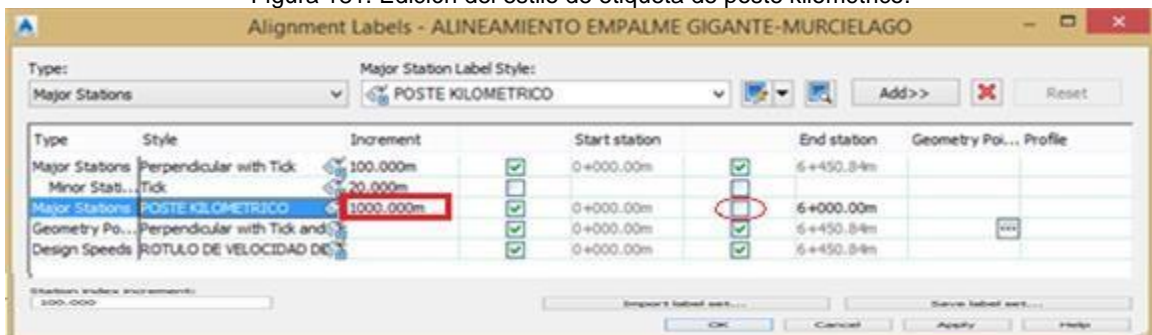
En el nivel Text y Border, configurar las opciones tal como se muestran en los recuadros de color rojo (ver figura 180). Luego click izquierdo en Apply, Ok y Ok.

Figura 180. Configuración del componente Station.



En el cuadro que permanece desplegado “Alignment Labels”, hacer click izquierdo en “Add”; En la columna Increment teclear “1000m” (distancia a la que irá cada poste kilométrico), luego desactivar la opción que aparece en el círculo rojo (ver figura 181), esto se realiza para no etiquetar la estación final del alineamiento. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 181. Edición del estilo de etiqueta de poste kilométrico.



A continuación se cambiara el color de los Tick, para ello Insertar el comando “Layer” y en el cuadro que se despliega “LAYER PROPERTIES MANAGER”, a las capas: C\_ROAD-STAN-MAJR, C\_ROAD-STAN, C\_ROAD-STAN-MINR, asignarles el color amarillo, tal como se muestra en la figura 182.



Figura 182. Configuración de capa de los Tick.



**Edición de etiquetas del alineamiento horizontal:** Todas las opciones de edición del alineamiento horizontal, están sujetas a la consideración del dibujante, esto con la finalidad de garantizar un adecuado entendimiento, y legibilidad de las marcas y etiquetas del alineamiento, para ello se realizarán los ajustes pertinentes.

Anteriormente se crearon estilos de etiquetas para puntos geométricos, sin embargo, todo alineamiento debe contener información de los segmentos (tangentes, curvas circulares o curvas espirales de transición) a través de las etiquetas, esta información puede ser: Longitudes, radios, deflexiones, entre otros.

Para crear estas etiquetas, se selecciona el alineamiento, luego desplegar el ícono “Add Labels” y seleccionar “Add Alignment Labels” (Agregar etiquetas al alineamiento), ver figura 183.

Figura 183. Adición de etiquetas al alineamiento horizontal.



En el cuadro que se despliega “Add Labels”, en la opción Feature se selecciona “Alignment” (Alineamiento) y en “Label type” seleccionar “Multiple-Segment” (para que el estilo de la etiqueta sea múltiple, es decir para los diversos segmentos que conforman un alineamiento), a continuación se describen las siguientes opciones:

Line Label Style: Es el estilo de etiqueta de las tangentes, en este caso se selecciona “Bearing over distance”, es decir el estilo de la etiqueta será el rumbo sobre la distancia de la tangente.

Curve Label Style: Es el estilo de etiqueta de las curvas circulares simples. En este caso se selecciona “Delta, over Length & Radius”, es decir el estilo de la etiqueta será la deflexión, sobre la longitud y el radio.

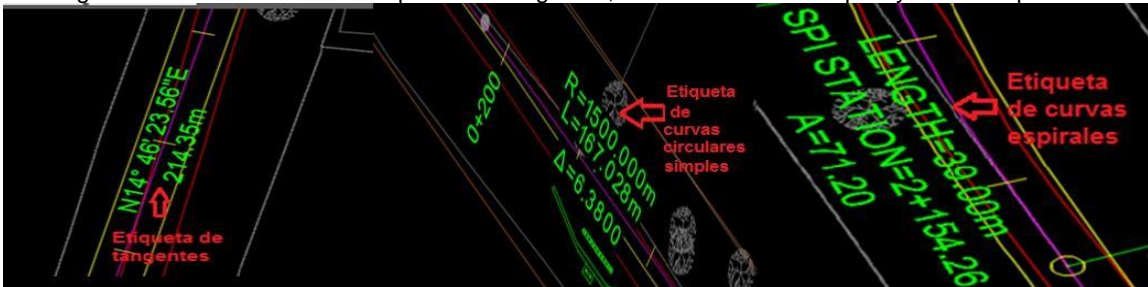
Spiral label style: Es el estilo de etiqueta de las curvas espirales de transición, en este caso se selecciona “Length Station and A Value”, es decir la longitud, la estación y el valor del parámetro “A”. Ver figura 184.

Figura 184. Selección del estilo de etiquetas del alineamiento.



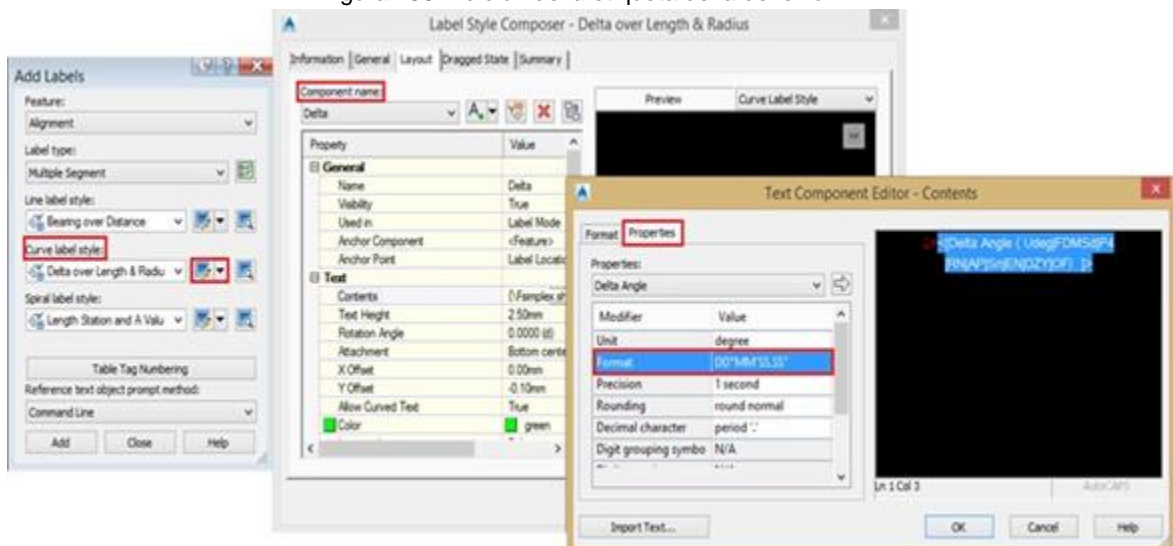
Luego click izquierdo en “Add”; en el mensaje que se despliega “Select Alignment” seleccionar el alineamiento y presionar Enter para que se muestren las etiquetas de las tangentes, de las curvas circulares simples y curvas espirales, ver figura 185.


Figura 185. Visualización de etiquetas de tangentes, curvas circulares simples y curvas espirales .



**Edición de la etiqueta de la deflexion “ $\Delta$ ” (delta):** En la figura anterior, la deflexión presenta unidades en decimales y su unidad de medida debe ser grados, minutos y segundos, por ende, para editarlo, se selecciona el alineamiento y con click izquierdo desplegar el ícono “Add Labels” y seleccionar “Add Alignment Labels”; en el cuadro desplegable “Add Labels” en “Curve label styles” hacer click izquierdo en el desplegable y seleccionar “Edit Current Selection” y en el cuadro “Label Style Composer”, en la opción “Component name” seleccionar Delta, luego en el nivel Text: En la celda que está en la intersección de la fila “Content” y columna “Value” hacer click izquierdo en ; luego en el cuadro “Text Component Editor” seleccionar el contenido de la pantalla de edición, menos el “ $\Delta$ ”, en la pestaña Properties, en la opción Format seleccionar “DD MM SS.SS” (Indica grados, minutos y segundos), luego click izquierdo en ver figura 186. Luego click izquierdo en Ok, Apply, Ok y Close.

Figura 186. Edición de la etiqueta de la deflexión.



**Creación del contador:** La creación del contador, se realiza para numerar las curvas circulares y curvas espirales de transición en el sentido de recorrido del alineamiento, para ello, se debe seleccionar el alineamiento y con click izquierdo desplegar el icono “Add Labels” y seleccionar “Add Alignment Labels”; en el cuadro desplegable “Add Labels” en “Curve label styles” hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Edit Current Selection” y en el cuadro “Label Style Composer”, en la opción “Component name” seleccionar “Table Tag” (es el contador de cada componente), luego en el nivel General, en la opción “Used in” seleccionar “Label and Tag Modes” (para que aparezca la etiqueta y el número del elemento seleccionado). En el nivel Text, en Y offset teclear “4mm”.

Seguidamente realizar los siguiente pasos:

1. En la opción Component name, seleccionar “Distance”.
2. En el nivel General, en “Use in” seleccionar “Label and Tag Modes”. Repetir estos pasos, con la diferencia que en el primero se deberá seleccionar “Radius” y luego “Delta” y click izquierdo en Apply y Ok. Una vez realizado esto en la figura 187, se aprecia el contador.

Figura 187. Visualización del contador.




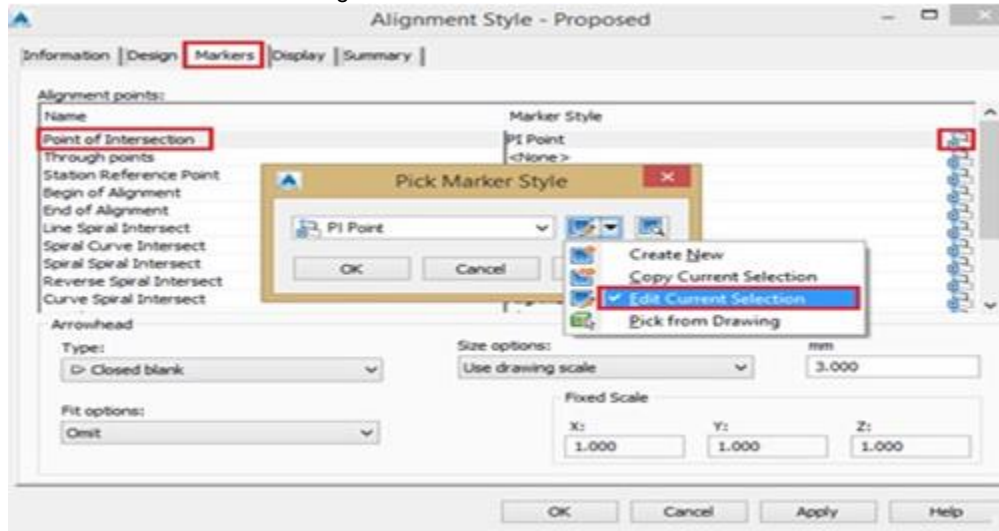
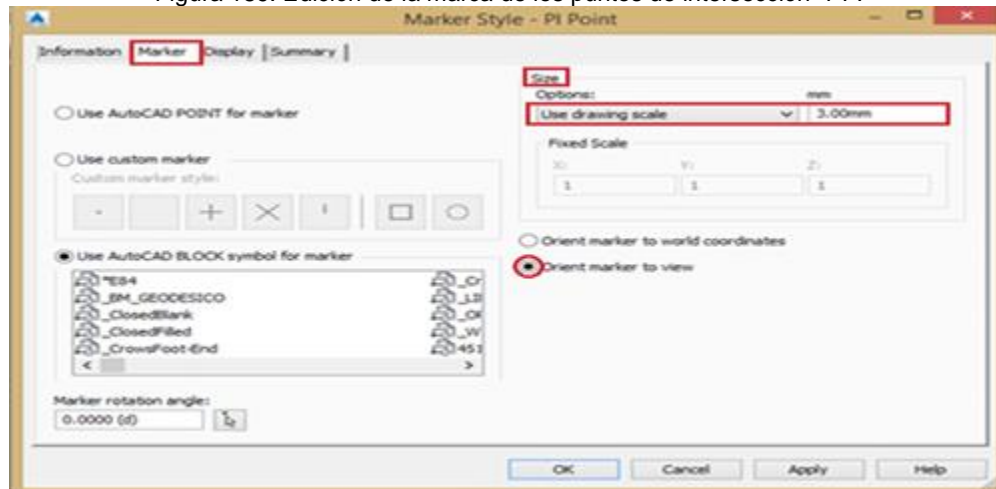
**Edición de las marcas de los puntos de intersección “PI”:** se editará la marca de los puntos de intersección de las tangentes, es decir los “PI”; como parte de la edición se asignará un color y un tamaño a la marca, para mejorar su visualización. Para ello, se debe seleccionar el alineamiento, hacer click derecho y seleccionar “Edit Alignment Style”; en el cuadro que se despliega “Alignment Style”, seleccionar la pestaña Markers y en la sección “Alignment points” seleccionar “Point of Intersection” y en la columna “Marker Style”, hacer click izquierdo en  y en la ventana desplegable “Pick Marker Style” seleccionar “Edit Current Selection” (para editarlo). Ver figura 188.

Figura 188. Selección de la marca a editar.



En el cuadro que se despliega “Marker Style”, seleccionar la pestaña Marker y en la sección Size: En Options seleccionar “Use drawing scale” (para usar la escala del dibujo) y teclear “3mm” y activar la opción “Orient marker to view”. Ver estas configuraciones en la figura 189.

Figura 189. Edición de la marca de los puntos de intersección “PI”.



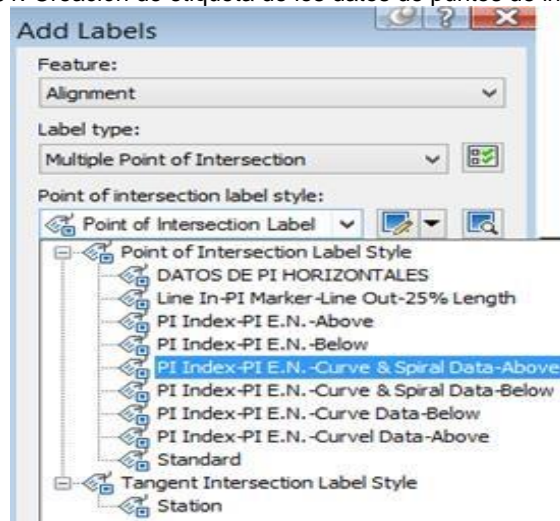
Luego en la pestaña Display, al componente Marker asignarle el color “Green”, luego click izquierdo en Apply, Ok, Ok, Apply y Ok. En la figura 190 se muestra la marca una vez editada.

Figura 190. Visualización de la marca de los puntos de intersección.



**Creación de etiqueta de los datos de puntos de intersección “PI”:** La marca de los PI de la figura anterior, se puede apreciar que no tiene etiqueta, a continuación se procederá a crearla, para ello, se selecciona el alineamiento y con click izquierdo desplegar el ícono “Add Labels” y seleccionar “Add Alignment Labels”. En el cuadro desplegable “Add Labels”, en Label type seleccionar “Multiple Point of Intersection” (Múltiples puntos de intersección) y en la opción “Point of Intersection label style” seleccionar “PI Index-PI E.N.-Curve Y Spiral Data-above” (Para que las etiquetas sean en las curvas circulares simples y curvas espirales de transición). Ver figura 191. Luego click izquierdo en Add.


Figura 191. Creación de etiqueta de los datos de puntos de intersección.




Una vez realizado lo anterior, en la figura 192, se muestra la etiqueta creada.

Figura 192. Visualización de etiqueta de los datos de puntos de intersección.



**Edición de la etiqueta de los datos de los PI:** Como se puede observar en la figura anterior, la etiqueta de los datos de PI, puede ser agradable o no estéticamente (esto a consideración del dibujante). En este caso, se creará una etiqueta personalizada, para ello se realiza lo siguiente: Seleccionar el etiquetado de los PI, hacer click derecho y seleccionar “Select similar” (esta opción permite seleccionar todos los etiquetados de los PI), luego presionar “Delete” para eliminarlos. Seguidamente se debe acceder al cuadro “Add Labels” de la figura 191, y en la opción “Point of intersection label style” hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection”; en el



cuadro que se despliega “Label Style Composer”, seleccionar la pestaña Information y nombrar al estilo de la etiqueta como “DATOS DE PI”, luego seleccionar la pestaña Layout y en la opción “Component name” seleccionar individualmente cada una de estas opciones (Line in, Line Out, PI marker), y eliminarlas haciendo click izquierdo en , estas opciones corresponden a la marca de los puntos de intersección “PI”, a las tangentes de entrada y salida.



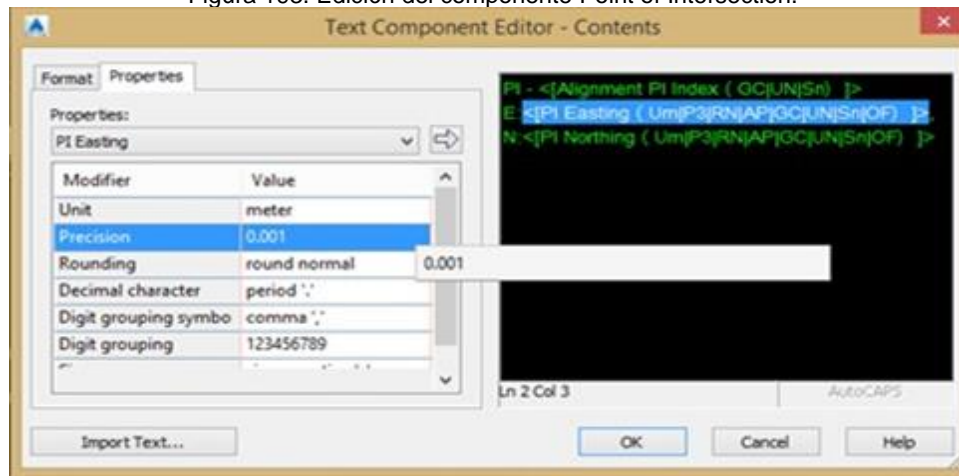

Luego, en “Component name” seleccionar “Point of Intersection” y en el nivel Text, ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Content” y columna “Value” y hacer click izquierdo en  y en el cuadro que se despliega “Text Component Editor”, realizar las configuraciones que se muestran en la pantalla de edición de la figura 193, cabe mencionar que a las coordenadas norte y este, se asignará una precisión de tres decimales, es decir 0.001, luego click izquierdo en  y click izquierdo en Ok.

Figura 193. Edición del componente Point of Intersection.

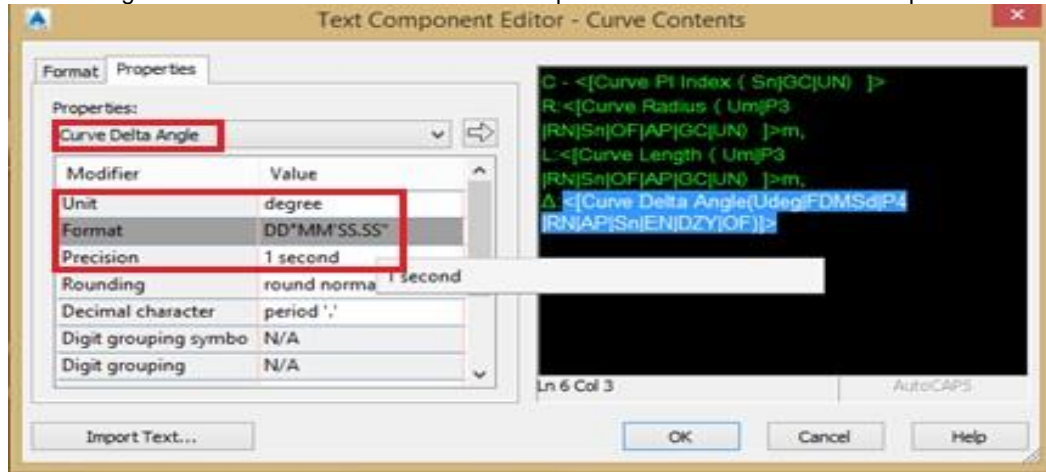


A continuación en la opción “Component Name” seleccionar “Text For Each Curve or Spiral” (Texto para cada curva o espiral) y en el nivel “General”, en la opción “Anchor Point” (Punto de anclaje de la etiqueta) seleccionar “Bottom Left” (Abajo a la izquierda). En el nivel Text, ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Curve Contents” y columna “Value” (para configurar el texto de las curvas simples) y hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega “Text Component Editor”, realizar las configuraciones que se muestran en la figura 194, cabe mencionar que el componente de texto delta “ $\Delta$ ” se adicionó, para ello se ubica el cursor donde se desea insertar, luego seleccionar la pestaña Format y extender la opción “Symbol” y seleccionar “Other”; seleccionar el símbolo delta “ $\Delta$ ” y hacer click izquierdo en “Select” luego en “Copy” y cerrar esa ventana, luego en la pantalla de edición, hacer click derecho



y seleccionar “Paste” (pegar), luego asignar las configuraciones que se muestran en los recuadros de color rojo (ver figura 194). Y click izquierdo en Ok.

Figura 194. Edición del contenido de la etiqueta de las curvas circulares simples.




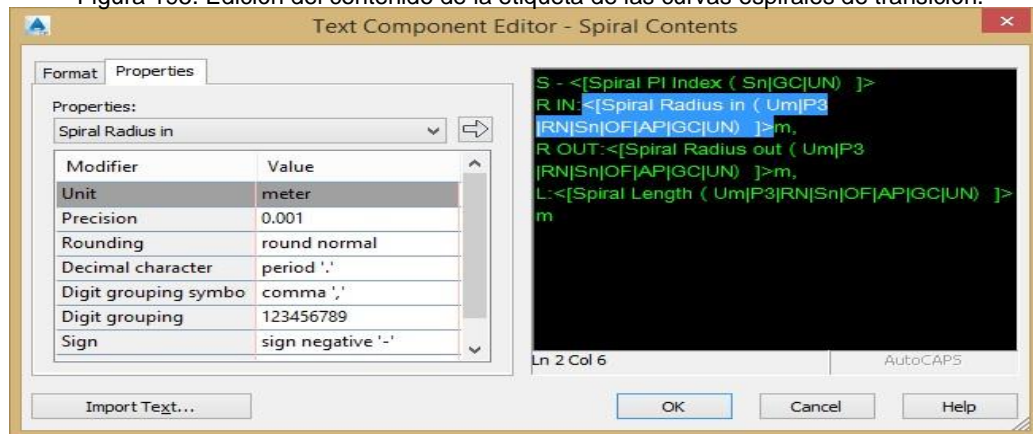
En el cuadro “Label Style Composer”, en el nivel Text, ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Spiral Contents” y columna “Value” (para configurar el texto de las curvas circulares con espirales de transición) y hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega “Text Component Editor”, realizar las configuraciones que se muestran en la figura 195.

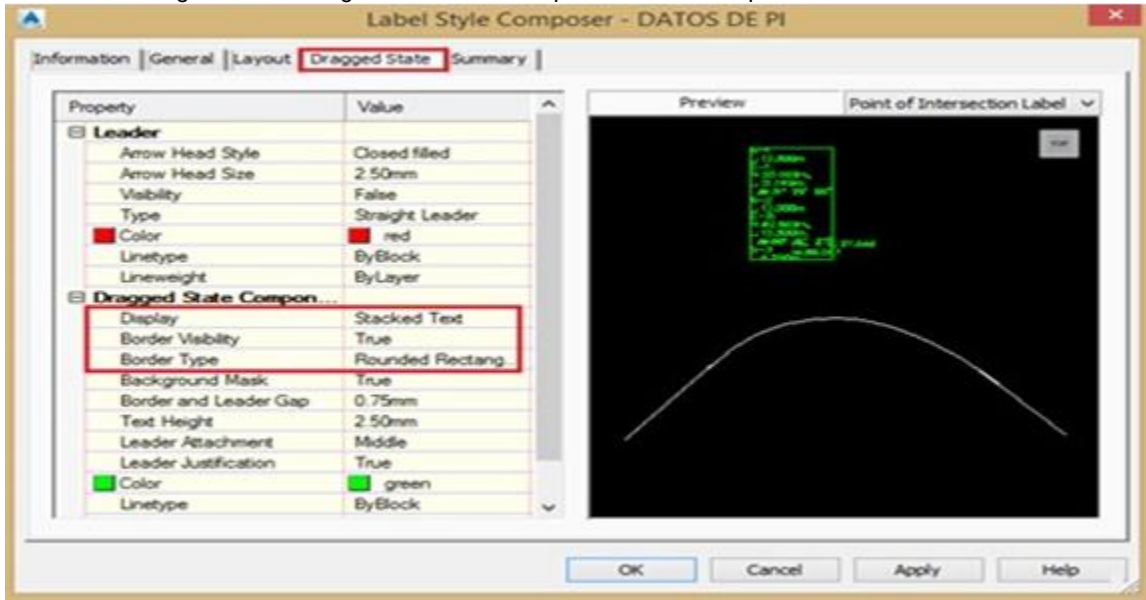
Figura 195. Edición del contenido de la etiqueta de las curvas espirales de transición.



En el cuadro que permanece desplegado “Label Style Composer”, en el nivel Text: En la opción “Y offset” teclear “2mm” y en el nivel Border, en la opción “Visibility” seleccionar “True” y en Gap seleccionar “2mm”.

Seguidamente seleccionar la pestaña “Dragged State” y en el nivel “Dragged State Components”, realizar las configuraciones que se encuentran enmarcadas de color rojo en la figura 196. Luego click izquierdo en Apply, Ok y Add.

Figura 196. Configuración del borde que contiene la etiqueta de los datos de PI.



Una vez que se realizó lo anterior, en el mensaje que se despliega “Select Alignment”, seleccionar el alineamiento y presionar Enter. De esta manera la etiqueta de los datos de los PI que se personalizó se muestra en la figura 197.

Figura 197. Visualización de etiqueta personalizada de los datos de PI.



## 6.5 BOMBEO Y PERALTE

El bombeo es la pendiente que se da a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre la carretera y el peralte es el que permite mantener el vehículo dentro de la calzada en las curvas al contrarrestar la fuerza centrífuga y el efecto adverso de la fricción que se produce entre la llantas y el pavimento, conservando una velocidad determinada. Una adecuada transición de peralte permite asegurar una estabilidad dinámica aceptable para los vehículos, conseguir una rápida evacuación de las aguas de la calzada y realizarse con suavidad, manteniendo en todo momento las condiciones de seguridad y comodidad.

### 6.5.1 Métodos de transición de bombeo a peralte

Estos permiten especificar como se aplica el peralte y el método que se utiliza para calcular los estacionamientos de transición de peraltes para los distintos tipos de carreteras. Los métodos de aplicación de transición varían, dependiendo de las combinaciones de tipo de obra lineal y forma de sección transversal. Los parámetros establecidos en los subassemblies, assembly y en el corredor, determinan el modo en que Civil 3D aplica estas especificaciones de peralte. Los métodos de transición de bombeo a peralte son:

**Desarrollo del peralte por el eje de la vía:** Es el mas conveniente, ya que requiere menor longitud de transición y los desniveles relativos de los hombros son uniformes; es el mas utilizado, ya que su simetria brinda una mayor comprensión y facilidad para el cálculo y al conservarse el perfil de la subrasante por el eje, se facilita el replanteo, es conveniente en terraplenes donde se compensa lo que ascienda el borde exterior, con lo que baja el borde interior. (Este método es el que se aplicará al proyecto).

**Desarrollo del peralte por el borde interior:** Es el segundo método mas utilizado sobre todo en los cortes, en los que se facilita el drenaje al mantener el borde interior una pendiente longitudinal uniforme; disminuye el volumen de excavación por elevarse el resto de la calzada con respecto al borde interior. Este borde, es la línea base, alrededor del cual va girando la sección transversal de la calzada, hasta alcanzar la inclinación necesaria (peralte).

**Desarrollo del peralte por el borde exterior:** Es poco usado, aunque tiene la ventaja que puede utilizarse para disminuir los volúmenes de relleno cuando la curva esté en terraplén. El borde exterior es la línea base, alrededor de la cual va girando la sección transversal de la calzada o parte de ella, hasta alcanzar la inclinación necesaria (peralte).

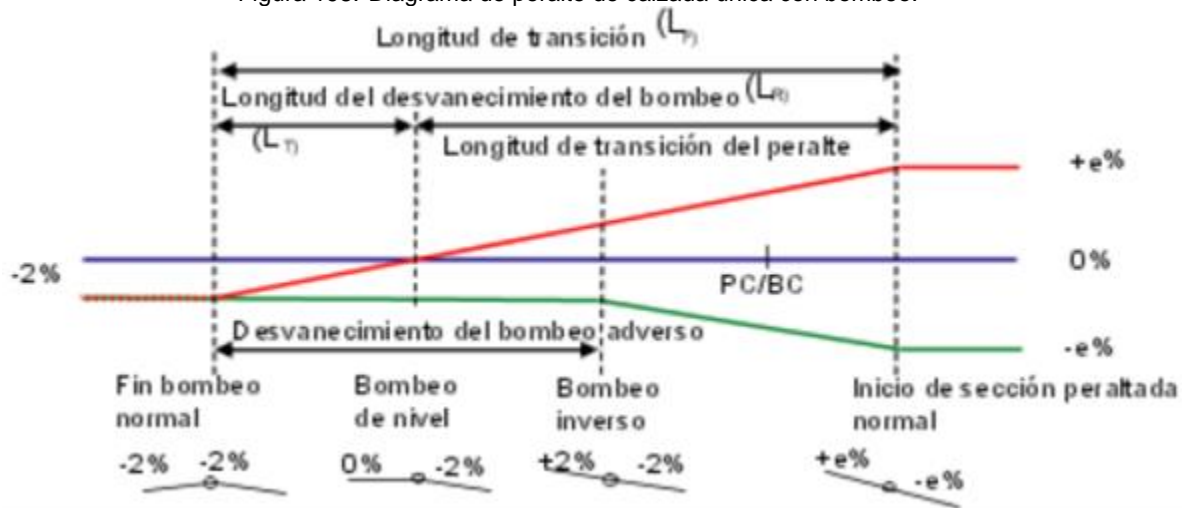
De los métodos anteriormente mencionados, el Software Civil 3D, los resume en dos métodos, el Estandar y el Plana. Cada método definido especifica las formulas utilizadas para calcular las distancias entre los puntos críticos de transición de peralte. Estos se describen a continuación:

- **Estandar:** Método de transición de peralte que requiere el desvanecimiento del bombeo adverso. Este método se utiliza normalmente en carreteras sin dividir con bombeo y en carreteras divididas con bombeo o secciones planas. Este método en Civil 3D corresponde al desarrollo del peralte por el eje de la vía, el cual se aplicará en el presente documento.

- **Plana:** Método de transición de peralte que no implica el desvanecimiento del bombeo adverso. Este método se utiliza normalmente en carreteras sin dividir de sección plana, como rampas y vías de servicio.

**Peralte en carreteras sin dividir:** La figura 198 muestra una carretera sin dividir con bombeo de 2%. Durante el peralte, la carretera con bombeo simple experimenta un desvanecimiento del bombeo adverso. En esta figura, el desvanecimiento del bombeo adverso es la distancia desde el fin de bombeo normal al bombeo invertido. Es importante mencionar que este será el caso a aplicar para el presente documento.

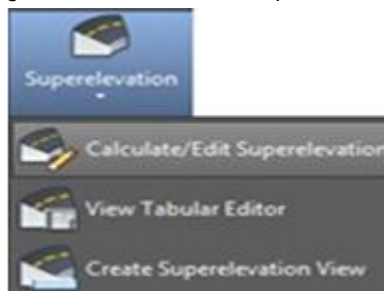
Figura 198. Diagrama de peralte de calzada única con bombeo.



### 6.5.1.1 Cálculo de superelevación

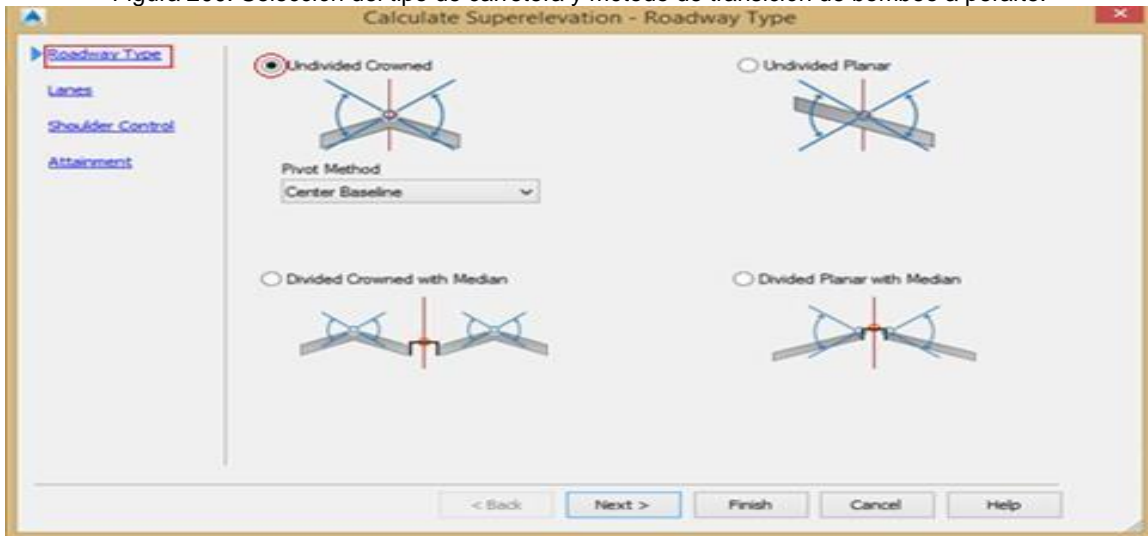
Para proceder al cálculo de la superelevación, se debe seleccionar el alineamiento, luego hacer click izquierdo en el ícono “Superelevation” (peralte) y seleccionar “Calculate/Edit Superelevation” (Calcular/editar peralte), ver figura 199.

Figura 199. Calcular/editar peralte.



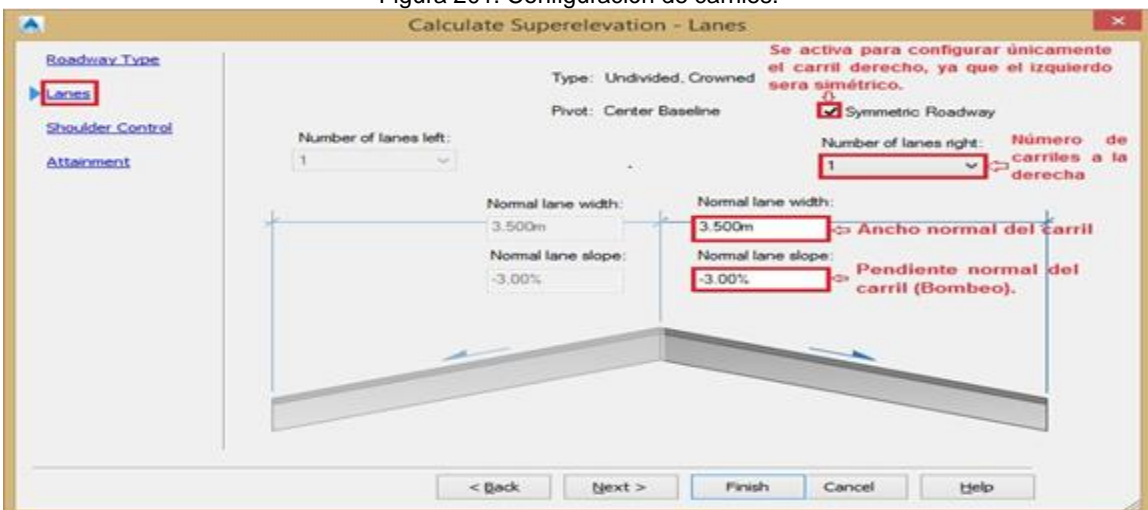
En la ventana que se despliega “Edit Superelevation”, debido a que no existen datos, hacer click izquierdo en “Calculate Superelevation now” (Calcular peralte ahora). En el cuadro desplegable “Calculate Superelevation”, seleccionar “Roadway Type”, para definir el tipo de carretera, que en este caso corresponde a una carretera sin dividir, para ello se activa la opción “Undivided Crowned” (Calzada única con bombeo) y en la opción “Pivot Method” se define el método a aplicar, que como se mencionó anteriormente es el método desarrollo del peralte por el eje de la vía que corresponde al método Estandar, cuyo pivoteo será por la línea central, para ello seleccionar “Center Baseline”, ver figura 200.

Figura 200. Selección del tipo de carretera y método de transición de bombeo a peralte.



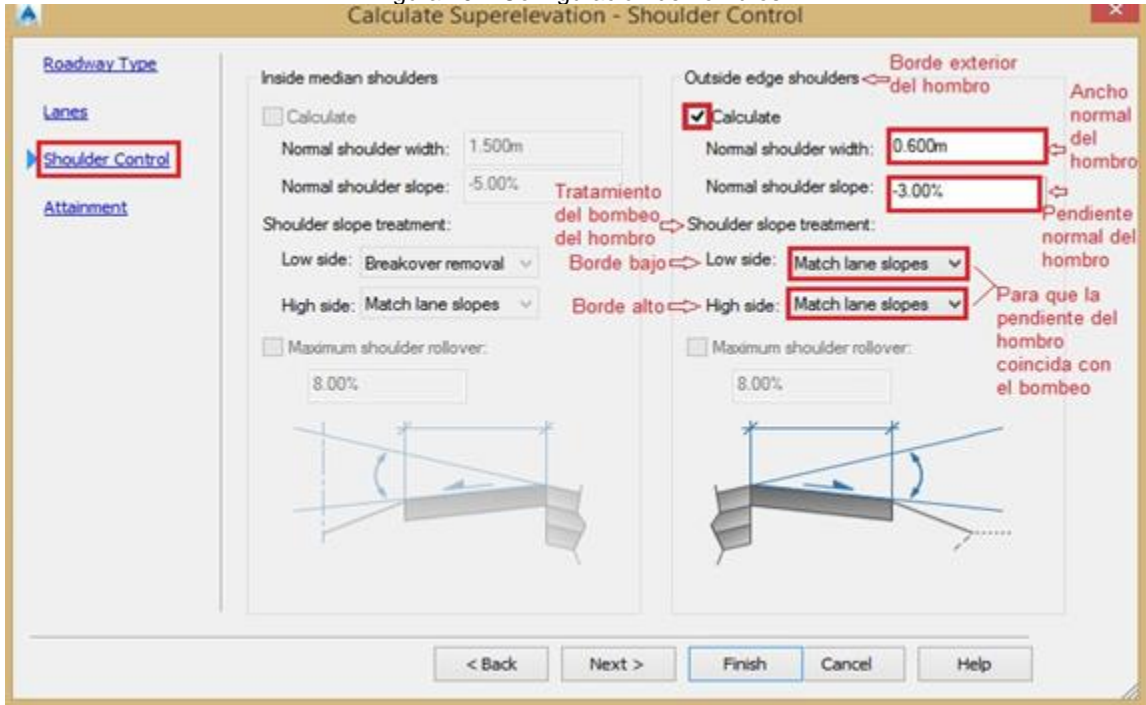
Luego seleccionar la opción “Lanes” (Carriles). En esta opción se define el porcentaje o valor del bombeo y ancho normal de la calzada, para ello realizar las configuraciones que se muestran en los recuadros de color rojo de la figura 201.

Figura 201. Configuración de carriles.



A continuación seleccionar la opción “Shoulder Control”, para configurar los hombros (ancho, pendiente y el tratamiento de bombeo), para ello, realizar las configuraciones que se muestran en los recuadros de color rojo de la figura 202.

Figura 202. Configuración de hombros.



Seguidamente seleccionar la opción “Attainment” para configurar los peraltes, ver figura 203. Para ello, inicialmente se debe revisar que las opciones que se encuentran en el recuadro de color azul sean las mismas que se seleccionaron en la figura 155 página 100. En caso de no ser así, en este apartado se pueden seleccionar.

En la sección “Transition formula for superelevation runoff”, se definen los porcentajes para la transición del peralte; para ello, en “% on tangent for tangent curve” teclear “66.67%” es decir, que el peralte cuando la curva circular es simple se debe desarrollar en  $\frac{2}{3}$  de la tangente, luego en la opción “% on Spiral for Spiral curve” teclear “100%”, es decir, que la transición del peralte cuando se utiliza una espiral de transición se debe desarrollar 100% en la longitud de dicha curva (Según Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial. 3a Edición, 2011. Pag. 95.)

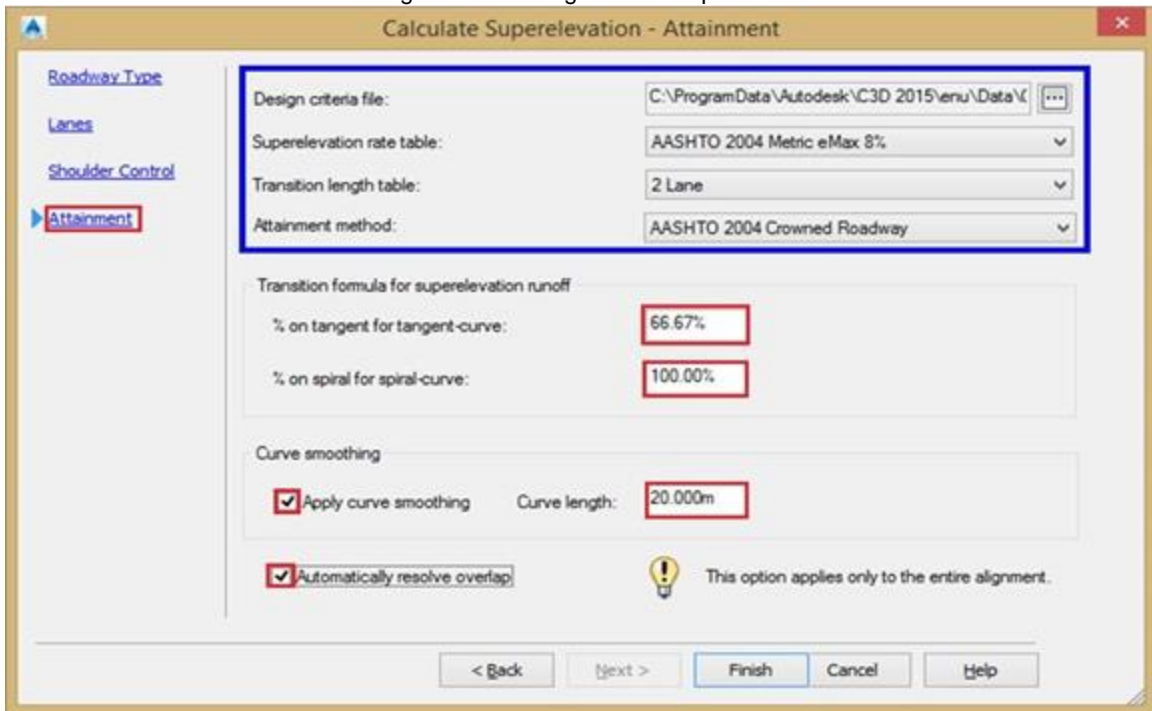
Según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial. 3a Edición, 2011. Pag. 109. en el inciso c, detalla que los bordes del pavimento siempre



deben tener un desarrollo suave y curvado atractivamente, para inducir su uso por el conductor; esta condición se presenta en la sección Curve smoothing (Suavizado de curva), para lo cual se recomienda usar curvas verticales de 20m de longitud.

Antes de finalizar las configuraciones de los peraltes, se debe activar la opción “Automatically Resolve Overlap”, así el programa da la mejor solución a esos inconvenientes de diseño presentes entre curvas continuas, ver figura 203. Luego click izquierdo en finish.

Figura 203. Configuración del peralte.

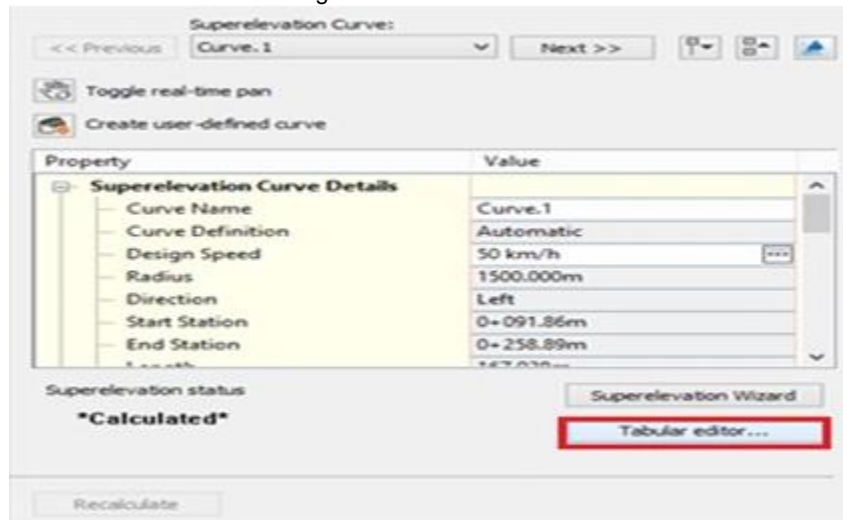


### 6.5.2 Tabla de datos de transición de bombeo a peralte

La tabla de datos de transición de bombeo a peralte, permite visualizar el desarrollo del peralte, además permite modificarlos si fuese necesario.

Para visualizar la tabla de datos de transición de bombeo a peralte, se debe seleccionar el alineamiento, hacer click izquierdo en el desplegable “Superelevation” luego click izquierdo en “View tabular editor”, ver figura 204.


Figura 204. Editor tabular.



Posteriormente en la ventana que se abre “Superelevation tabular editor”, se muestra la tabla de trasiición de bombeo a peralte. Ver figura 205.

Figura 205. Tabla de datos de trasiición de bombeo a peralte.

Superelevation Curve	Export superelevation data	Left Outside Should...	Left Outside Lane	Right Outside Lane	Right Outside Shou...
Curve.1					
Curve.2					
Curve.3					
Curve.4					
Curve.5					
Curve.6					
Transition In Region	1+656.43m 1+704.03... 47.607m				
Runout	1+656.43m 1+673.03... 16.607m				
End Normal Shoul...	1+656.43m	-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%
End Normal Crown	1+656.43m	-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%
Level Crown	1+673.03m	0.00%	0.00%	-3.00%	-3.00%
Runoff	1+673.03m 1+704.03... 31.000m				
Level Crown	1+673.03m	0.00%	0.00%	-3.00%	-3.00%
Reverse Crown	1+689.64m	3.00%	3.00%	-3.00%	-3.00%
Begin Curve	1+693.70m				
Begin Full Super	1+704.03m	5.60%	5.60%	-5.60%	-5.60%
Transition Out Region	1+794.90m 1+842.51... 47.607m				
Runoff	1+794.90m 1+825.90... 31.000m				
End Full Super	1+794.90m	5.60%	5.60%	-5.60%	-5.60%
End Curve	1+805.24m				
Reverse Crown	1+809.30m	3.00%	3.00%	-3.00%	-3.00%
Level Crown	1+825.90m	0.00%	0.00%	-3.00%	-3.00%
Runout	1+825.90m 1+842.51... 16.607m				
Level Crown	1+825.90m	0.00%	0.00%	-3.00%	-3.00%
Begin Normal Crown	1+842.51m	-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%
Begin Normal Sho...	1+842.51m	-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%
Curve.7					
Transition In Region	2+111.51m 2+167.23... 55.714m				
Runout	2+111.51m 2+128.23... 16.714m				
End Normal Shoul...	2+111.51m	-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%

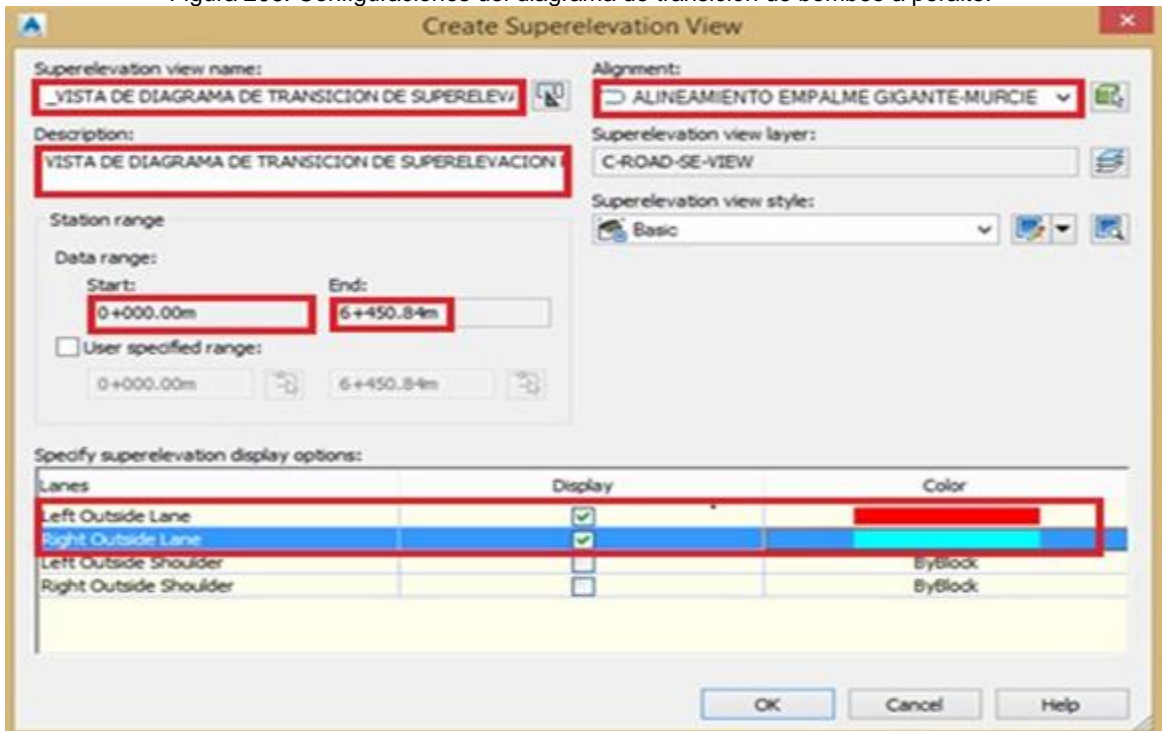
Para guardar esta tabla en un archivo de Excel, hacer click izquierdo en  “Export superelevation Data” (Exportar los datos de la superelevación), luego se guarda en la ruta deseada, se asigna el nombre y el tipo de archivo que se desea.

**Edición del método de transición de bombeo a peralte:** Para proceder a editarlo, se debe seleccionar el alineamiento, hacer click izquierdo y seleccionar “Calculate/Edit superelevation” y en el cuadro que se despliega “Superelevation curve manager”, hacer click izquierdo en “Superelevation Wizard”; en la ventana que se despliega “Calculate”, aparecen tres opciones: This curve only, Entire alignment, selected curves (estas opciones permiten editar, ya sea una curva específica o varias curvas así como toda la alineación). Una vez que se selecciona cualquiera de estas opciones y realizado las ediciones pertinentes, hacer click izquierdo en Next, hasta concluir la edición deseada.

### 6.5.3 Diagrama de transición de bombeo a peralte

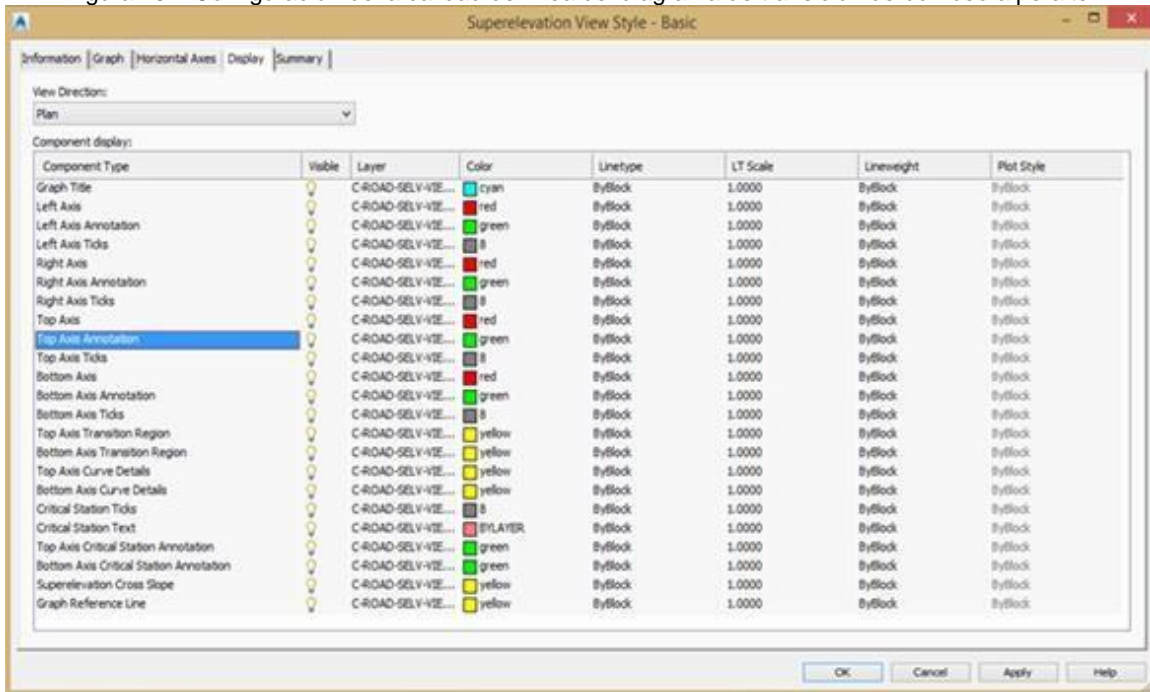
El diagrama de transición de bombeo a peralte se crea para analizar su comportamiento a lo largo de la alineación, a través de él, se podrá conocer las longitudes de transición, el peralte, sentido de curvas, etc. Para ello, seleccionar el alineamiento, hacer click izquierdo en el desplegable “Superelevation” y seleccionar “Créate Superelevation View” para generar la vista del diagrama. En el cuadro que se despliega “Create Superelevation View”, se procederá a nombrar y a configurar el dibujo de dicho diagrama; estas configuraciones se muestran enmarcadas de color rojo en la figura 206. Luego click izquierdo en Ok. Y finalmente hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo para que se inserte el diagrama.

Figura 206. Configuraciones del diagrama de transición de bombeo a peralte.



Para asignarle calidad de línea al diagrama de transición de bombeo a peralte, se selecciona el diagrama, luego hacer click derecho y seleccionar “Edit superelevation view style”, luego ir a la pestaña Display y seleccionar los colores tal como se muestra en la figura 207, luego click izquierdo en Apply yOk.

Figura 207. Configuración de la calidad de línea del diagrama de transición de bombeo a peralte.

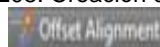


**Sobrecarga en curvas:** Cuando un vehículo circula por una curva, ocupa un ancho de camino mayor que en una tangente, debido a esto y a lo difícil que se le hace al conductor mantener el vehículo en el centro del carril, es necesario proporcionar un ancho adicional en las curvas, en relación con el ancho en tangente. Este permite también que los vehículos puedan circular adecuadamente sobre el carril. Es aconsejable dar este sobrecarga a la calzada por dos razones:

- Las ruedas traseras de un vehículo que recorre una curva, describe una trayectoria de radio más corto que las delanteras, necesitando más espacio lateralmente.
- Hay una necesidad psicológica de más espacio para evitar colisionar con el vehículo de sentido contrario.

**Creación de sobrecarga:** Para proceder a crearlo, se debe seleccionar el alineamiento, luego seleccionar el ícono “Offset Alignment” ver figura 208.

Figura 208. Creación de offset.




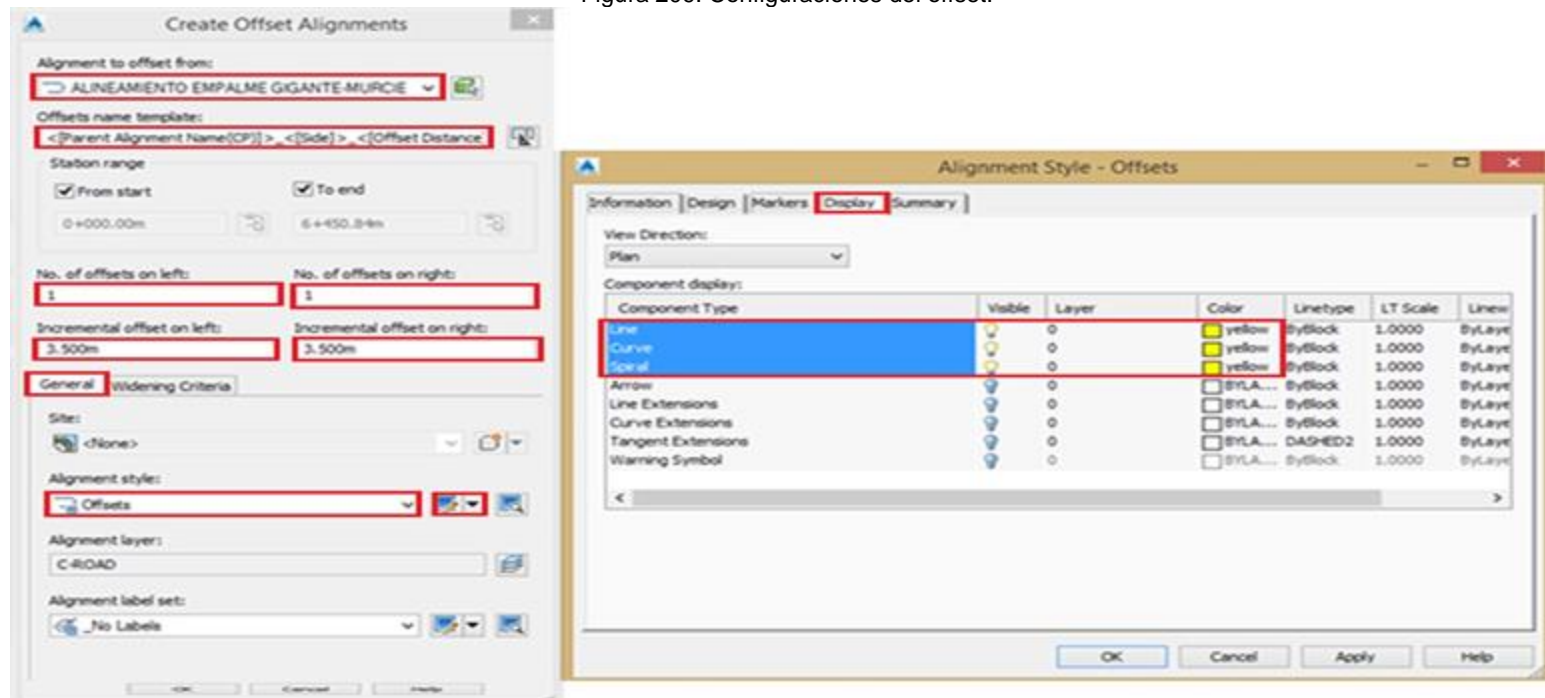
En la ventana que se despliega “Create Offset Alignments”, en la opción “Alignment to offset from” seleccionar “ALINEAMIENTO EMPALME EL GIGANTE-MURCIELAGO”, y en “Offset name template” en la opción que aparece por defecto, cambiar esos guiones por guion bajo. Luego en las opciones “No. of offsets on left y No. of offsets on Right” se especifica el número de desplazamientos laterales a la derecha e izquierda del eje central”, en este caso es un desplazamiento lateral a ambos lados. Posteriormente en la opción “Incremental offset on left” teclear “3.5m” (Ancho de carril), al igual que “Incremental offset on right”, luego seleccionar la pestaña General y en “Alignment Style” seleccionar “Offset” y hacer click izquierdo en el desplegable  y en la ventana que se despliega “Alignment Style”, ir a la pestaña Display y a los componentes: Line, Curve, y Spiral, asignarles el color “Yellow”, ver estas configuraciones realizadas en la figura 209. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 209. Configuraciones del offset.





Luego seleccionar la pestaña “Widening Criteria”, y en la ventana que se despliega “Create Offset Alignments” activar las opciones “Specify widening through Design standards” y “Add Widdening Around Curves” (para aplicar los criterios de diseño). Ver estas configuraciones en la figura 210.

La opción “Specify widening manually” permite añadir a criterio personal los sobreesanchos, en este caso se dejará desactivada. Luego Activar “Use Design Check set”, ver figura 210, luego click izquierdo en Ok. Finalmente en la figura 211 se aprecia el sobreesancho creado.

Tabla 210. Criterios de diseño.

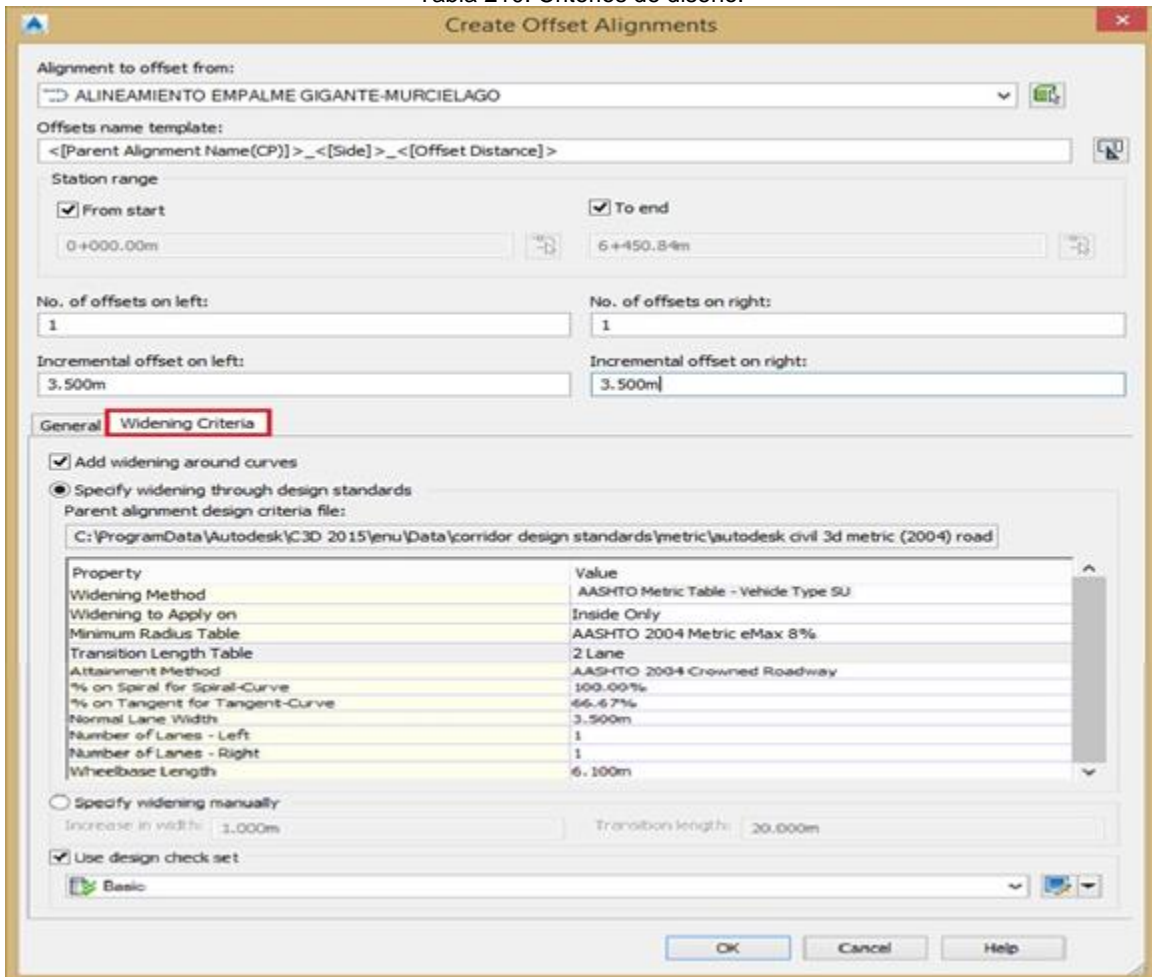


Figura 211. Visualización del offset creado.





## 6.6 BAHÍA PARA AUTOBUSES

Para evitar conflictos entre la corriente de tránsito principal y los vehículos de transporte colectivo que son los que están obligados por su servicio a detenerse en su recorrido por la vía para recoger y bajar pasajeros, debe construirse un número adecuado de bahías a lo largo de las carreteras; ya que de cierta manera brinda seguridad a los pasajeros. La proyección de este tipo de obra se realizará en el Civil 3D a través de la opción de “Add widening” y para ello se realiza lo siguiente:

Anadir bahías para Autobuses: Antes de realizar este procedimiento, cabe señalar que el diseño de las bahías fué facilitado por la empresa Consultores Corea y Asociados, S.A (CORASCO), así como la ubicación de estas, las cuales fueron determinadas por los estudios de tráfico respectivos. A continuación en la tabla 31, se presenta la ubicación del centro de estas bahías.

Tabla 31. Ubicación de bahías para Autobuses.

Estacion	Banda	Observación
0+070	Derecha	Intersección Hacia Playa Gigante
0+170	Izquierda	
1+970	Derecha	Empalme El Tambo / 2da. Entrada Playa Gigante
2+050	Izquierda	
2+480	Derecha	Empalme Hacia Playa Gigante / Punta Teonoste
2+570	Izquierda	
3+910	Derecha	Lotificación / Urbanización Vista Riviera
4+050	Izquierda	
4+700	Derecha	Hacienda Iguana
4+800	Izquierda	
5+520	Derecha	Empalme El Ojochal
5+670	Izquierda	

Fuente: Consultores Corea y Asociados S.A. (CORASCO).

Los detalles del diseño de las bahías se presentan en los planos de detalles constructivos del presente documento (ver anexos). Según ese diseño, la bahía fue diseñada para la circulación de un bus, para los cuales sus dimensiones se presentan en la tabla 32.

Tabla 32. Dimensiones típicas de las Bahías para el refugio de autobuses en las Carreteras Regionales.

Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Long. Total (m)
Para un bus	10	15	15	3-4	40
Para dos buses	10	30	15	3-4	55
Para tres buses	15	45	15	3-4	75

Fuente: Manual para el diseño geométrico de la carreteras regionales SIECA, 2da. Edición. Pag 4-18.

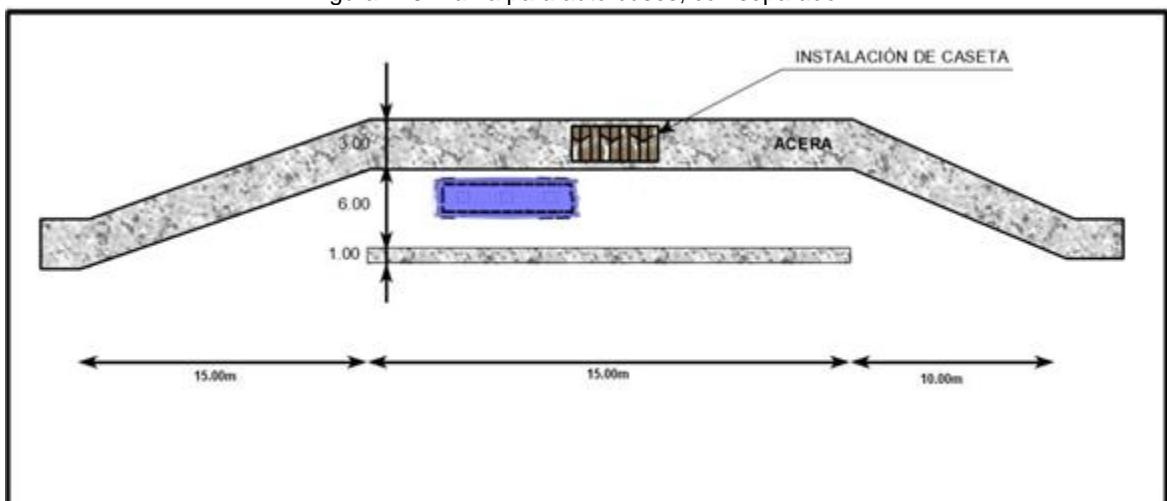
A continuación se describirá el procedimiento para añadir las bahías al proyecto en estudio, para ello se selecciona en el modelo la línea correspondiente al offset (ya sea derecho o izquierdo), esto dependiendo de la banda donde se colocará la bahía, luego hacer click izquierdo en el ícono “Add widening” ver figura 212.

Figura 212. Adición de bahías.



En el mensaje desplegable ¿Create widening portion as a New Alignment? Seleccionar “No”, ya que las bahías se realizarán en los alineamientos existentes que son los que representan el sobreancho y por lo tanto no se crearán a partir de un nuevo alineamiento. Luego de esto, ubicarse en un tramo en tangente del offset (cualquiera puede ser) y en el mensaje “Select Start Station” teclear la estación donde empezará el tramo recto de la bahía (Región de parada del auto bus), luego cuando aparece el mensaje “Select end Station” teclear la estación donde terminará el tramo recto de la bahía, seguidamente aparece el mensaje “Enter widening offset” y para ello teclear “10.5m”, esta distancia corresponde al ancho del carril, mas el ancho del separador, mas el ancho de la bahía, ver figura 213. La figura 213 muestra la bahía para autobuses establecidas por el Manual Centro Americano de Normas Para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales SIECA, 2da. Edición. Pag 4-20, correspondiente para dos buses, sin embargo para nuestro caso, es solo para un bus (los detalles de estas se adecuaron a la tabla 32 de la página anterior).

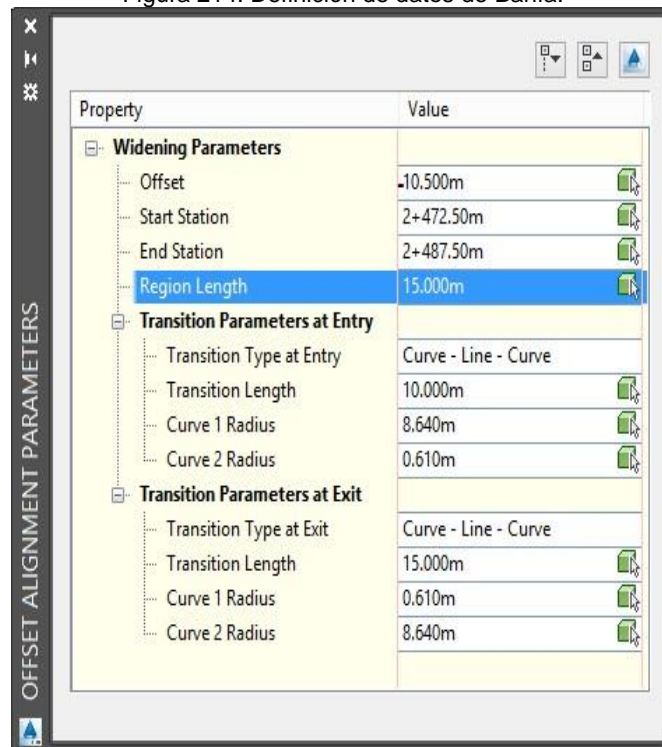
Figura 213. Bahía para auto buses, con separador.



Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales SIECA, 2da. Edición 2004. Pag 4-20.

Luego de realizar lo anterior, presionar Enter y a continuación se despliega la ventana “Offset Alignment Parameters”, cuyas propiedades se definen a continuación: En “Widening Parameters” se especifica los parámetros del tramo recto de la bahía (Estos se digitaron anteriormente), en “Transition Parameter at Entry” se definen los parámetros de transición en la entrada de la bahía y en “Transition Parameter at Exit” se definen los parámetros de transición de la salida de la bahía, ver figura 214. Una vez configurado esto, en el modelo se apreciará la bahía creada.

Figura 214. Definición de datos de Bahía.



**Edición de las bahías:** Seleccionar la línea de offset del alineamiento que contiene la bahía a editar, luego hacer click derecho y seleccionar “Edit offset parameter”; en el cuadro que se despliega “Offset Alignment parameter”, la opción “Select Widening región” permite seleccionar las subentidades que conforman el offset del alineamiento (Es decir de la bahía) que se desea editar. En este caso se irán seleccionando cada una de las subentidades que conforman la bahía, esto con el fin de editar los dimensiones correspondientes de la bahía. La subentidad que se seleccione, se pondrá de color rojo (ya sea la de entrada o de salida) y de color azul la subentidad del tramo recto, para caso práctico en la figura 215, 216 y 217, se muestra una de las bahías que se añadió, cuyos datos que se editan (cuando sea necesario) se muestran en el cuadro de diálogo de la parte izquierda.

Figura 215. Configuración de la subentidad de entrada.

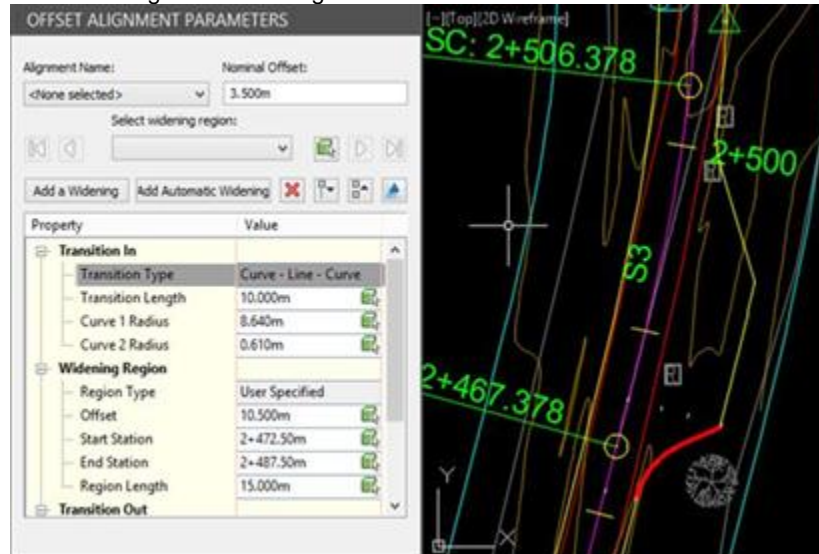


Figura 216. Configuración de la subentidad del tramo recto.

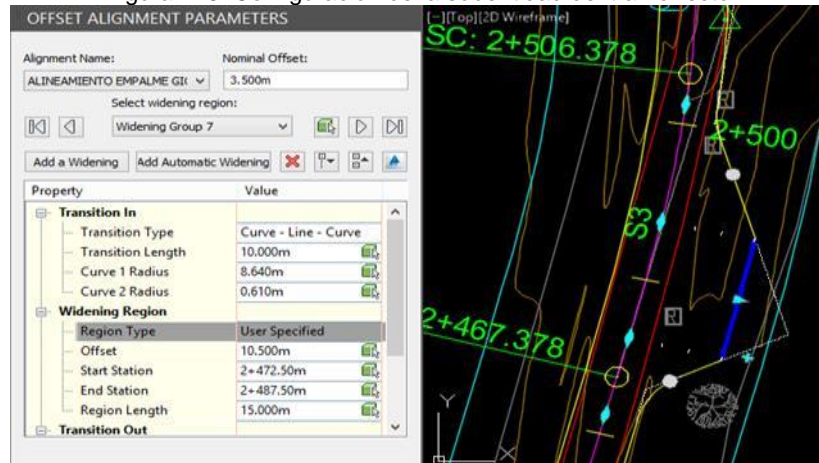
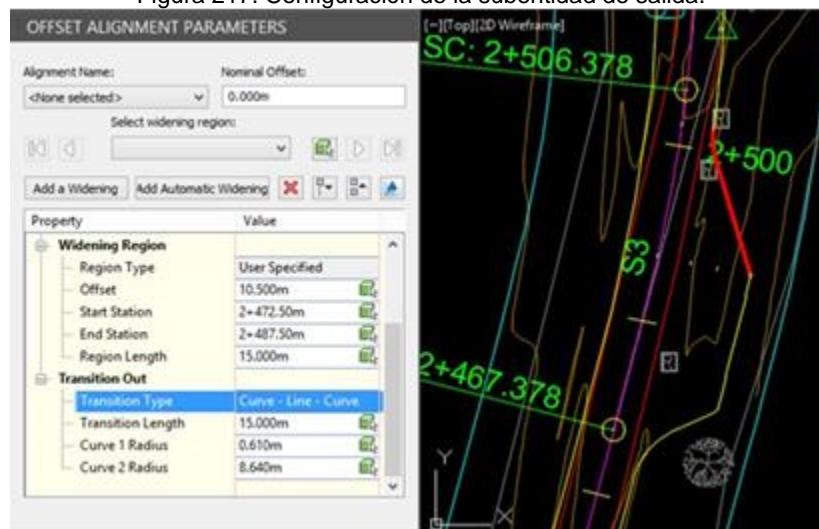


Figura 217. Configuración de la subentidad de salida.



## 6.7 TABLA DE DATOS DE SUBENTIDADES (LÍNEAS, CURVAS CIRCULARES SIMPLES Y CURVAS ESPIRALES)

Es posible en el Civil 3D crear tablas de alineaciones que contengan información sobre los componentes de las alineaciones, como líneas, curvas simples y espirales, entre otros, estas también permiten organizar y consolidar la información sobre las alineaciones en el dibujo.

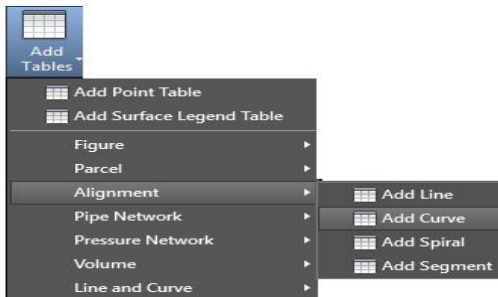
Al insertar una tabla en el dibujo, las etiquetas de alineación se convierten en indicadores que corresponden con los datos de alineación de la tabla.

### Creación de tabla de elementos correspondiente a las curvas circulares:

Para apreciar de forma más ordenada y resumida los datos de las curvas, se crearán las tablas correspondientes a los datos de las mismas. Para ello se realiza el siguiente procedimiento:

- a) En el menú Annotative, extender el ícono “Add Tables” seleccionar “Alignment”, luego seleccionar “Add curve”, ver figura 218.

Figura 218. Adición de tabla de curvas circulares simples.




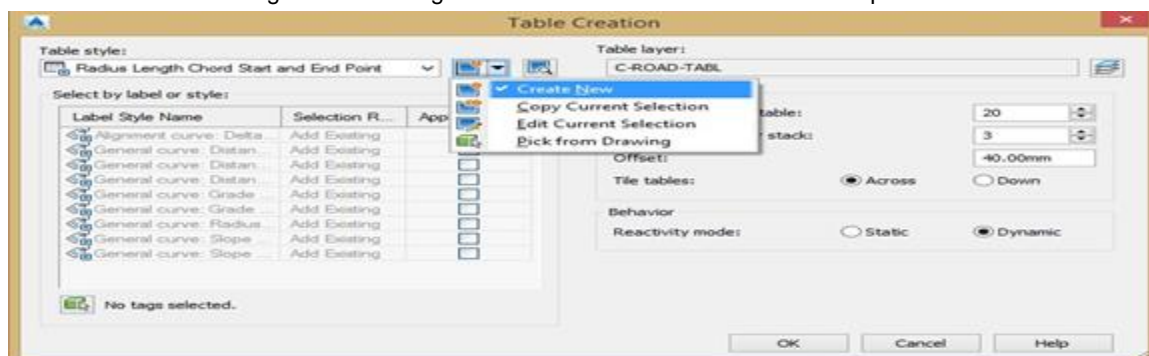

- b) En el cuadro desplegable “Table Creation” en la opción “Table styles” seleccionar “Radius Length Chord Start and End Point”, hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Create New”, para crear un nuevo estilo de tabla, ver figura 219.

Figura 219. Configuración del estilo de tabla de curvas simples.






c) En el cuadro que se despliega “Table Style”, en pestaña Information, nombrar al estilo de tabla como “\_ESTILO DE TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA”.

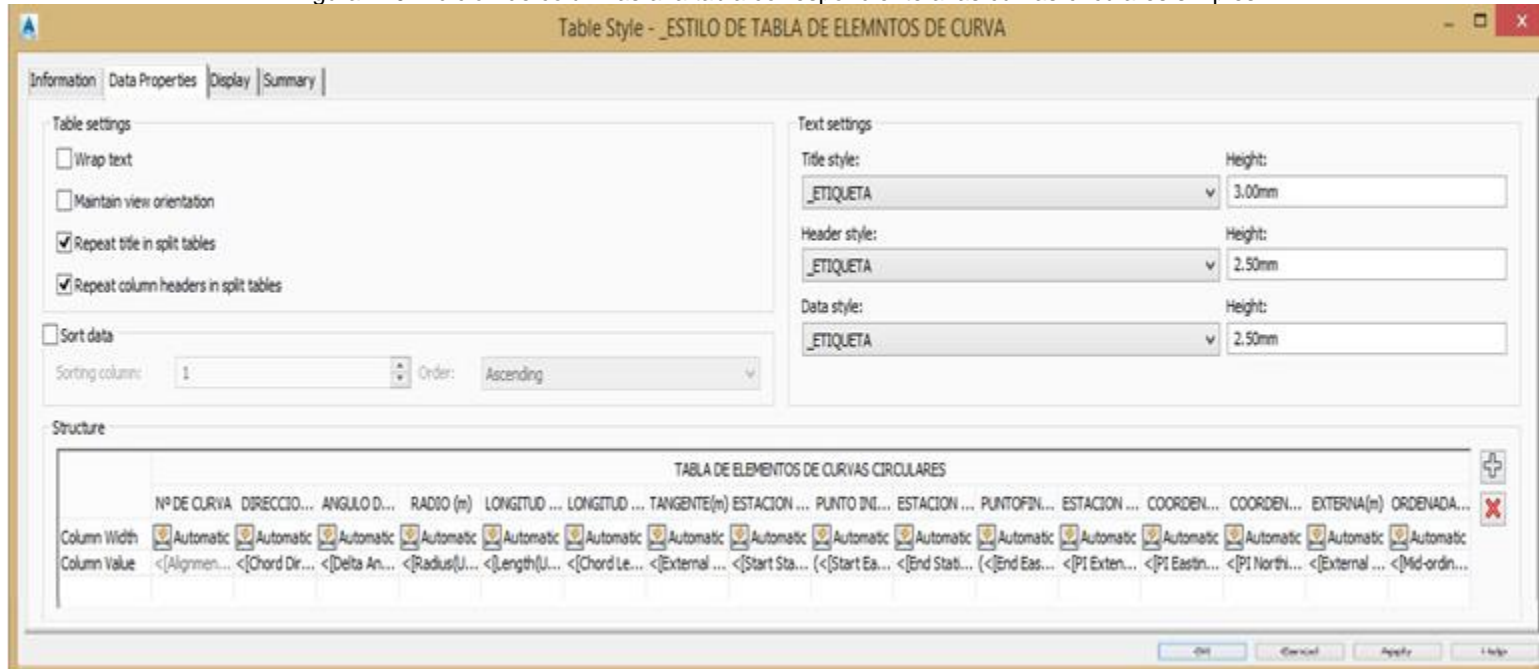
d) En la pestaña Data Properties, se procederá a editar los títulos y subtítulo de la tabla, para ello: Se accede con doble click izquierdo sobre el título de la tabla y en la ventana que se despliega “Text Component editor” en la pantalla de edición seleccionar el texto que aparece “Point Table” y borrarlo y teclear el nuevo título “TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS CIRCULARES” y en pestaña Format, en la opción color seleccionar el color “Green” y click izquierdo en , luego click izquierdo en Ok; Para cada uno de los subtítulos de la tabla (N° DE CURVA, RADIO, LONGITUD DE CURVA, DIRECCIÓN DE CUERDA, PUNTO INICIAL PC, PUNTO FINAL PT), repetir ese mismo procedimiento.

e) A continuación se añadirá nuevas columnas, cuyos nuevos subtítulos serán nombrados como: ÁNGULO DE DEFLEXIÓN, LONGITUD DE CUERDA, TANGENTE, ESTACIÓN DE PUNTO INICIAL, ESTACIÓN DE PUNTO FINAL, COORDENADA ESTE, COORDENADA NORTE, EXTERNA Y COORDENADA MEDIA; para ello se realiza lo siguiente:

1. Click izquierdo en el ícono  para añadir la nueva columna.
2. En el cuadro “Text component editor”, seleccionar el texto de la pantalla de edición y eliminarlo y teclear el nuevo subtítulo, luego click izquierdo en Ok.
3. Para editar los valores de las columnas, hacer doble click izquierdo sobre la celda que está en la intersección de la fila “Column value” y columna “la del nuevo subtítulo”.
4. En la ventana desplegable “Text component editor”, seleccionar la pestaña Properties (para definir el contenido dinámico de la columna) y en la opción Properties:
  - Seleccionar delta angle “PI extended Station” (cuando el nuevo subtítulo sea Ángulo de deflexión).
  - Seleccionar chord length (para el subtítulo Longitud de cuerda).
  - Seleccionar External Tangent (para el subtítulo Tangente).
  - Seleccionar Start Station (para el subtítulo Estación de punto inicial).
  - Seleccionar End Station (para el subtítulo Estación de punto final).
  - Seleccionar PI Easting (para el subtítulo Coordenada este).
  - Seleccionar PI Northing (para el subtítulo Coordenada norte).
  - Seleccionar External Secant (para el subtítulo Externa).
  - Seleccionar Mid-ordinate (para el subtítulo Coordenada media).

5. En la pantalla de edición, seleccionar el contenido, seleccionar la pestaña Format y en Justificación, seleccionar “center”, en precisión seleccionar “1 second” (para el subtítulo Ángulo de deflexión), y en format seleccionar “MM SS SS”; para el resto de subtítulos en precisión seleccionar “0.001” y en format “meter”, y click izquierdo en Ok. En la figura 220, en la sección “Structure” se aprecian las columnas que tendrá la tabla, finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok.

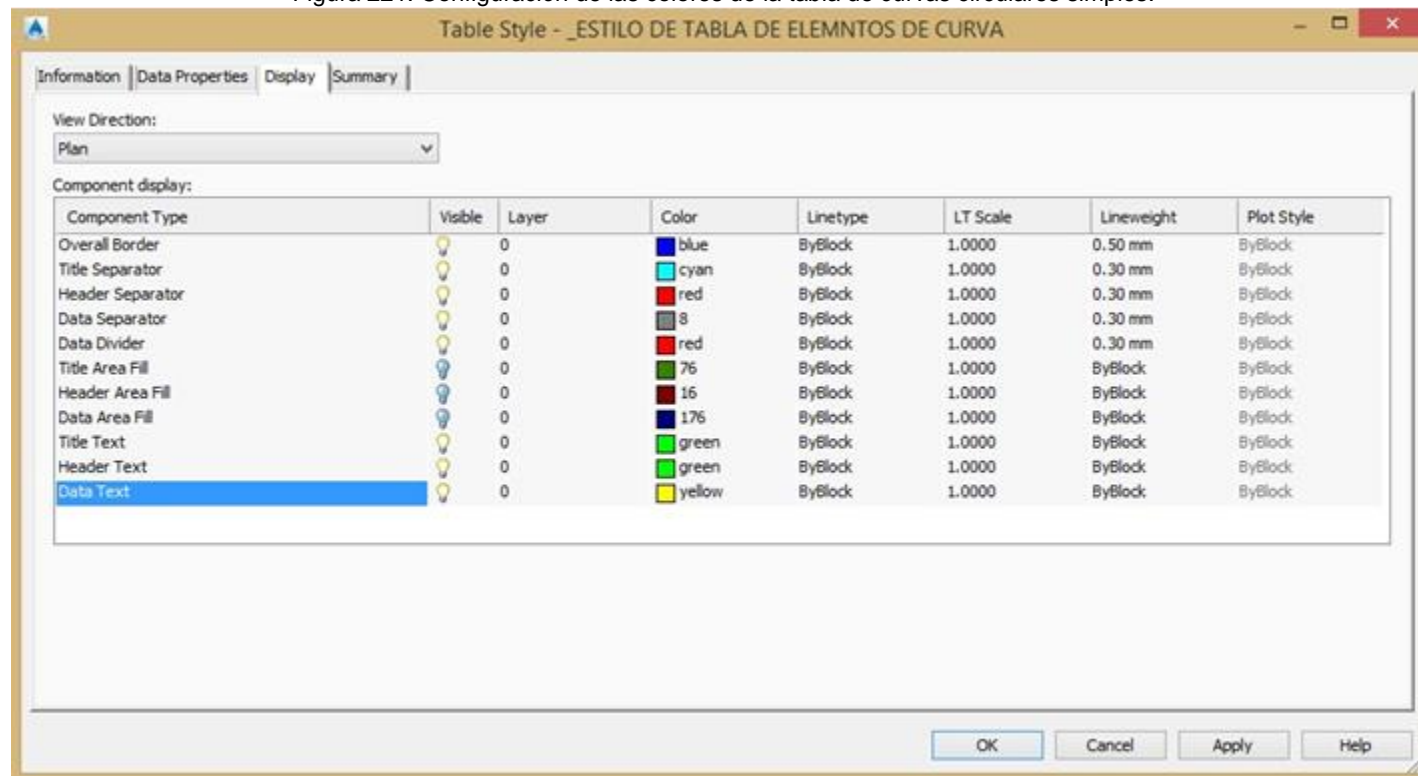
Figura 220. Adición de columnas a la tabla correspondiente a las curvas circulares simples.



f) En el cuadro que permanece abierto “Table creation”, en la opción “Select By label or style” seleccionar Alignment curve: Delta over length and radius. En pestaña Display: En view direction seleccionar “Plan” (vista en planta) y seleccionar los colores como se muestra en la figura 221, luego click izquierdo en Ok.

Seguidamente en el cuadro que se mantiene abierto “Table Creation”. Desactivar la opción “Split table” (ya que no se configurará las filas ni los espacios de la tabla), sin embargo se activará “Dinamic” para que los datos de las tablas se actualicen de forma dinámica cuando se realicen cambios. Luego click izquierdo en Ok.

Figura 221. Configuración de los colores de la tabla de curvas circulares simples.



g) Hacer click izquierdo en un punto del espacio modelo para que la tabla sea insertada. Ver figura 222.

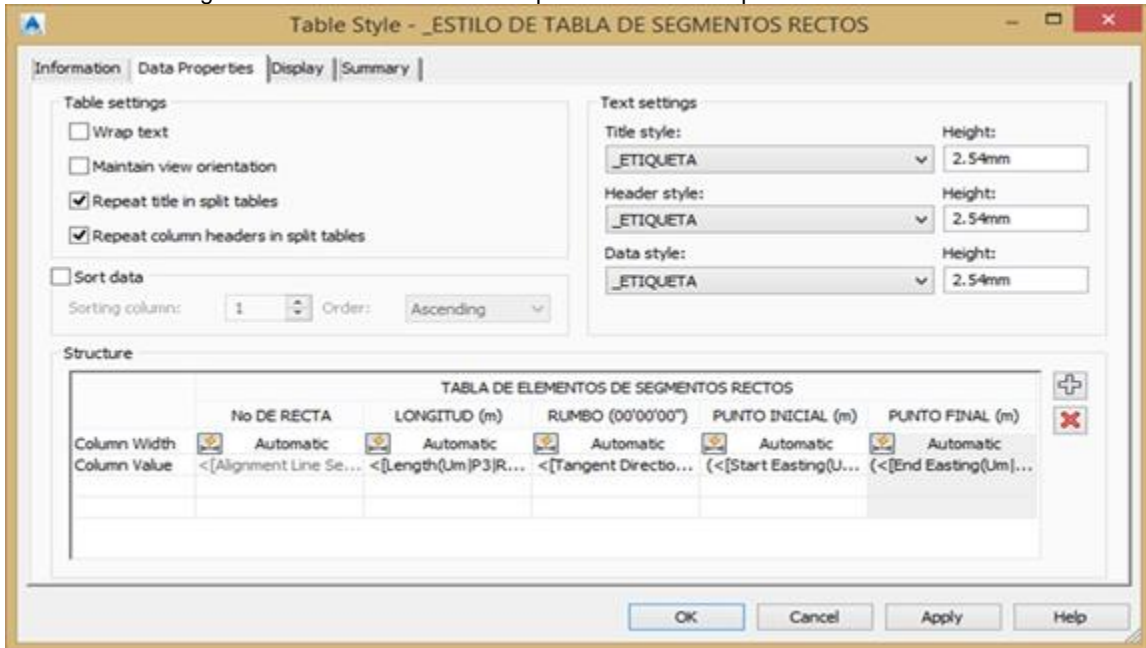
Figura 222. Visualización de tabla correspondiente a las curvas circulares simples.

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS CIRCULARES													
Nº DE CURVA	EMPLEADO DE CURVA (DDMMSS)	ANGULO DE DEFLEXIÓN (DDMMSS)	ORDEN DE CURVA (1, 2)	LONGITUD DE CURVA (M)	RUMBO INICIAL (°)	RUMBO FINAL (°)	PUNTO INICIAL (X, Y)	PUNTO FINAL (X, Y)	LONGITUD DE CURVA (M)	RUMBO INICIAL (°)	RUMBO FINAL (°)	PUNTO INICIAL (X, Y)	PUNTO FINAL (X, Y)
C1	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	0+000.000	0+150.000	0+150.000	430° 40' 30"W	172° 14'	0+000.000	0+150.000
C2	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	0+150.000	0+300.000	0+300.000	430° 40' 30"W	172° 14'	0+150.000	0+300.000
C3	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	0+300.000	0+450.000	0+450.000	430° 40' 30"W	172° 14'	0+300.000	0+450.000
C4	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	0+450.000	0+600.000	0+600.000	430° 40' 30"W	172° 14'	0+450.000	0+600.000
C5	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	0+600.000	0+750.000	0+750.000	430° 40' 30"W	172° 14'	0+600.000	0+750.000
C6	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	0+750.000	0+900.000	0+900.000	430° 40' 30"W	172° 14'	0+750.000	0+900.000
C7	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	0+900.000	1+050.000	1+050.000	430° 40' 30"W	172° 14'	0+900.000	1+050.000
C8	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	1+050.000	1+200.000	1+200.000	430° 40' 30"W	172° 14'	1+050.000	1+200.000
C9	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	1+200.000	1+350.000	1+350.000	430° 40' 30"W	172° 14'	1+200.000	1+350.000
C10	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	1+350.000	1+500.000	1+500.000	430° 40' 30"W	172° 14'	1+350.000	1+500.000
C11	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	1+500.000	1+650.000	1+650.000	430° 40' 30"W	172° 14'	1+500.000	1+650.000
C12	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	1+650.000	1+800.000	1+800.000	430° 40' 30"W	172° 14'	1+650.000	1+800.000
C13	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	1+800.000	1+950.000	1+950.000	430° 40' 30"W	172° 14'	1+800.000	1+950.000
C14	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	1+950.000	2+100.000	2+100.000	430° 40' 30"W	172° 14'	1+950.000	2+100.000
C15	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	2+100.000	2+250.000	2+250.000	430° 40' 30"W	172° 14'	2+100.000	2+250.000
C16	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	2+250.000	2+400.000	2+400.000	430° 40' 30"W	172° 14'	2+250.000	2+400.000
C17	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	2+400.000	2+550.000	2+550.000	430° 40' 30"W	172° 14'	2+400.000	2+550.000
C18	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	2+550.000	2+700.000	2+700.000	430° 40' 30"W	172° 14'	2+550.000	2+700.000
C19	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	2+700.000	2+850.000	2+850.000	430° 40' 30"W	172° 14'	2+700.000	2+850.000
C20	100° 40' 30"W	172° 14'	150.000	147.022	148.242	88.002	2+850.000	3+000.000	3+000.000	430° 40' 30"W	172° 14'	2+850.000	3+000.000

**Nota:** En caso que en la tabla anterior, el contador de los elementos no mostrara un orden secuencial, es decir C1, C2, C3, C4, (curva 1, curva2, etc.), esto se debe a que cuando se insertaron inicialmente las curvas, algunas fueron eliminadas y posteriormente se insertaron otras, con el fin de ajustar en lo posible al eje existente de camino y por lo tanto el contador del programa toma en consideración esas curvas eliminadas y por ende no coinciden con un orden lógico al número existente de curvas, por lo tanto para corregir este problema, seleccionar la etiqueta correspondiente al contador de la curva que se desea corregir, luego click izquierdo en "Renumber tags", luego click izquierdo en "Create duplicate", seguidamente insertar el número correcto de la curva (hacerlo en el sentido en que se creo el alineamiento).

**Creación de tabla de elementos correspondientes a las tangentes:** Para ello, se realiza el mismo procedimiento que se hizo para la creación de tabla de elementos de curvas circulares, con la diferencia que en el paso a), en vez de seleccionar "Add Curve", se debe seleccionar "Add Line", el paso b) la única diferencia es que en "Table styles" seleccionar "Lenght Chord Start and End Point", en el paso c), se nombrará al estilo de la tabla como "\_ESTILO DE TABLA DE SEGMENTOS RECTOS", y en el paso d) el título de la tabla se nombrará como "TABLA DE SEGMENTOS RECTOS" y se asignará el color Green, y el resto de los subtítulos se nombrarán como: N° DE RECTA, LONGITUD, RUMBO, PUNTO INICIAL (m), PUNTO FINAL (m); para el subtítulo Rumbo, definir en precisión "2 Second" y en format seleccionar "DD MM SS.SS". (el paso "e", no se repetirá ya que no se agregarán nuevos subtítulos). Luego click izquierdo en Ok, ver figura 223. Finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 223. Adición de columnas para la tabla correspondiente a las líneas.



En el paso f), la única diferencia será que en la opción “Select By label or style” se deberá seleccionar “Alignment line: Bearing over Distance”, tal como se muestra en la figura 224. El paso g), será igual y finalmente en la figura 225 se muestra la tabla creada.

Figura 224. Configuración del estilo de tablas correspondientes a las líneas.

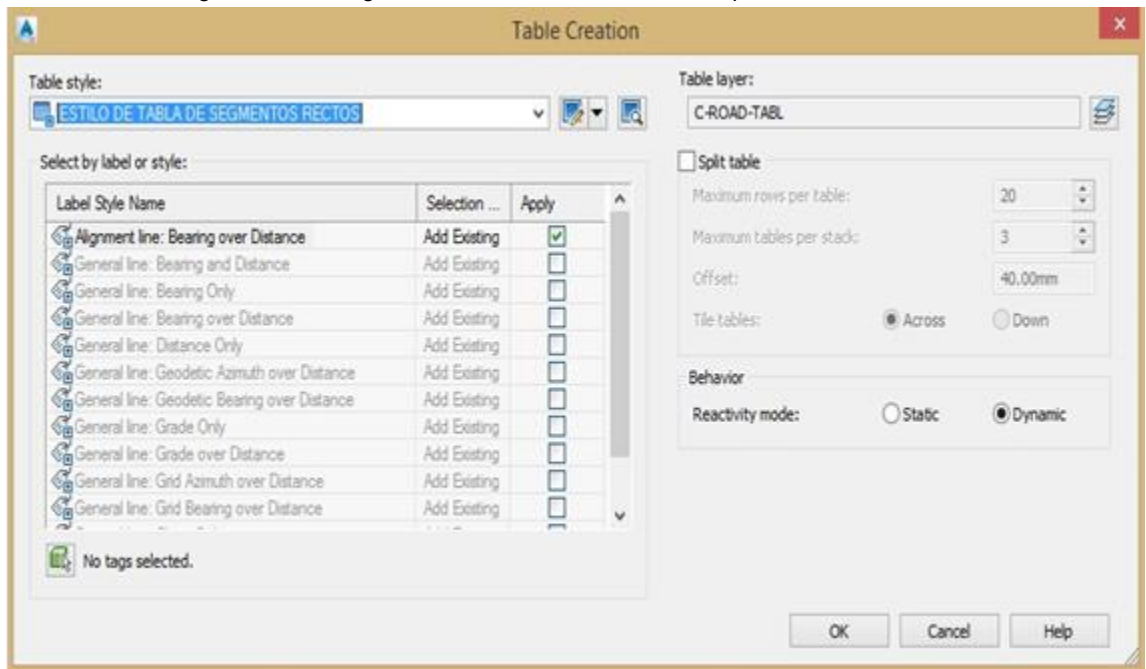


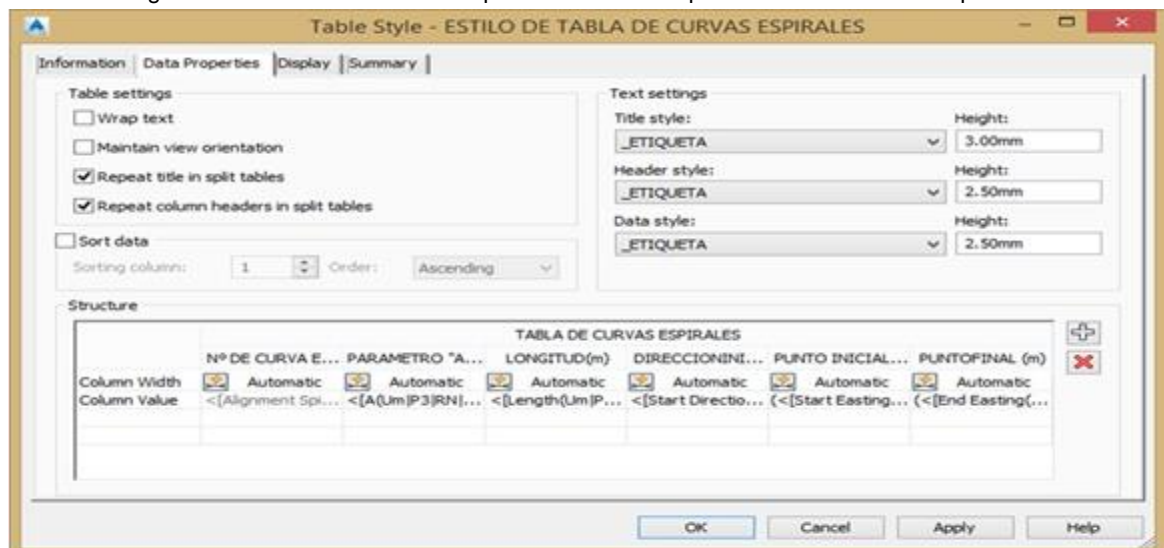


Figura 225. Visualización de tabla correspondiente a las líneas o tangentes.

TABLA DE SEGMENTO RECTOS				
Nº DE RECTA	LONGITUD (m)	RUMBO (00°00'00")	PUNTO INICIAL (m)	PUNTO FINAL (m)
L1	91.862	N49°28'58.30"W	(609554.4430,1260407.1000)	(609534.6086,1260466.7803)
L2	76.643	N55°51'46.29"W	(609451.8589,1260568.0079)	(609388.4220,1260511.0179)
L3	131.463	N54°37'41.79"W	(609361.8672,1260629.4427)	(609254.6704,1260706.5439)
L4	169.607	N55°57'08.02"W	(609226.1780,1260726.2801)	(609093.9520,1260814.6417)
L5	182.636	N54°33'04.40"W	(609063.7966,1260836.5468)	(608916.0144,1260941.4708)
L6	769.206	N54°59'39.21"W	(608906.6406,1260948.1606)	(608276.4886,1261389.4224)
L7	322.992	N23°02'31.91"W	(608206.1770,1261474.9696)	(608079.7660,1261772.1821)
L8	214.360	N14°46'25.66"E	(608070.9998,1261893.3014)	(608126.6677,1262100.5664)
L9	489.366	N8°36'26.39"W	(608130.6666,1262191.4376)	(608061.9602,1262646.6603)
L13	1361.469	N63°50'00.76"W	(607481.4464,1263474.0201)	(606382.3236,1264277.4660)
L14	39.910	S56°20'02.03"W	(606163.3973,1264344.1947)	(606113.6667,1264341.6427)

**Creación de tabla de elementos correspondientes a las curvas espirales:**  
 Para ello, se realiza el mismo procedimiento que se hizo para la creación de tabla de elementos de curvas circulares, con la diferencia que en el paso a), en vez de seleccionar "Add Curve" se debe seleccionar "Add Spiral", el paso b), será igual. En el paso c), se nombrará al estilo de tabla como "\_ESTILO DE TABLA DE CURVAS ESPIRALES", y en el paso d) el título de la tabla se nombrará como "TABLA DE DE CURVA ESPIRALES", y se asignará el color Green, luego click izquierdo en Ok y el resto de los subtítulos se nombrarán como: Nº DE CURVA ESPIRAL, PARÁMETRO A, LONGITUD (m), DIRECCIÓN INICIAL, PUNTO INICIAL (m), PUNTO FINAL (m); (El paso "e", no se repetirá ya que no se agregarán nuevos subtítulos). ver estas configuraciones en la figura 226, luego hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 226. Adición de columnas para la tabla correspondiente a las curvas espirales.



En el paso f), la única diferencia será que en la opción “Select By label or style” se activa por defecto la única opción que aparece, ver figura 227. El paso g), será igual y finalmente en la figura 228 se muestra la tabla creada.

Figura 227. Configuración del estilo de tabla correspondiente a las curvas espirales.

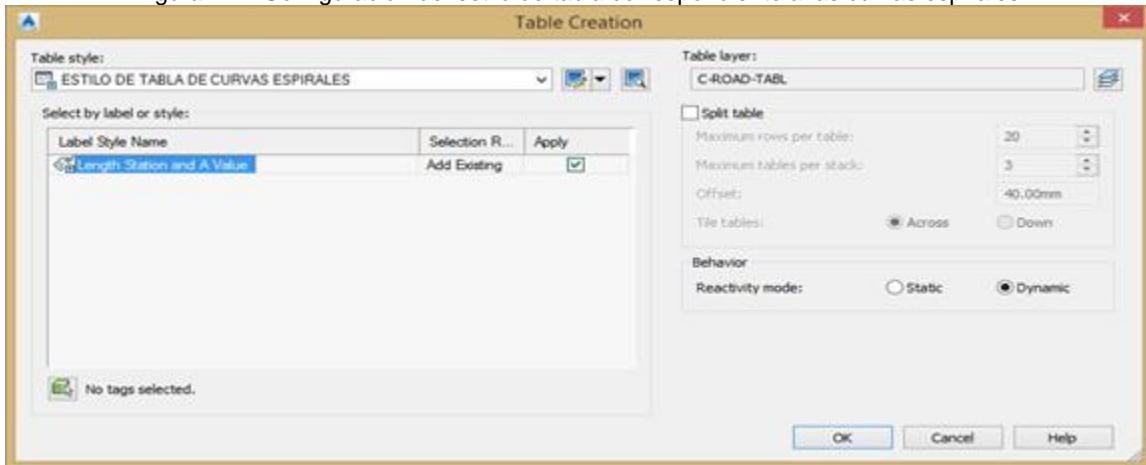


Figura 228. Visualización de tabla correspondiente a los datos de las curvas espirales.

TABLA DE CURVAS ESPIRALES					
Nº DE CURVA ESPIRAL	PARAMETRO "A" (m)	LONGITUD (m)	DIRECCION INICIAL (00°00'00")	PUNTO INICIAL (m)	PUNTO FINAL (m)
S1	71.204	39.000	N23° 02' 32" W	(608079.755,1261772.182)	(608066.316,1261808.752)
S2	71.204	39.000	N6° 10' 44" E	(608062.960,1261855.179)	(608071.000,1261893.301)
S3	71.204	39.000	N14° 46' 24" E	(608125.658,1262100.565)	(608133.698,1262138.688)
S4	71.204	39.000	N0° 00' 14" E	(608134.453,1262152.671)	(608130.565,1262191.438)
S5	74.498	37.000	N50° 23' 54" W	(605989.008,1264405.179)	(605959.574,1264427.558)
S6	74.498	37.000	N64° 38' 17" W	(605943.152,1264436.642)	(605908.552,1264449.682)

**Creación de tabla correspondiente a los elementos del alineamiento:** Para ello, se realiza el mismo procedimiento que se hizo para la creación de tabla de elementos de curvas circulares, con la diferencia que en el paso a), en vez de seleccionar “Add Curve” se debe seleccionar “Add segment”, el paso b), será igual. En el paso c), se nombrará al estilo de tabla como “ESTILO DE TABLA DE COMPONENTES DEL ALINEAMIENTO” y en el paso d) el título de la tabla se nombrará como “TABLA DE COMPONENTES DE ALINEAMIENTO”, y el resto de los subtítulos se nombrarán como: IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE, LONGITUD, RADIO, RUMBO, PARÁMETRO A. (El paso “e”, no se repetirá ya que no se agregarán nuevos subtítulos).

En el paso f), la única diferencia será que no se seleccionará ninguna opción en “Select By label or style”, pero si se activará “By Alignment” y en “Select Alignment” seleccionar el alineamiento que se creó “ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE EL MURCIÉLAGO” tal como se muestra en la figura 229. Luego click izquierdo en Ok.

El paso g), será igual y finalmente en la figura 230 se muestra la tabla creada.

Figura 229. Configuración del estilo de tabla correspondiente a los elementos del alineamiento.

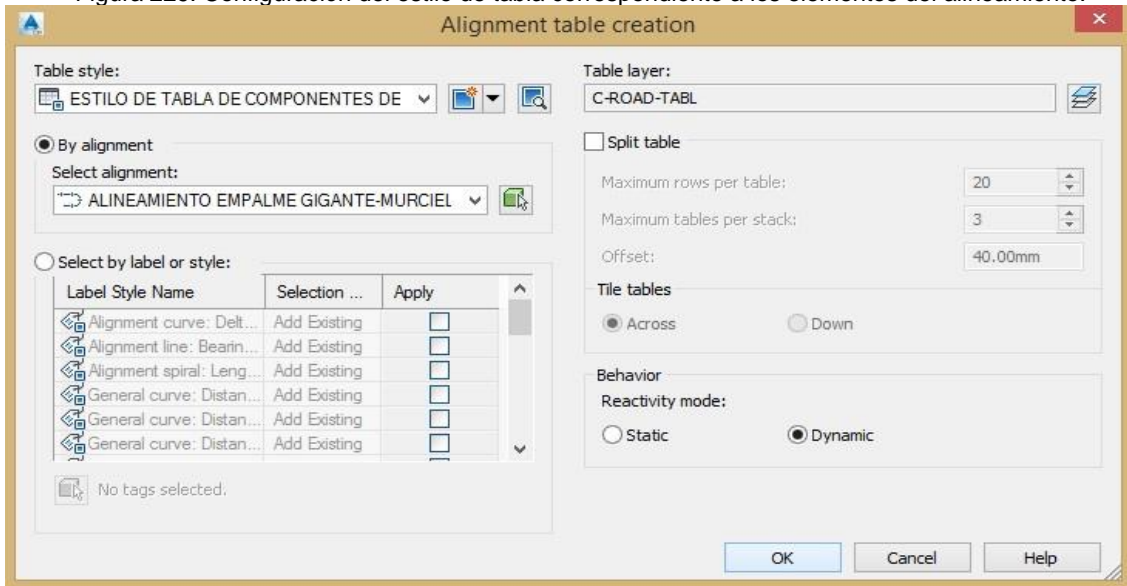


Figura 230. Visualización de tabla correspondiente a los datos de los elementos del alineamiento.

TABLA DE COMPONENTES DE ALINEAMIENTO				
IDENTIFICADOR DEL COMPONENTE	LONGITUD (m)	RADIO (m)	RUMBO DE FLEXION (00°00'00")	PARAMETRO "A" (m)
L1	91.862		N49° 28' 58"W	
C1	167.028	1500.000	N52° 40' 22"W	
L2	76.643		N55° 51' 46"W	
C2	32.321	1500.000	N55° 14' 44"W	
L3	131.463		N54° 37' 42"W	
C3	34.661	1500.000	N56° 17' 26"W	
L4	159.607		N56° 57' 08"W	
C4	36.678	1500.000	N56° 16' 06"W	
L5	182.636		N54° 33' 04"W	
C5	11.898	1500.000	N54° 46' 22"W	
L6	769.206		N54° 59' 39"W	
C6	111.534	200.000	N39° 01' 06"W	
L7	322.992		N23° 02' 32"W	
S1	39.000	INFINITY		71.204
C7	46.800	150.000	N4° 06' 04"W	
S2	39.000	150.000		71.204
L8	214.360		N14° 46' 24"E	
S3	39.000	INFINITY		71.204
C8	14.010	150.000	N5° 05' 29"E	
S4	39.000	150.000		71.204
L9	469.366		N8° 36' 26"W	
C9	279.436	643.000	N23° 19' 59"W	
L10	86.691		N38° 04' 32"W	
C10	96.444	3000.000	N38° 59' 13"W	
L11	134.072		N39° 53' 54"W	



**CAPÍTULO VII.**  
**DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL**



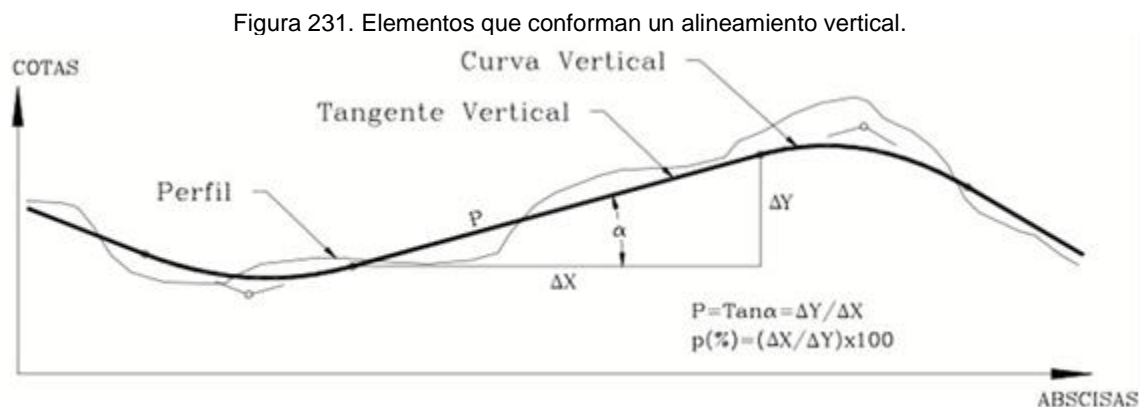
## CAPÍTULO 7. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

### 7.1 INTRODUCCIÓN

El alineamiento vertical está formado por dos elementos principales: El perfil del terreno y la rasante, constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos.

Un perfil del terreno existente se extrae de una superficie y muestra los cambios en elevación a lo largo de una alineación horizontal y la rasante es un objeto diseñado que muestra la pendiente y las elevaciones propuestas que se van a construir. Ver figura 231.

Un trazado en perfil, es dependiente del alineamiento horizontal. Si se edita el alineamiento horizontal después de crear perfiles de superficie, estos perfiles cambiarán automáticamente para reflejar las ediciones, esto sucede cuando son perfiles dinámicos.



Fuente: Diseño Geométrico de Vías ajustado al manual colombiano. Pag. 398.

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

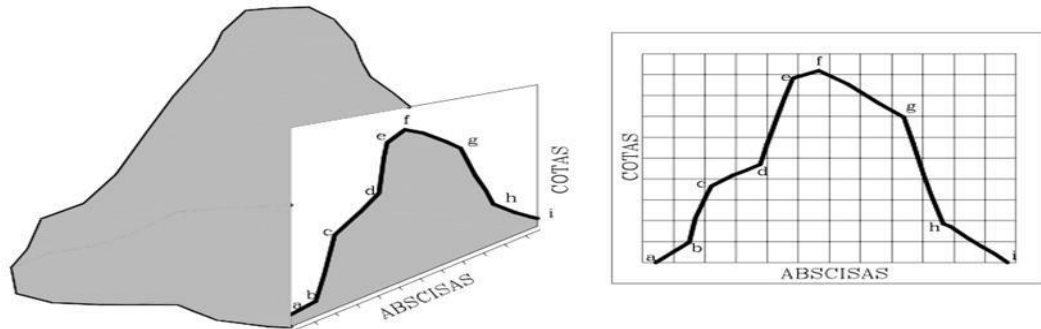
El alineamiento vertical, desde el punto de vista técnico y económico, es de gran importancia, ya que debe de mantener un equilibrio entre factores como economía, comodidad y por supuesto garantizar condiciones de seguridad aceptables.



## 7.2 TRAZADO DEL PERFIL LONGITUDINAL A PARTIR DE UNA SUPERFICIE Y UN ALINEAMIENTO

Un perfil permite mostrar elevaciones de superficie a lo largo de una alineación horizontal. Se utiliza para visualizar el terreno a lo largo de una ruta de interés o simplemente para mostrar los cambios de elevación a través de una determinada región. Ver figura 232.

Figura 232. Perfil del terreno a lo largo de una alineación.



Fuente: Diseño Geométrico de Vías ajustado al manual colombiano. Pag. 399.

El perfil del terreno a lo largo del eje de la vía o perfil longitudinal es la base para realizar el diseño vertical o rasante. Dicho perfil es un gráfico de cotas, donde el eje horizontal corresponde a las abscisas y el eje vertical corresponde a las cotas, dibujadas de izquierda a derecha.

El Software Civil 3D permite realizar varios tipos de perfiles: Perfiles de superficie, compuestos, superpuestos y de obra lineal.

- ✓ Un perfil de superficie (se aplicará en el proyecto), con frecuencia denominado perfil de terreno existente (TE), se extrae a partir de una superficie y muestra los cambios en la elevación a lo largo de una ruta concreta.
- ✓ Un perfil compuesto (se aplicará en el proyecto), en comparación, es un objeto diseñado que muestra los cambios de elevación propuestos que se desean crear. A menudo es denominado perfil de diseño o perfil longitudinal de la rasante, se utiliza normalmente para una carretera u otro emplazamiento en pendiente.
- ✓ Un perfil superpuesto es un perfil de una alineación superpuesta sobre visualizaciones del perfil de diferentes alineaciones; son siempre dinámicos y se actualizan al realizar cambios en el perfil/alineación de origen.
- ✓ Un perfil de obra lineal se crea a partir de una línea característica de obra lineal, como un borde de pavimento.

A continuación se realizará el trazado del perfil longitudinal a partir de una superficie y un alineamiento, para ello, se selecciona el alineamiento, y en la sección “Launch pad” seleccionar “Surface Profile” (Perfil de superficie). Ver figura 233.


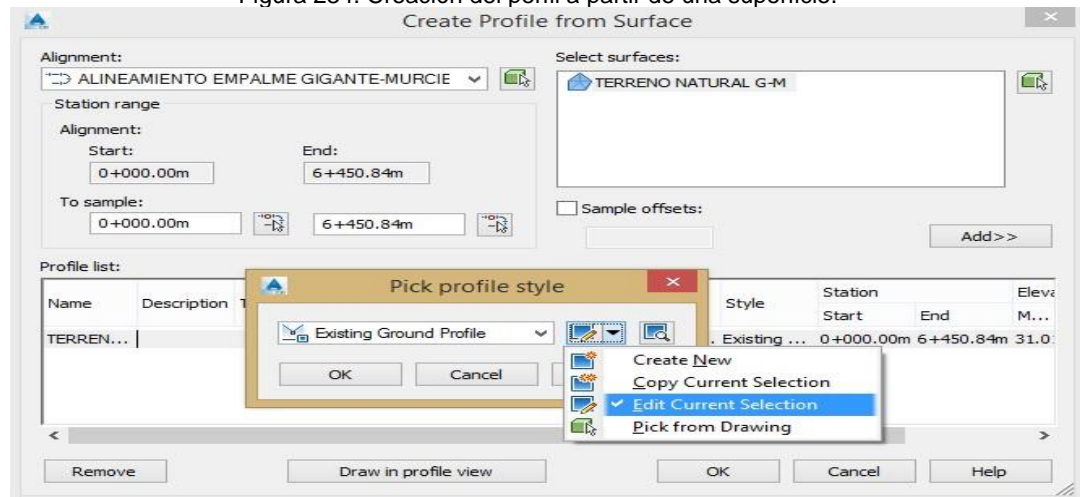
En el cuadro que se despliega “Create Profile from Surface”, se selecciona el alineamiento creado, el rango de estación al cual se creará el perfil, luego se elige la superficie de la cual se quiere obtener el perfil. Para ello: En “Alignment” seleccionar el alineamiento “EMPALME EL GIGANTE EL MURCIELAGO”, en “Station Range”, en Alignment teclear en “Start” 0+000 y en “End” teclear 6+450.84, es decir el Alineamiento completo, en “Select surface” seleccionar la superficie creada, luego click izquierdo en “Add” (Para agregar las configuraciones base del perfil). Seguidamente hacer click izquierdo en la columna “Style” y seleccionar “Existing Ground Profile” (Perfil existente del terreno), luego click izquierdo en  para editar la vista del perfil, ver figura 234.

Figura 233. Perfil de superficie.



Figura 234. Creación del perfil a partir de una superficie.



En el cuadro que se despliega “Profile Style” en la pestaña Display, se especificarán los atributos de visualización de los componentes del perfil, tales como: Capa, color, tipo, escala y grosor de línea y estilo de trazado.

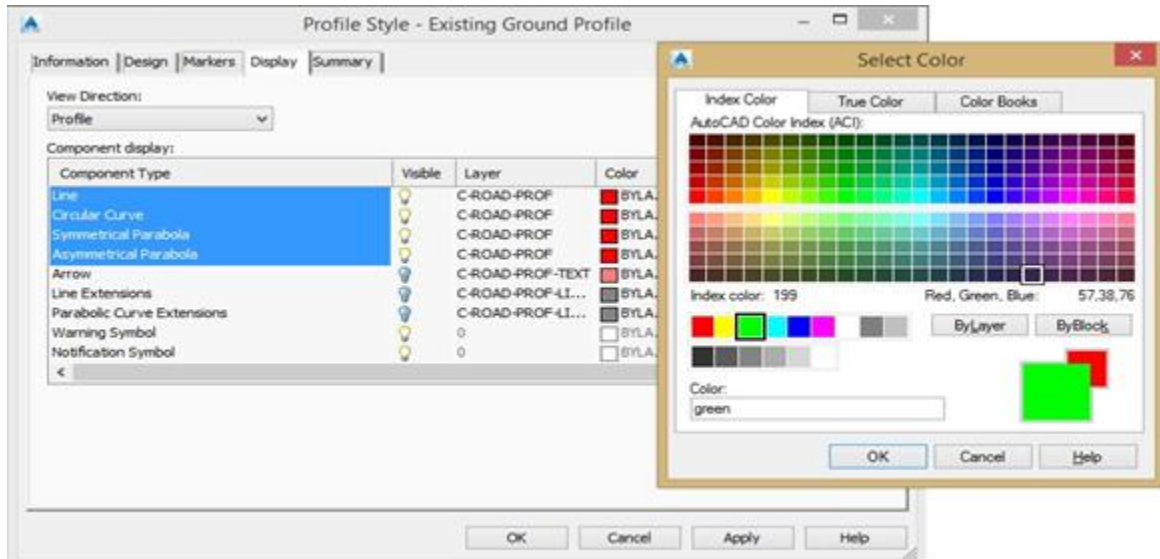
Los componentes del perfil a editar son:


- Line (Líneas definidas con longitudes tangenciales reales que forman parte de la geometría del perfil).
- Symetrical parábola (Parábolas simétricas definidas que constituyen longitudes de curvas reales dentro del perfil).

- Asymetrical parábola (Esta es similar a la anterior, con la diferencia que son parábolas asimétricas).

A todos los componentes anteriormente mencionados, se les deberá asignar el color “Green”, tal como se muestra en la figura 235, luego click izquierdo en Apply, Ok y Ok.

Figura 235. Configuración de los componentes del estilo del perfil.

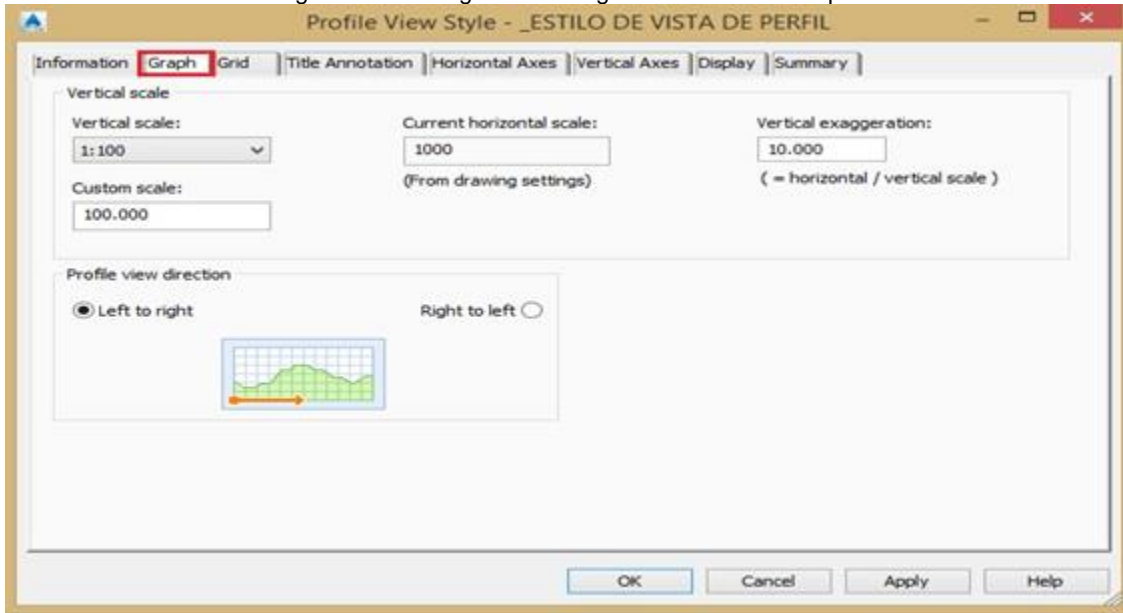


Una vez que se creó el perfil, se procederá a dibujarlo, para ello en el cuadro que se mantiene desplegado “Create Profile from Surface”, hacer click izquierdo en “Draw in Profile view” (para crear la vista de perfil). En el cuadro que se despliega ‘Create Profile View”, seleccionar “General” y en la opción “Select Alignment” seleccionar el alineamiento “EMPALME EL GIGANTE EL MURCIELAGO”, en “Profile view name” se nombrará a la vista del perfil como “PERFIL LONGITUDINAL G-M\_<parent alignment (cp)]>”, seguidamente en “Profile view style” (Estilo de vista del perfil), se seleccionara “Profile View”, luego hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection”.

En el cuadro desplegable “Profile View Style”, en pestaña Information se nombrará al estilo de la vista de perfil como “\_ESTILO DE VISTA DE PERFIL G - M”.

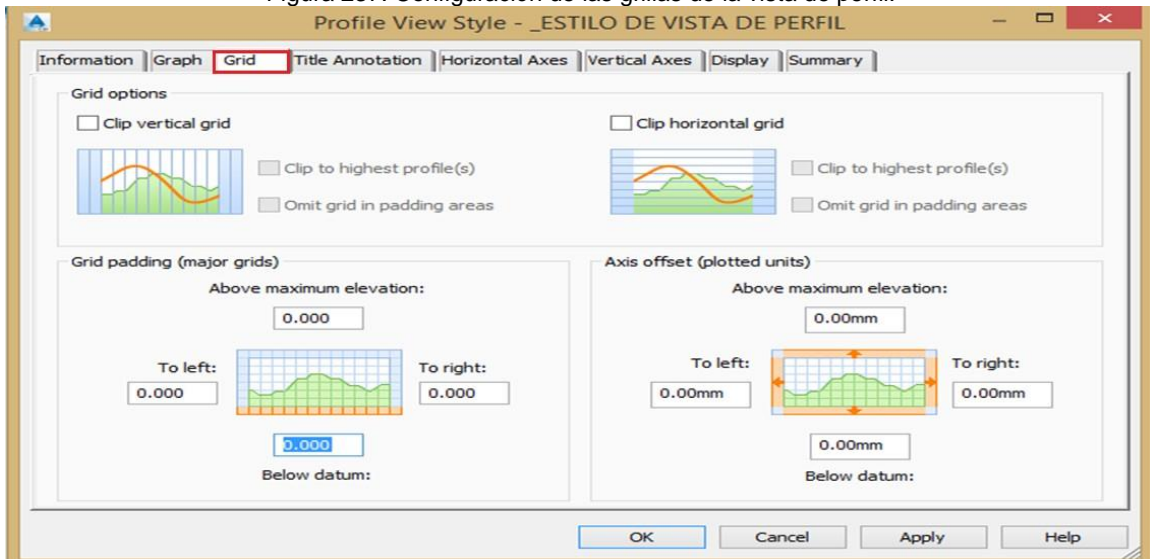
Seguidamente en pestaña Graph (Gráfico), se especificará la orientación de la visualización del perfil, el factor de escala, la escala vertical y horizontal. Para ello, en “Vertical scale” seleccionar “1:100”, en “Custom scale” seleccionar 100. Ver figura 236.

Figura 236. Configuración del gráfico de la vista del perfil.



En pestaña Grid (Grilla): Se especificarán las opciones de rejilla, para lo cual se deberá dejar las configuraciones tal como se muestra en la figura 237.

Figura 237. Configuración de las grillas de la vista de perfil.




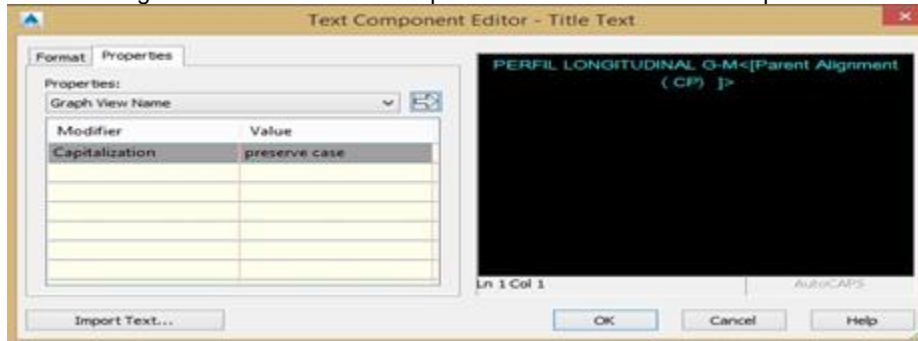
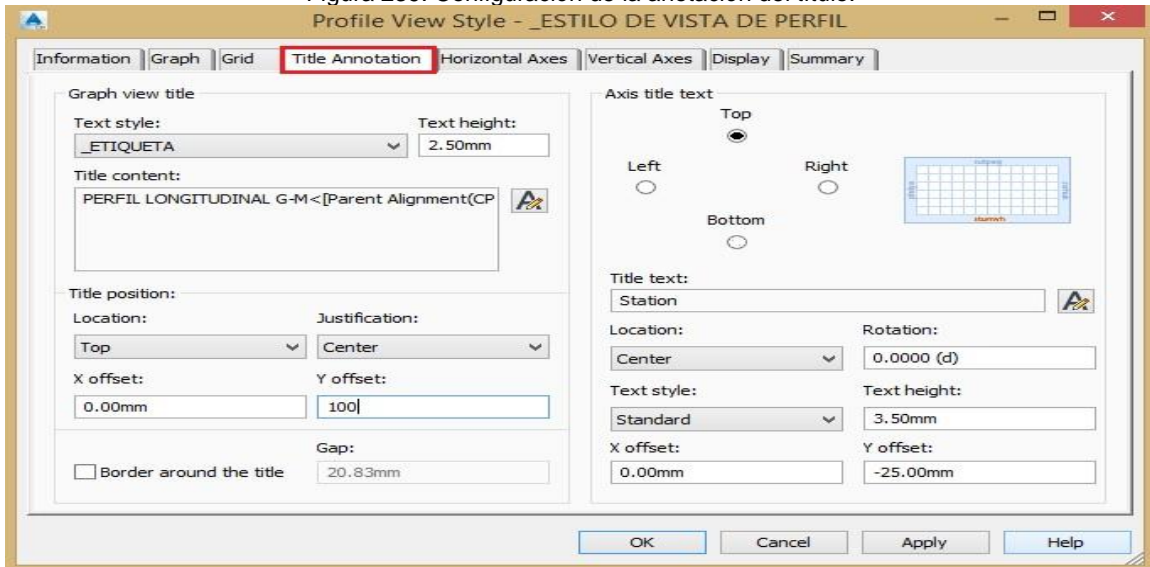
En pestaña Title Annotation (Anotación del título): Se especificará el contenido y el aspecto de los títulos para la visualización del perfil global y para los ejes individuales. Para ello, en "Text style" seleccionar el estilo de texto que se creó "\_ETIQUETA", en "Height text" teclear "2.5mm", luego hacer click izquierdo en , y en la ventana que se despliega "Text Component Editor", en la pantalla de edición borrar el contenido que esta antes del contador y teclear "PERFIL LONGITUDINAL G-M", ver figura 238, luego click izquierdo en Ok.

Figura 238. Editor de los componentes de texto del título del perfil.



En el cuadro que permanece abierto “Profile view style”, en “Axis title text” (Texto del título del eje), activar “Top” (para configurar el título del eje inferior), luego realizar las configuraciones que se muestran en la figura 239. Luego click izquierdo en Apply.

Figura 239. Configuración de la anotación del título.



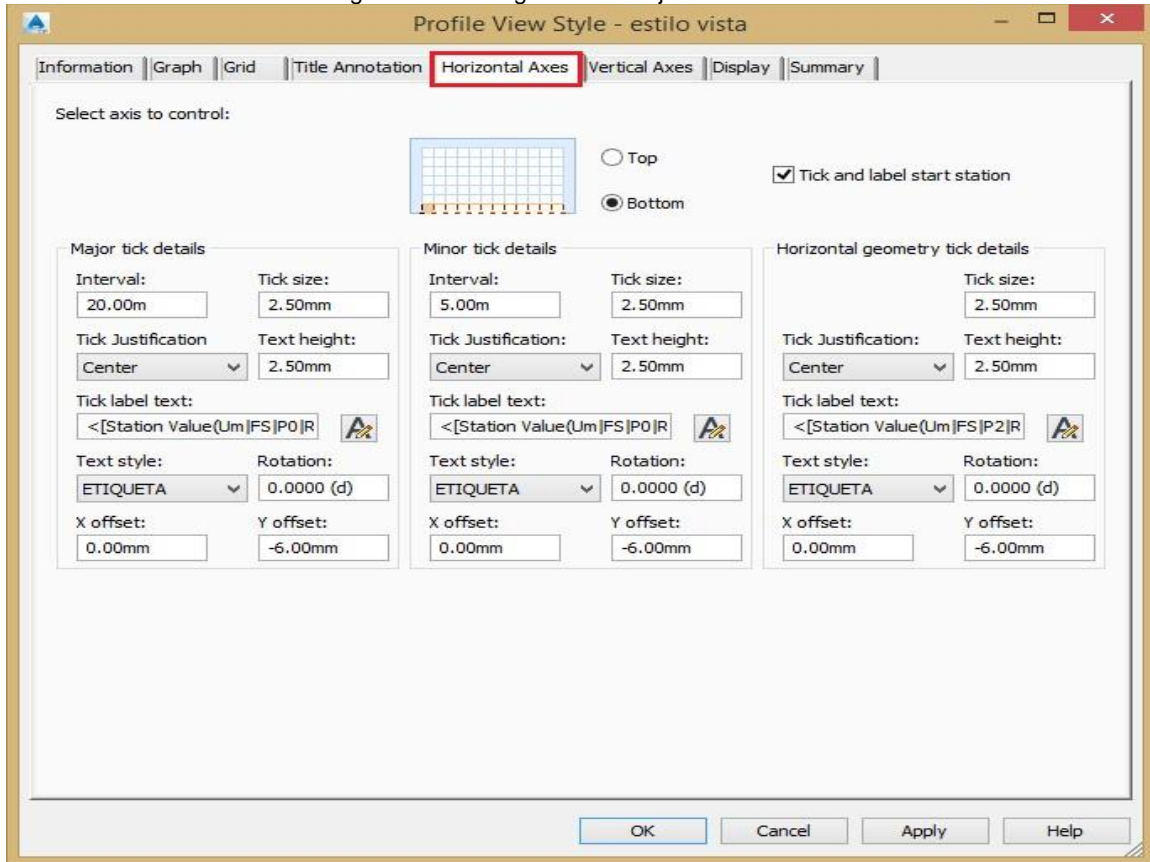
En pestaña Horizontal Axes (Ejes horizontales): Se especifican las marcas, la justificación, el intervalo de rejilla, marca y la anotación de los ejes horizontales. Para ello se procederá a realizar lo siguiente: Se activará la opción “Bottom” (corresponde al eje horizontal inferior).

En “Major Tick details” se configuran las marcas principales, en “Minor tick details” se configuran las marcas secundarias y en “Horizontal Geometry tick details” se indican los detalles de las marcas de la geometría horizontal. Las configuraciones de cada una de estas secciones se muestran en la figura 240. Tomar en cuenta que “Y offset” será “-6mm”. Luego hacer click izquierdo en Apply.





Posteriormente activar “Top” y repetir lo mismo que se realizó cuando se activó “Bottom” con la diferencia que en “Y offset” será “6mm”.

Figura 240. Configuración de ejes horizontales.



En pestaña Vertical Axes (Ejes verticales): Se detallan las propiedades de los ejes verticales, tales como: Etiqueta, ubicación y muestra de marca, también se indican las propiedades de las marcas principales y secundarias como (tamaño, tipo, desfase, etiqueta, rotación de texto, tamaño e intervalo de las marcas). La configuración de estas propiedades se describe a continuación:

a) Activar “Right” (para configurar el eje vertical derecho) y “Tick and label start elevation” (para configurar el tick y etiqueta de la elevación inicial).

b) En Major Tick details (Marcas principales): Hacer click izquierdo en  y en la ventana “Text Component Editor”, seleccionar el texto de la pantalla de edición e ir a la pestaña Format y en color seleccionar “BY Block”, luego click izquierdo en  (Para actualizar los cambios) y click izquierdo en Ok.

En “Interval” teclear “2m”.

En “Tick justification” seleccionar “Center”.

En "Text style" seleccionar "\_ETIQUETA".

En "X offset" teclear "5mm".

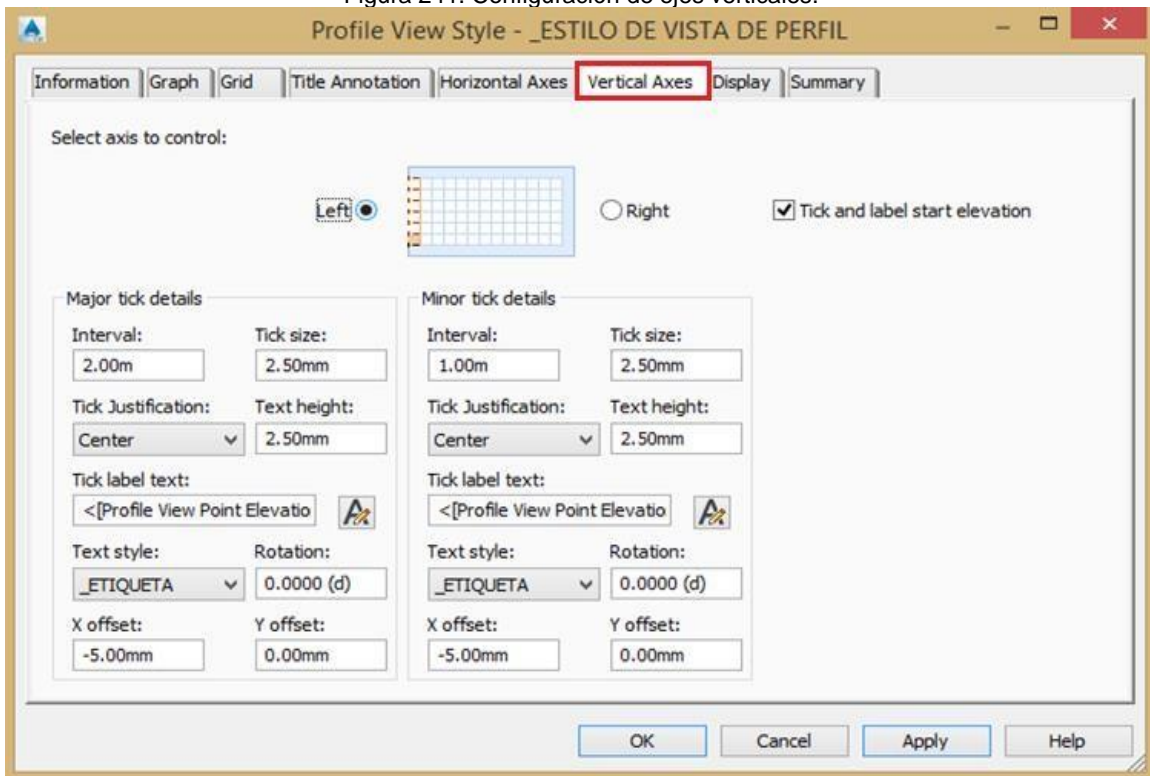
En "Tick Size" y en "Text height" teclear "2.5mm" En Rotation seleccionar "0".

En Y offset teclear "0"mm".

**Nota:** Repetir el procedimiento del inciso b) para Minor tick details (Marcas secundarias), con la diferencia que en la opción "Interval" teclear "1m".

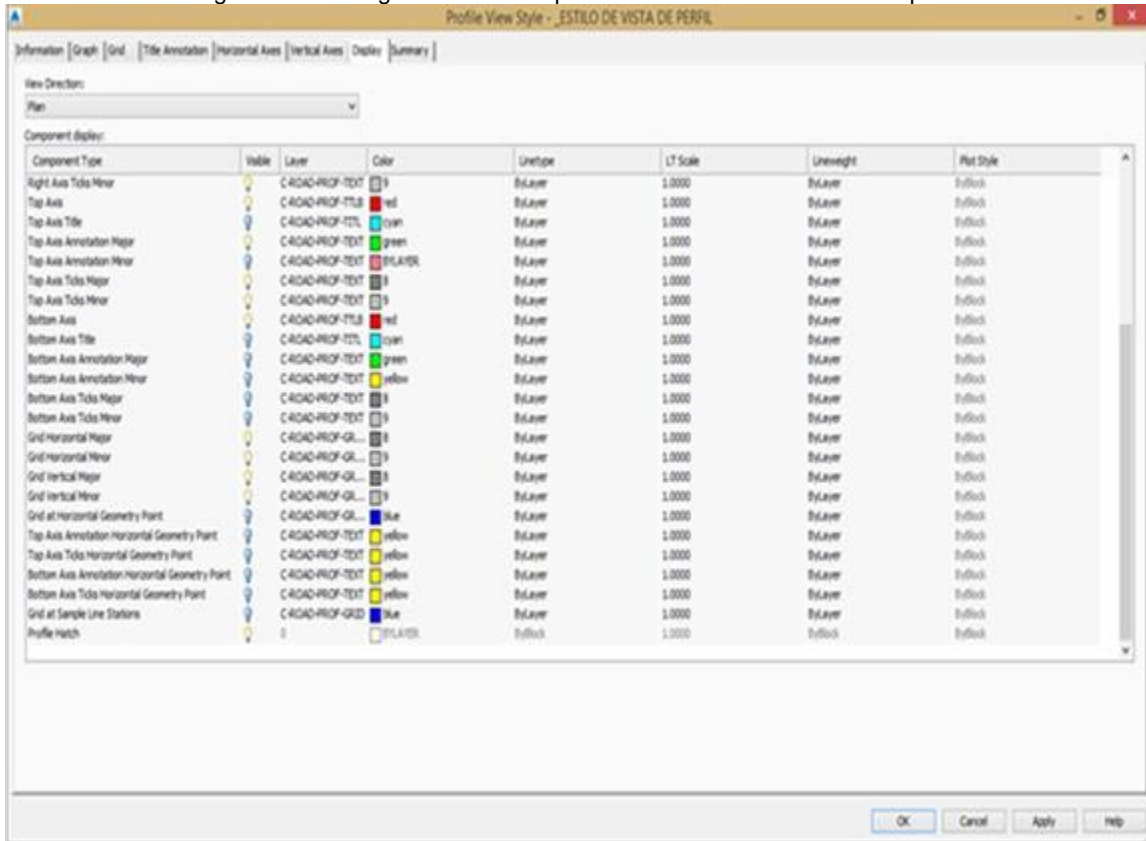
c) Activar "Left" y realizar las configuraciones que se muestran en la figura 241.

Figura 241. Configuración de ejes verticales.



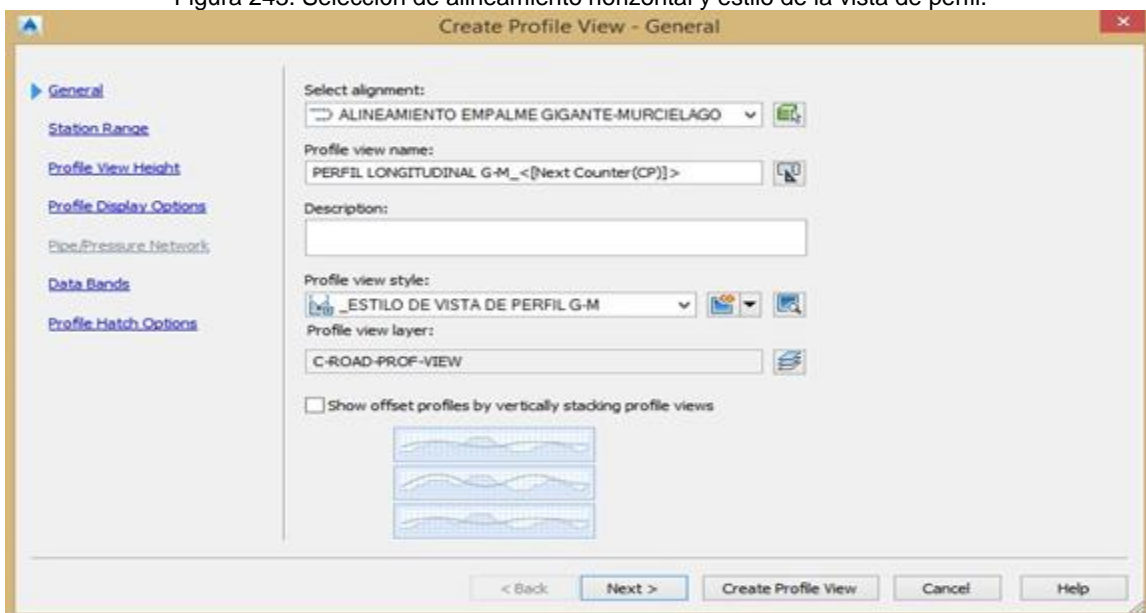
En pestaña Display: A todos los componentes que conformarán el estilo de la vista de perfil, se les deberán asignar los colores que se muestra en la figura 242. Luego hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 242. Configuración de componentes del estilo de la vista de perfil.



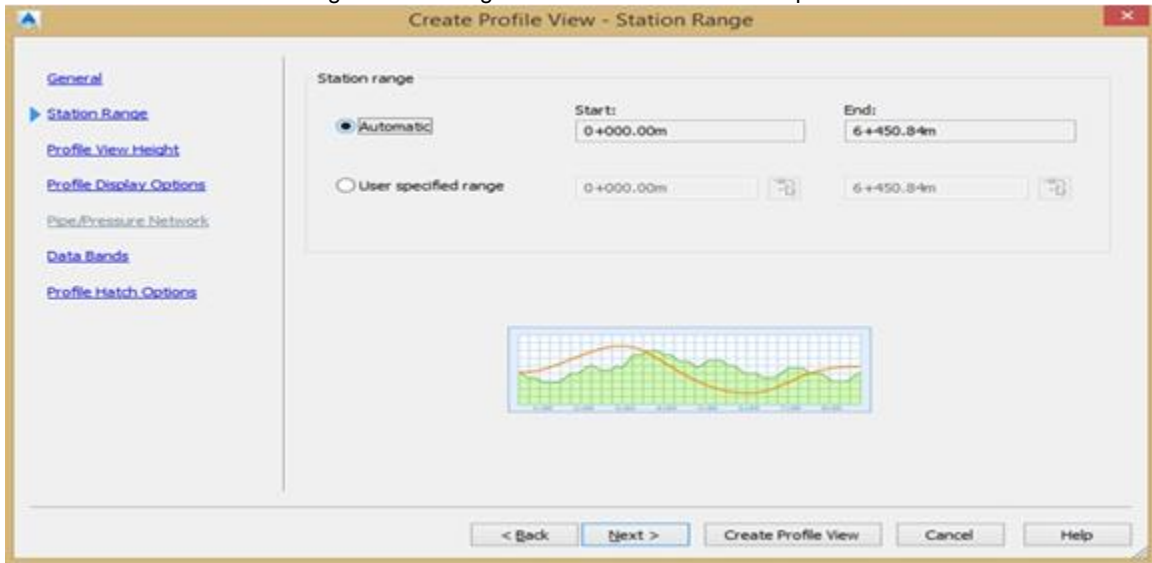
En el cuadro que permanece abierto “Create Profile View”, en la opción “Profile view layer”, seleccionar “C-ROAD-PROF-VIEW” (es la capa que tiene por defecto la plantilla que se está usando), ver figura 243, luego click izquierdo en Next.

Figura 243. Selección de alineamiento horizontal y estilo de la vista de perfil.



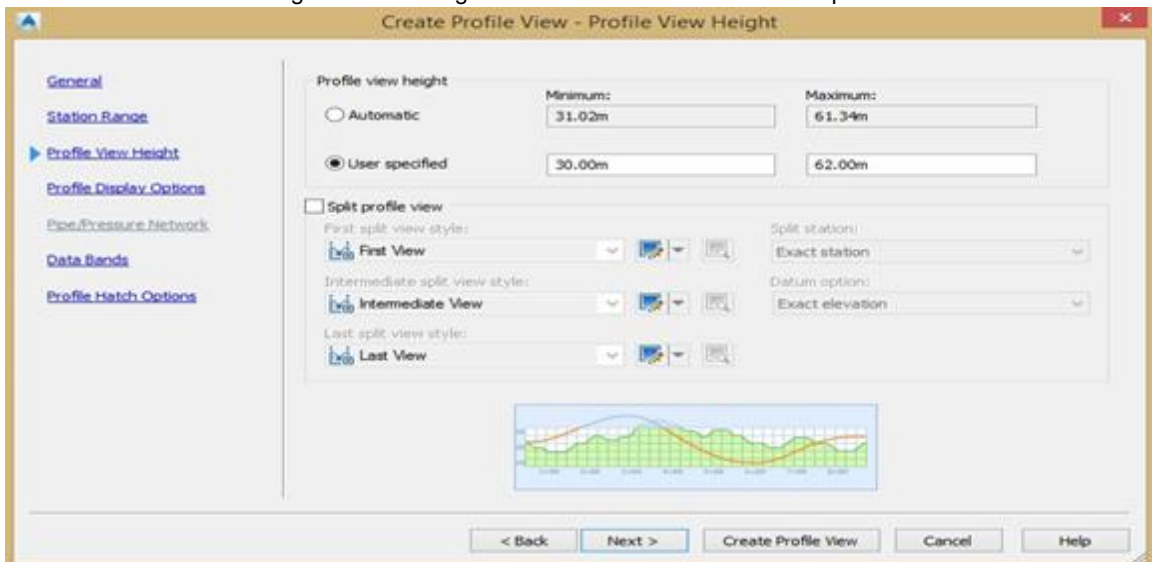
A continuación se procederá a especificar el rango de alineamiento al cual se quiere realizar el perfil. Para ello, activar la opción “Automatic” y por defecto en las opciones “Start” y “End” aparecen las estaciones que corresponden al inicio y final del alineamiento (Estas se habían seleccionado en la figura 234. Pag 151), ver figura 244. Luego hacer click izquierdo en Next.

Figura 244. Rango de estación de la vista del perfil.



En “Profile View Height” se especificará la altura del perfil, es decir la altura mínima y máxima, para ello activar “User specified” y en Mínimum teclear “30m” y en Máximo “62m”, luego desactivar “Split profile view” (para que la vista del perfil no sea dividida), ver estas configuraciones en la figura 245. Luego hacer click izquierdo en Next y Next.

Figura 245. Configuración de la altura de la vista del perfil.



Seguidamente se elegirá el conjunto de bandas a aplicar en el perfil, estas bandas se pueden colocar en la parte inferior o superior de la visualización del perfil para anotar datos de elevación y estaciones del perfil, puntos de geometría vertical u horizontal, etc. Las bandas se pueden añadir a una visualización del perfil como un conjunto o de forma individual.

Por lo tanto en la opción “Select band set”, seleccionar ”EG-FG Elevation and Station” donde:

EG: Existing Ground (Terreno existente).

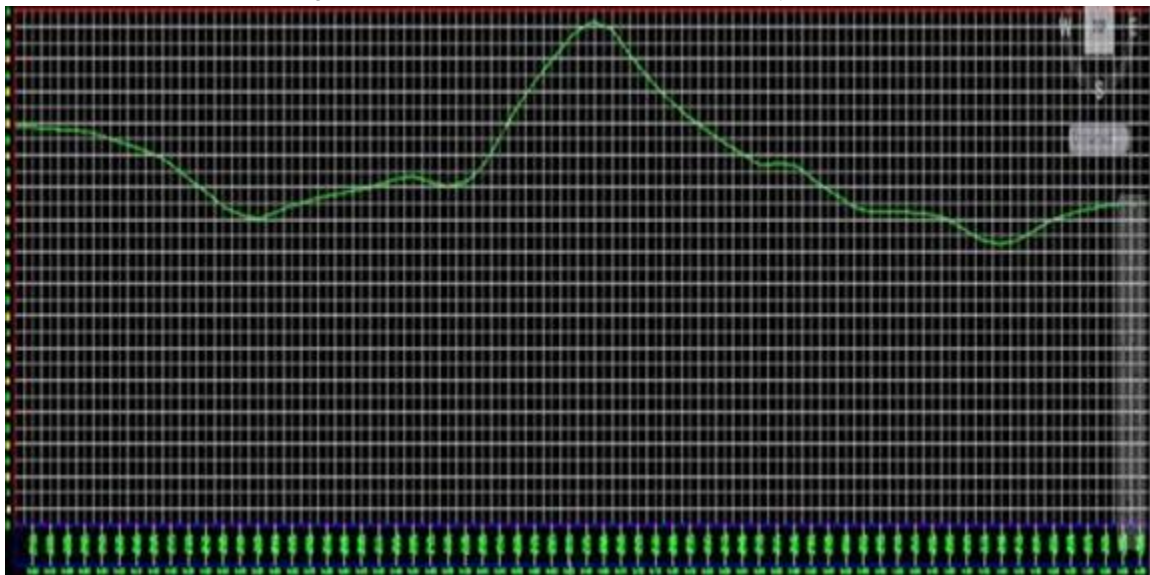
FG: Finish Ground (Rasante).

Esto indica que los datos que tendrá la banda serán correspondientes al terreno existente y a la rasante, con sus respectivas estaciones y elevaciones.

Posteriormente en “List of bands”, en “Location” seleccionar “Bottom of Profile view” (Para que la banda se ubique debajo de la vista de perfil), luego click izquierdo en “Create Profile View” para crear la vista del perfil. Finalmente hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo para que el perfil sea insertado, en la figura 246 se podrá apreciar la vista del perfil y la banda creada.

**Nota:** Si se desea modificar algún dato de las configuraciones antes mencionadas, seleccionar la vista del perfil, hacer click derecho y seleccionar “Edit Profile view style” y se procede a editar lo que se requiere.

Figura 246. Visualización de la vista del perfil y banda.





### 7.3 DISEÑO DE LA RASANTE

El trazado de la rasante de una vía está formado por una serie de elementos como tramos rectos o tangentes (pendientes o rampas), los cuales se conectan por curvas verticales parabólicas, que pueden ser cóncavas o convexas, ver Figura 247; Estos elementos del perfil se describen a continuación:

Figura 247. Elementos que forman el trazado en perfil.



Fuente: Documento "Trazado de Carreteras" de Universidad Politécnica de Catalunya. Pag. 84.

**Rampas:** Tramos que poseen una inclinación positiva en el sentido de la marcha de los vehículos. Dicho de otro modo, son aquellos tramos de vía que el vehículo recorre cuesta arriba. En estas zonas se produce una reducción de la velocidad de los vehículos, especialmente grave en la categoría de los vehículos pesados.

**Pendientes:** Son tramos de calzada de inclinación negativa en el sentido de la marcha. Este aspecto favorece un aumento de la velocidad de circulación de los vehículos. Ver Figura 247.

**Acuerdos o curvas verticales:** Tramos de inclinación variable, empleados para efectuar una transición suave entre dos rasantes consecutivas. Generalmente suele emplearse la parábola como forma geométrica de acuerdo, por lo que se les da el nombre de acuerdos parabólicos. Matemáticamente, pueden caracterizarse los diferentes elementos de la rasante en función de la variación de su pendiente con la distancia recorrida:

$$i = b_0 + b_1 \cdot x$$

Donde:

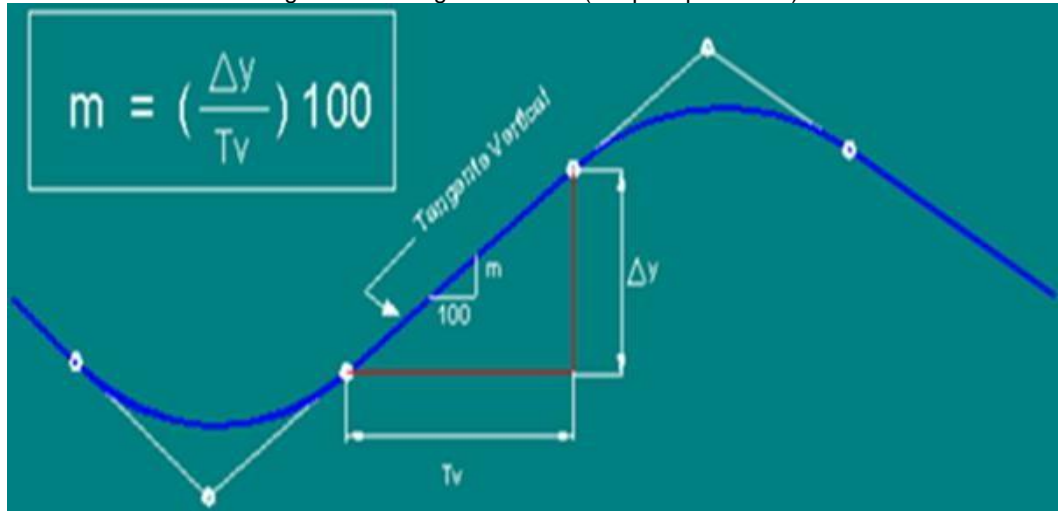
$i$  = Pendiente existente.

$x$  = Proyección horizontal de la longitud recorrida ( $L$ ).

$b_0$  y  $b_1$  = Coeficientes.

Según los valores que adopten los coeficientes de la anterior expresión obtenemos los tres tipos de elementos existentes: Rampas, pendientes y acuerdos parabólicos (ver figura 248), cuyas principales características se han resumido en la siguiente tabla 33.

Figura 248. Tangente vertical (rampa o pendiente).



Fuente: Manual para la Revisión de Diseños Geométricos. Pag. 62.

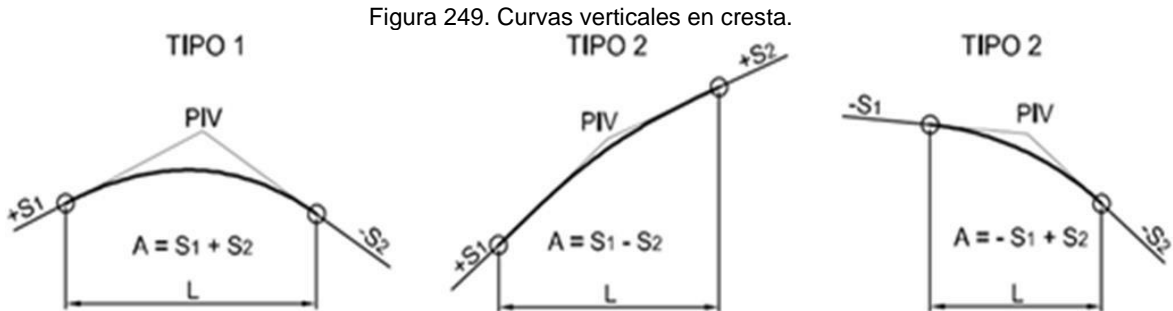
Tabla 33. Características de los elementos que conforman la rasante.

ELEMENTO	RAMPA <b>R</b>	PENDIENTE <b>P</b>	ACUERDO <b>AP</b>
<b>Geometría</b>	Recta	Recta	Parábola
<b>Parámetros geométricos</b>	Inclinación (i) Longitud (L)	Inclinación (i) Longitud (L)	Parámetro (K <sub>v</sub> ) Longitud (L)
<b>Mod. polinómico</b>	$i = b_0$	$i = b_0$	$i = b_0 + b_1 \cdot x$
<b>Inclinación (i)</b>	$i > 0$	$i < 0$	$i = f(x)$
<b>Características genéricas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de la velocidad, especialmente en vehículos pesados</li> <li>- Precisa mayor distancia de adelantamiento</li> <li>- Plantean problemas de capacidad</li> <li>- Los vehículos tienen mayor consumo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la velocidad de los vehículos</li> <li>- Precisa mayor distancia de parada</li> <li>- Menor seguridad en condiciones desfavorables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantean problemas de visibilidad</li> <li>- Deben situarse en consonancia con el trazado en planta</li> </ul>

Fuente: Manual de Carreteras 1. Luis Bañón Blázquez y José F. Beviá García. Capítulo 12. Pag. 2.

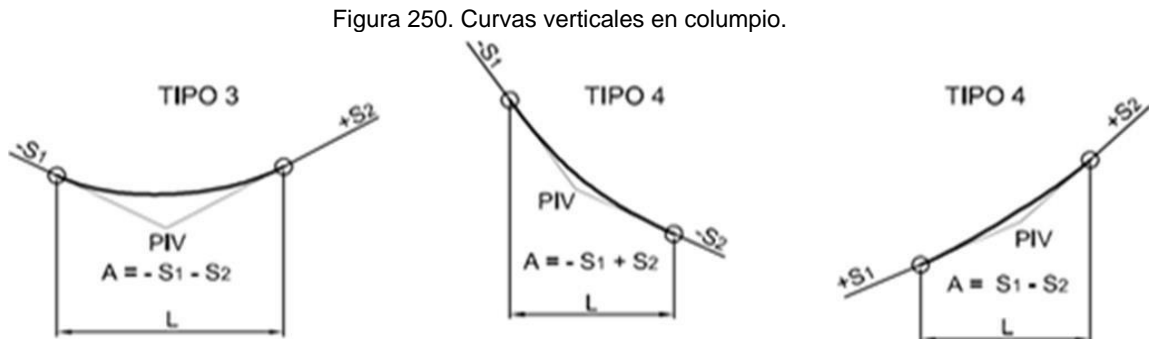
**Diseño de curvas verticales:** El diseño de la rasante corresponde a la creación del perfil compuesto. En los perfiles compuestos se utilizan dos tipos de curvas, en cresta o en columpio.

- Las curvas en cresta, divisorias o acuerdos convexos se sitúan en cimas. Existen tres tipos de acuerdos convexos: Transición de pendiente positiva a negativa, de positiva a positiva y de negativa a negativa. Ver figura 249.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la República de COLOMBIA 2008. Pag. 132.

- Las curvas en columpio, depresión, vaguada o acuerdos cóncavos se sitúan en valles. Existen tres tipos de acuerdos cóncavos: Transición de pendiente negativa a positiva, negativa a negativa y positiva a positiva. Ver figura 250.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la República de COLOMBIA 2008. Pag. 132.

Cuando la diferencia algebraica ( $A = P_2 - P_1 < 0.5\%$ ), entre la pendientes a unir sea menor de 0.5%, las curvas verticales no son necesarias, ya que el cambio es tan pequeño que en el terreno se pierde durante la construcción.<sup>28</sup>

Cuando  $A < 0$ , la curva es de tipo cresta, en caso contrario, cuando  $A > 0$ , la curva esta en columpio.<sup>29</sup>

<sup>28,29</sup> Documento de Apoyo de Asignatura de Diseño Geométrico de Vías, UNI, Unidad II. Pag. 137.

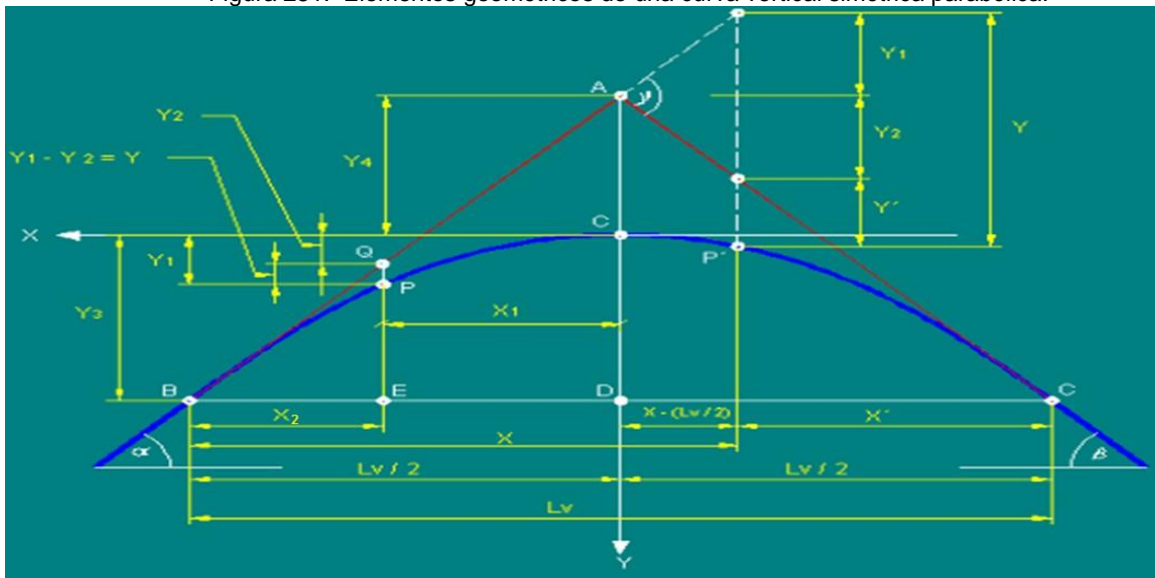
En el diseño de la rasante, el criterio a seguir debe ser el de seguridad, que el diseño satisfaga cuando menos la distancia de visibilidad de parada.

Las curvas verticales deben tener las características siguientes<sup>30</sup>.

- ✓ Proporcionar un cambio de operaciones segura y comfortable.
- ✓ Brindar una apariencia agradable al conductor.
- ✓ Permitir el drenaje adecuado a la vía.

Los elementos geométricos de una curva vertical simétrica parabólica se muestran en la figura 251.

Figura 251. Elementos geométricos de una curva vertical simétrica parabólica.



Fuente: Manual para la Revisión de Diseños Geométricos. Pag. 64.

La ecuación particular de la parábola cuando el eje vertical coincide con el eje "Y" y el vértice "C" en el origen (0,0), según el sistema de coordenadas X vs Y es.  $Y = KX^2$ .

A = PIV: Punto de intersección vertical.

B = PCV: Principio de la curva vertical.

C = PTV: Principio de tangente vertical.

BC = Lv: Longitud de curva vertical, medida en proyección horizontal.

CA = Ev: Externa vertical. Es la distancia vertical del PIV a la curva.

CD = f: Flecha vertical.

P(X1, Y1): Punto sobre la curva de coordenadas (X1, Y1).

<sup>30</sup>Documento de Apoyo de Asignatura de Diseño Geométrico de Vías de UNI, Unidad II, Pag. 137.

Q(X1, Y2): Punto sobre la tangente de coordenadas (X1, Y2), situado sobre la misma vertical de "P".

$m = \tan \alpha$ : Pendiente de la tangente de entrada.

QP = y: Corrección de pendiente. Desviación vertical respecto a la tangente de un punto sobre la curva "P" a calcular.

BP = Distancia vertical entre PCV y el punto "P" de la curva.

$\alpha =$  Ángulo de pendiente de la tangente de entrada.

$\beta =$  Ángulo de pendiente de la tangente de salida.

$\forall =$  Ángulo entre las dos tangente de salida. Ángulo de deflexión vertical.

$n = \tan \beta$ : Pendiente de la tangente de salida.

$I = \tan \forall$ : Diferencia algebraica entre las pendiente de la tangente de entrada y salida.

**Recomendaciones para el trazado de la rasante:** El trazado de la rasante suele adaptarse generalmente a las exigencias topográficas del terreno por el que discurre la carretera, para que de esta forma minimizar el movimiento de tierras, y además procurando mantener el equilibrio entre los volúmenes de corte y terraplén. Así se convierte en un elemento decisivo desde el punto de vista técnico y económico, ya que debe mantener un equilibrio (muchas veces inestable) entre factores aparentemente antagónicos como comodidad y economía y por supuesto garantizar condiciones de seguridad aceptables.

❖ Para el diseño de curvas verticales en crestas, existen dos condiciones:

$D < L$  (ver Figura 252) y  $D > L$ , para el cual sus correspondientes fórmulas se aprecian en el cuadro de los criterios de seguridad, comodidad, apariencia, y drenaje.

Donde:

D=Distancia de visibilidad.

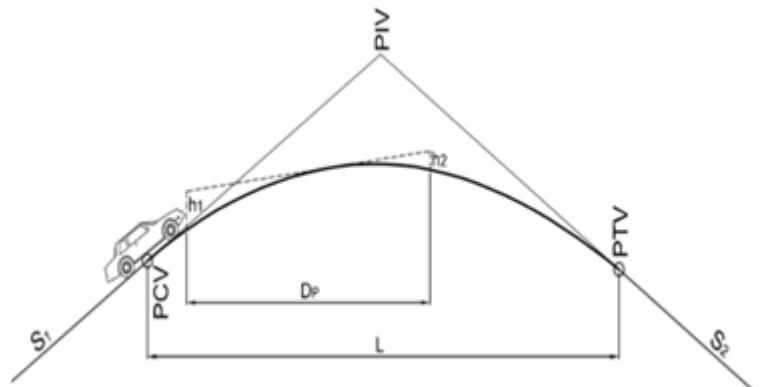
L=Longitud mínima de curva vertical en cresta.

A=Diferencia algebraica de pendientes (%).

S1= Pendiente de entrada.

S2= Pendiente de salida.

Figura 252. Elementos para determinar la longitud mínima de la curva vertical en cresta según el criterio de seguridad cuando  $D < L$ .





Para el diseño de curvas verticales se consideraron los criterios de longitudes mínimas de curvas mostrados en la tabla 33 “Criterios de seguridad, comodidad, apariencia y drenaje para el diseño de curvas verticales. Pag.166.

- ❖ Para el diseño de curvas verticales en columpios, se han identificado cuatro criterios para usarse en el cálculo de las longitudes de curvas en columpio.
  - El primero se base en la distancia iluminada por los faros delanteros del vehículo.
  - La siguiente toma en cuenta básicamente una sensación subjetiva de comodidad en la construcción, cuando el vehículo cambia de dirección en el alineamiento vertical.
  - El tercero considera requerimientos de drenaje.
  - El último se basa en consideraciones estéticas.

Para el primer criterio se consideran dos casos cuando  $D < L$  y cuando  $D > L$ , para el cual sus correspondientes fórmulas que se aprecian en tabla 34. Pag.166.

Donde:

$D$ =Distancia de visibilidad iluminada por los faros del vehículo.

$L$ =Longitud mínima de curva vertical en columpio (m).

$H$ = Altura de los faros ( $H= 0.6\text{m}$ ).

$\alpha$ =Ángulo de  $1^\circ$  de divergencia de los rayos de luz. Ver figura 253.

Figura 253. Elementos para determinar la longitud mínima de la curva vertical en columpio según el criterio de seguridad cuando  $D < L$ .

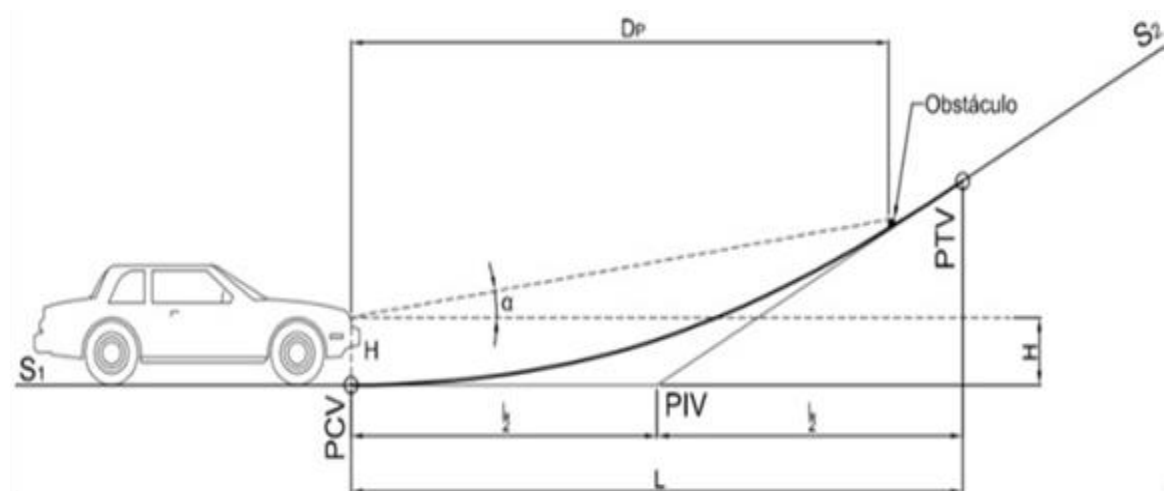


Tabla 34. Criterios de seguridad, comodidad, apariencia y drenaje, para el diseño de curvas verticales.

CRITERIO	CASO	LONGITUD DE CURVA VERTICAL		N° DE PÁGINA DE FUENTE
		CRESTA/CONVEXAS	COLUMPIO/ CONCAVA	
SEGURIDAD (VISIBILIDAD)	D > L	Distancia de Visibilidad de Parada. $L=2Dp-404/A$	Distancia de Visibilidad de Parada. $L=2Dp - ((120+3.5Dp)/A)$	Pag.4-66 (CRESTA/CONVEXA) SIECA 2004. 2 Edición.
		Distancia de Visibilidad de Rebase. $L=2DR-946/A$	Distancia de Visibilidad de Rebase. No hay formula, porque se pueden ver los faros del vehículo que viene en sentido contrario.	Pag.470 (COLUMPIO/CONCAVA) SIECA 2004. 2 Edición.
SEGURIDAD (VISIBILIDAD)	D < L	Distancia de Visibilidad de Parada. $L=(A*Dp^2)/404$	Distancia de Visibilidad de Parada. $L= (A*Dp^2)/(120+3.5Dp)$	Pag.4-66 (CRESTA/CONVEXA) SIECA 2004. 2 Edición.
		Distancia de Visibilidad de Rebase. $L=(A*DR^2)/946$	Distancia de Visibilidad de Rebase. No hay formula, porque se pueden ver los faros del vehículo que viene en sentido contrario.	Pag.470 (COLUMPIO/CONCAVA) SIECA 2004. 2 Edición.
COMODIDAD			$L \geq (A*V^2)/395$	Pag.4-66 (CRESTA/CONVEXA) SIECA 2004. 2 Edición.
APARIENCIA			$L \geq A* 30$	Pag.4-70 (COLUMPIO/CONCAVA) SIECA 2004. 2 Edición.
DRENAJE		$L \leq 43 * A$	$L \leq 43 * A$	Pag.4-71 (CRESTA/CONVEXA) SIECA 2004. 2 Edición.
				Pag.4-71 (COLUMPIO/CONCAVA) SIECA 2004. 2 Edición.
SEGURIDAD (GENERAL)		$L = K*A$	$L = K*A$	Pag.4-71 (CRESTA/CONVEXA) SIECA 2004. 2 Edición.
				Pag.4-66 (COLUMPIO/CONCAVA) SIECA 2004. 2 Edición.

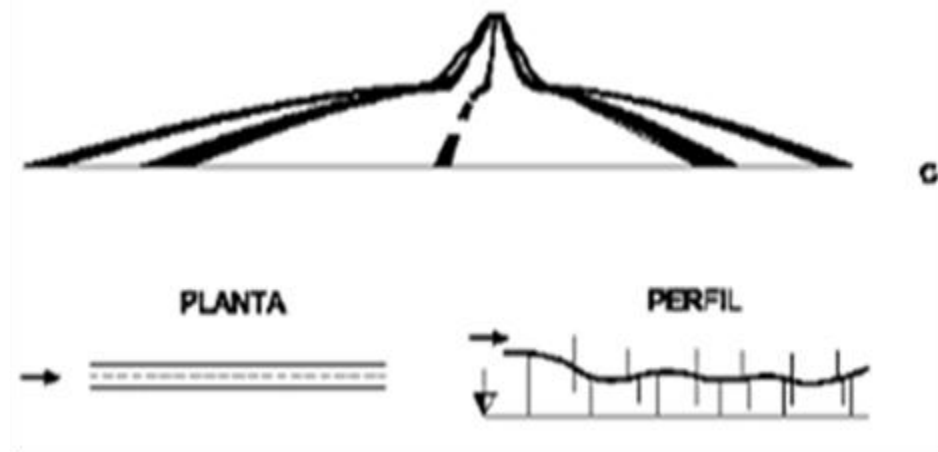
Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño de las Carreteras Regionales SIECA, 2da Edición 2004.

En el presente documento, no se consideró la distancia de visibilidad de rebase como control para el diseño de las curvas verticales en crestas, debido a que genera longitudes de curvas mayores a las correspondientes a la distancia de visibilidad de parada. Lo que hace pensar que para diseñar con estas longitudes conduce a considerar elevación de los costos de construcción; además para recomendar estas distancias, debe haber una combinación favorable entre la topografía del terreno, seguridad y volúmenes de tránsito, que dé como resultado su plena justificación.<sup>31</sup>

En el presente documento (ver Pag. 15), se presentan los criterios para la superposición de planta y perfil, sin embargo, a continuación se presentan algunas combinaciones incorrectas en la superposición de planta y perfil.

- ❖ No debe proyectarse curvas horizontales de radio mínimo, en correspondencia o próximas al punto más bajo de una curva vertical cóncava que enlace rasantes de pronunciadas pendientes descendentes, puesto que el incremento de la velocidad que dicha rasante generan incrementos de accidentes.
- ❖ La sucesión de curvas verticales en tramos rectos o curvos, que permitan la visión de trazado como un tobogán, son antiestéticas y deben evitarse. Ver figura 254.

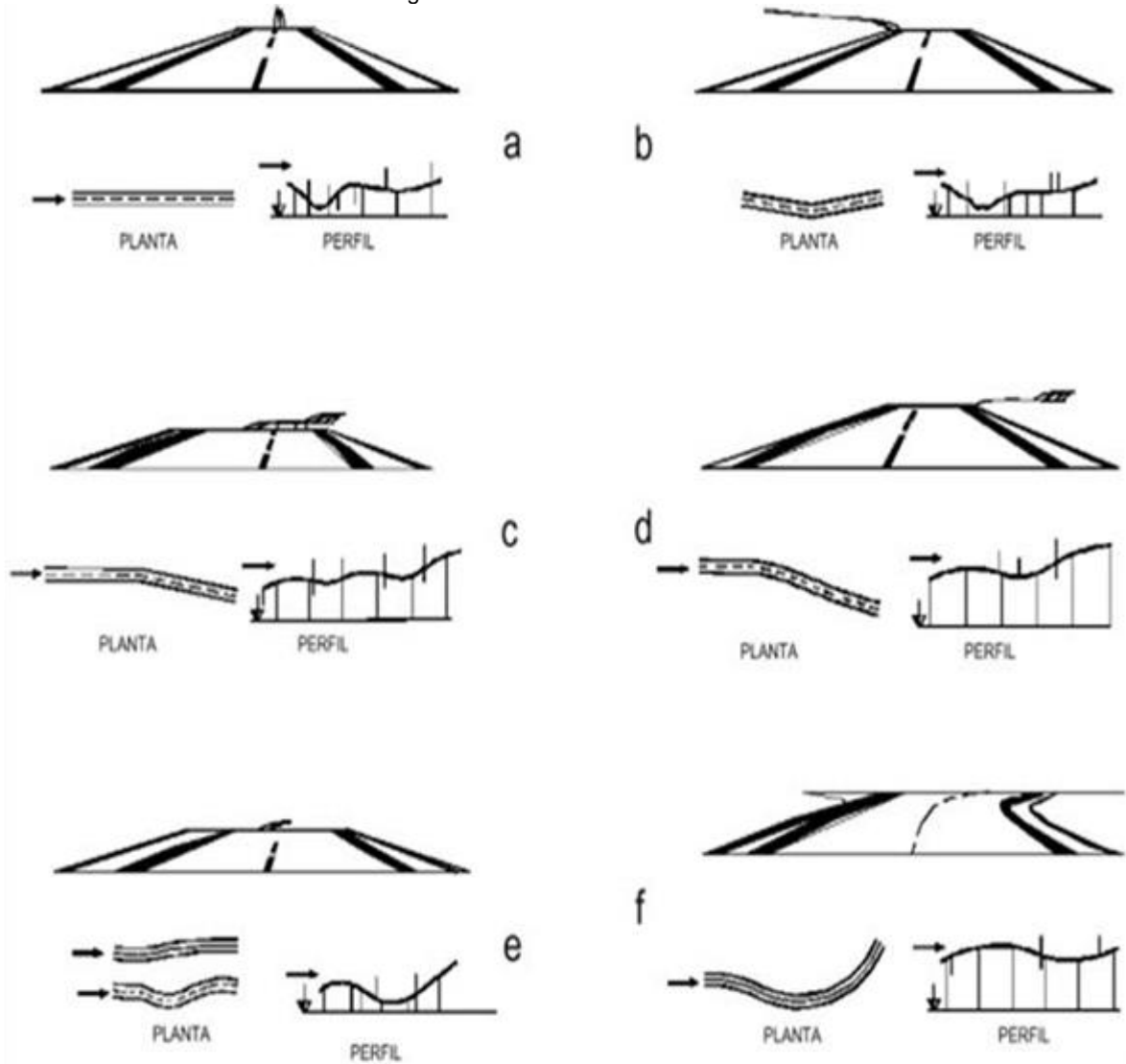
Figura 254. Sucesión de curvas verticales en tramos rectos o curvos.



**Pérdidas de trazado:** Es la desaparición de la plataforma a la vista del conductor y su reaparición a una distancia que no es lo suficientemente grande como para hacer desaparecer el efecto psicológico adverso (Incertidumbre) que tal situación produce, ver figura 255.

<sup>31</sup>Manual Centro Americano de Normas De Las Carreteras Regionales SIECA, 2da Edición. Pag.4-66.

Figura 255. Pérdidas de trazado.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001). Pag. 329.

a) Pérdida de trazo en tangente.

b) Pérdida de trazo en curva amplia.

c) Pérdida de trazo, genera peligro pues no se tiene distancia de visibilidad de adelantamiento.

d) Pérdida de trazo, genera peligro, se tiene distancia de visibilidad de adelantamiento, pero la perspectiva hace difícil la evaluación de las distancias.

e, f) Pérdida de trazo, donde el conductor puede equivocarse francamente su apreciación del desarrollo del trazado y del tránsito contrario.

El perfil longitudinal de la vía se convierte así en un elemento decisivo desde el punto de vista técnico y económico, ya que debe mantener un equilibrio (muchas veces inestable) entre factores aparentemente antagónicos como comodidad y economía y por supuesto garantizar condiciones de seguridad aceptables.

El contenido gráfico del perfil consta no sólo de las diferentes rasantes y acuerdos que componen la vía, sino que viene acompañado del perfil topográfico del terreno pre-existente. Además, sobre él se sitúan las distintas obras de fábrica que componen la obra (Puentes, alcantarillas, etc.) así como las infraestructuras que interceptan su trayectoria, (Tendidos eléctricos, canales u otras carreteras) o accidentes naturales, como lagos o ríos.

**Creación de la rasante:** El procedimiento para crear la rasante es el siguiente: Inicialmente se debe encender la capa Tangente, luego teclear el comando Línea y luego trazar los segmentos rectos (tangentes) en el perfil, ajustándolo lo más posible que se pueda al terreno. Una vez realizado esto presionar Enter, luego seleccionar el comando “Chamfer” y luego seleccionar el primer segmento recto y luego el siguiente y así sucesivamente (Esto se realiza para que se unan las tangentes). En la Figura 256 se aprecia la unión de las tangentes.

Figura 256. Aplicación del comando Chamfer.



A continuación se realizará la creación de la rasante, se establecerá el nombre, estilo, entre otros. Para ello se selecciona la vista del perfil, luego hacer click izquierdo en el ícono “Profile Creation Tools” (Herramientas para creación de perfiles).




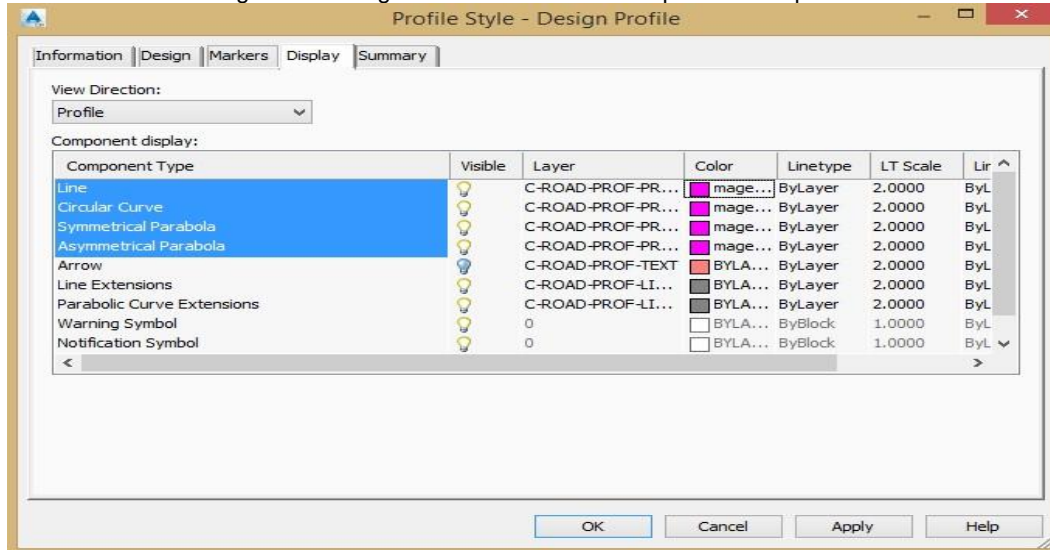

En el cuadro que se despliega “Create Profile”, nombrar a la rasante como “RASANTE G-M\_<[NEXT COUNTER (cp)]>”. Luego en pestaña General, en ”Profile style”(Estilo del perfil) seleccionar “Design Profile” y hacer click izquierdo en el desplegable . En el cuadro que se despliega “Profile Style”, seleccionar la pestaña “Display” y a los componentes (Line, Circule Curve, Symmetrical Parábola, y Asymetrical Parábola) asignarles el color Magenta, ver figura 257, luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 257. Asignación de color a los componente del perfil.



Luego seleccionar la pestaña “Design criteria”, y activar “Use criteria based design” seguidamente hacer click izquierdo en  y seleccionar la Norma “Auto Desk Civil 3D Metric (2004) Roadway design estándares”, luego click izquierdo en Open y Ok.

Posteriormente en la barra de herramientas “Profile Layout Tools” (Ver figura 258), se presentan las diferentes opciones que permiten crear el trazado vertical, estas se enumeraron del 1 al 19, y se describen a continuación:

Figura 258. Herramientas de composición del perfil.



1. Esta opción permite dibujar tangente, dibujar tangentes con curvas, configurar las curvas.
2. Insertar un PIV a lo largo del tramo en tangencia existente.
3. Elimina el PIV más cercano a un punto designado.

4. Desplaza un PIV seleccionándolo hasta una nueva ubicación elegida.
5. Crea entidades del tipo Tangente, tales como: Tangente fija (dos puntos), Tangente fija-ajuste óptimo, Tangente flotante (punto de paso), Tangente flotante (ajuste óptimo) y Tangente libre.
6. Crea entidades tipo parabólicas y circular, tales como: Curvas verticales de tipo fija, curvas en interacción con la alineación vertical con parámetros (k o radio), puntos de paso, pendientes y mediante ajuste óptimo, curvas libres (creación por parábola, circular) y por ajuste óptimo.
7. Convierte líneas y splines de AutoCAD a entidades de alineación vertical, acorde con las condiciones de existencia de contorno.
8. Inserta un PIV en una ubicación en específico.
9. Modifica las elevaciones del perfil proyectado, es decir permite elevar o bajar un PIV.
10. Copia un perfil proyectado con todas sus entidades de alineación vertical geométricas.
11. Permite configurar la presentación de datos de los PIV y de las entidades.
12. Selecciona un PIV o entidad y muestra sus parámetros de composición al enlazarlo con el editor de parámetros de composición de perfil.
13. Alarga la entidad, ya sea una parábola o tangente fija o flotante según la extensión de visualización que se requiera.
14. Suprime una entidad, que por lo general son curvas existentes en una alineación vertical
15. Edita datos de ajuste óptimo para todas las entidades.
16. Proporciona información de los parámetros de composición del perfil, tales como curvas y tangente, detallando su composición, geometría, restricciones y parámetros de creación.
17. La vista de rejilla de perfil, despliega una ventana emergente con toda la información general, restrictiva y paramétrica de todas las entidades presentes en la alineación vertical.
18. deshace los cambios efectuados solo en la alineación vertical sin afectar el resto de operaciones realizadas en el proyecto.
19. Rehace con la misma función que el punto anterior, pero en orden inverso y solo aplicado a la alineación vertical.


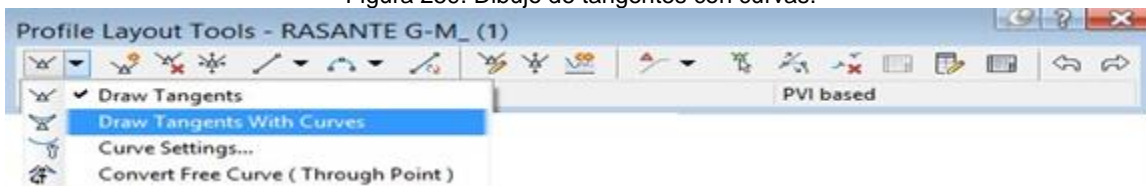
Continuando con la creación de la rasante, de las opciones antes mencionadas, se extenderá la opción número 1, es decir extender el ícono  y seleccionar "Draw Tangent with curve" (Dibujar tangente con curvas verticales), esto con el fin, que la curva vertical sea la continuidad entre dos tangentes uniformes con diferentes pendientes. Ver figura 259.

Figura 259. Dibujo de tangentes con curvas.



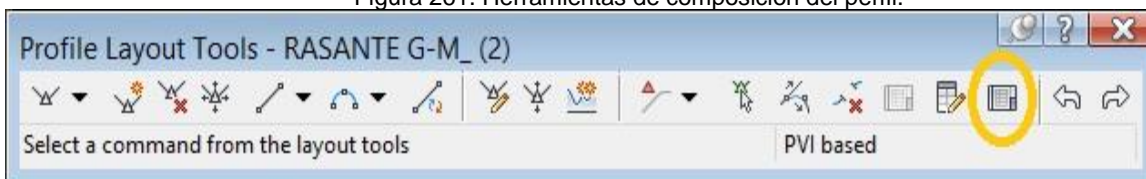
Luego se procede a redibujar las tangentes trazadas anteriormente, una vez realizado esto, presionar Enter, en la figura 260 se aprecia las tangentes de color magenta, además se observa el perfil con las curvas verticales trazadas.

Figura 260. Tangentes con curvas verticales.



Para verificar que el diseño de las curvas verticales está cumpliendo con las normas correspondientes, se selecciona el perfil, hacer click izquierdo y seleccionar “Geometric editor” (Editor geométrico), este ícono aparece enmarcado de color anaranjado en la figura 261.

Figura 261. Herramientas de composición del perfil.



Luego se mostrará el cuadro de diálogo con la información correspondiente a cada una de las curvas verticales. En caso que aparezca alguna infracción, estas se corrigen de igual forma como se corrigió en el alineamiento horizontal. En la tabla 35 pag. 173, se muestra los resultados de los elementos de curvas verticales.

Tabla 35. Resultados de los elementos de curvas verticales.

DATOS DE GEOMETRÍA VERTICAL											
No. PI	ESTACIÓN DE PIV	PENDIENTE DE ENTRADA	PENDIENTE DE SALIDA	A (DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES)	TIPO DE CURVA	LONG. DE CURVA VERTICAL (m)	VALOR K, Long. (m) por % de A	VALOR DE K DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA CRESTA	VALOR DE K DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE DE CRESTA	VALOR DE K DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA DE COLUMPIO	VD (km/hr)
1	0+160.00	-0.74%	-5.05%	-4.31%	CRESTA	120.631	28.000	7.000	138.000		50
2	0+264.60	-5.05%	0.79%	5.84%	COLUMPIO	75.896	13.000			13	50
3	0+530.00	0.79%	6.94%	6.15%	COLUMPIO	124.046	20.161			13	50
4	0+665.02	6.94%	-3.92%	-10.86%	CRESTA	104.148	9.589	7.000	138.000		50
5	0+870.00	-3.92%	-2.78%	1.14%	COLUMPIO	80.768	71.012			13	50
6	0+960.00	-2.78%	-0.94%	1.84%	COLUMPIO	40.578	22.012			13	50
7	1+138.56	-0.94%	2.26%	3.20%	COLUMPIO	82.252	25.703			13	50
8	1+226.65	2.26%	0.57%	-1.69%	CRESTA	81.286	48.015	7.000	138.000		50
9	1+477.23	0.57%	6.27%	5.70%	COLUMPIO	109.424	19.198			13	50
10	1+574.74	6.27%	0.55%	-5.72%	CRESTA	80.000	13.986	7.000	138.000		50
11	1+749.23	0.55%	-2.94%	-3.49%	CRESTA	140.000	40.079	7.000	138.000		50
12	2+250.73	-2.94%	1.32%	4.26%	COLUMPIO	94.254	22.128			13	50
13	2+513.42	1.32%	-0.90%	-2.22%	CRESTA	141.497	63.897	7.000	138.000		50
14	3+158.48	-0.90%	0.50%	1.40%	COLUMPIO	225.573	161.705			13	50
15	3+824.60	0.50%	-1.30%	-1.80%	CRESTA	262.451	145.813	7.000	138.000		50
16	4+666.38	-1.30%	0.55%	1.85%	COLUMPIO	140.000	75.656			13	50
17	5+244.59	0.55%	-1.25%	-1.80%	CRESTA	609.900	339.115	7.000	138.000		50
18	5+877.63	-1.25%	2.76%	4.01%	COLUMPIO	250.000	62.279			13	50

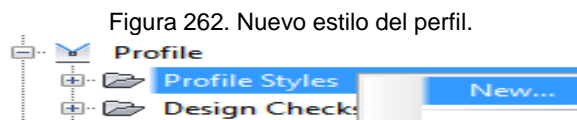
## 7.4 ESTILO, EDICIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PERFIL LONGITUDINAL

Los estilos determinan cómo aparece un perfil. Los perfiles cuentan con estilos de etiqueta que determinan el aspecto y el comportamiento de las mismas en un dibujo. El árbol de configuración del espacio de herramientas permite crear, copiar, editar, configurar y suprimir estilos de dicho objeto. A continuación se procederá a crear el estilo del perfil.

**Estilo del perfil:** Un objeto de perfil puede hacer referencia a dos tipos de estilo:

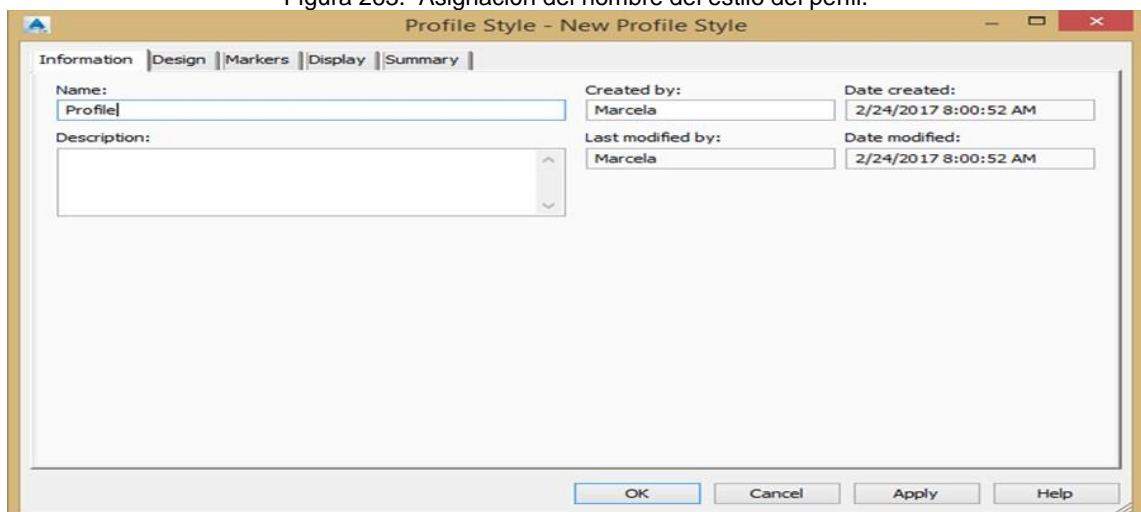
1. Estilo de perfil: Controla la visibilidad de los componentes del perfil y su modelado en dos y tres dimensiones.
2. Estilo de etiqueta de perfil: Controla el aspecto y el contenido de las etiquetas para estaciones, líneas, curvas y puntos de geometría a lo largo del perfil.

Existen diferentes formas para crear estilos de perfil ya sea a partir de un estilo nuevo o a partir de una copia de estilo. Si se desea crear un nuevo estilo de perfil, el procedimiento es el siguiente: En Settings de Toolspace, extender "Profile", seleccionar "Profile Styles", hacer click derecho y seleccionar "New". Ver Figura 262.



Luego en el cuadro "Profile Style", en pestaña Information se nombra el estilo del perfil como "Profile", ver figura 263.

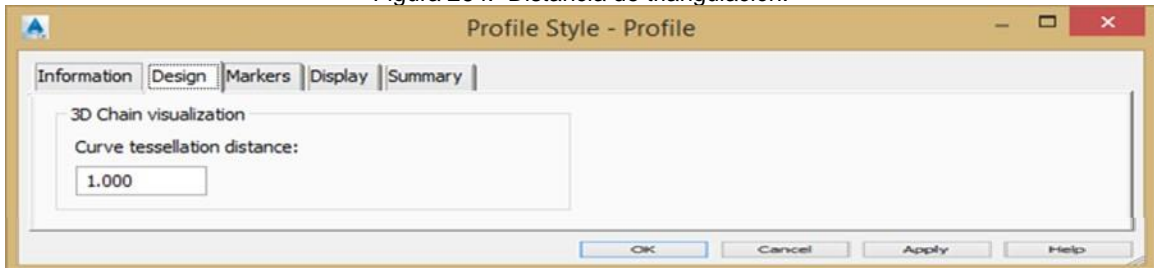
Figura 263. Asignación del nombre del estilo del perfil.





En la pestaña “Design” se permite especificar la distancia de triangulación para controlar la precisión del modelizado de curvas de perfil en las vistas 3D, es decir, la distancia entre las muestras de elevación en la visualización tridimensional de los datos de alineación. Introduzca un número pequeño para obtener una curva 3D suave o uno grande si desea una aproximación más basta. En este caso tecleamos 1, ver figura 264.

Figura 264. Distancia de triangulación.



La pestaña Markers permite especificar los marcadores para las ubicaciones en perfiles de diseño como: Punto de Inflexión Vertical, PIV, Puntos de paso e inicio y final del perfil.


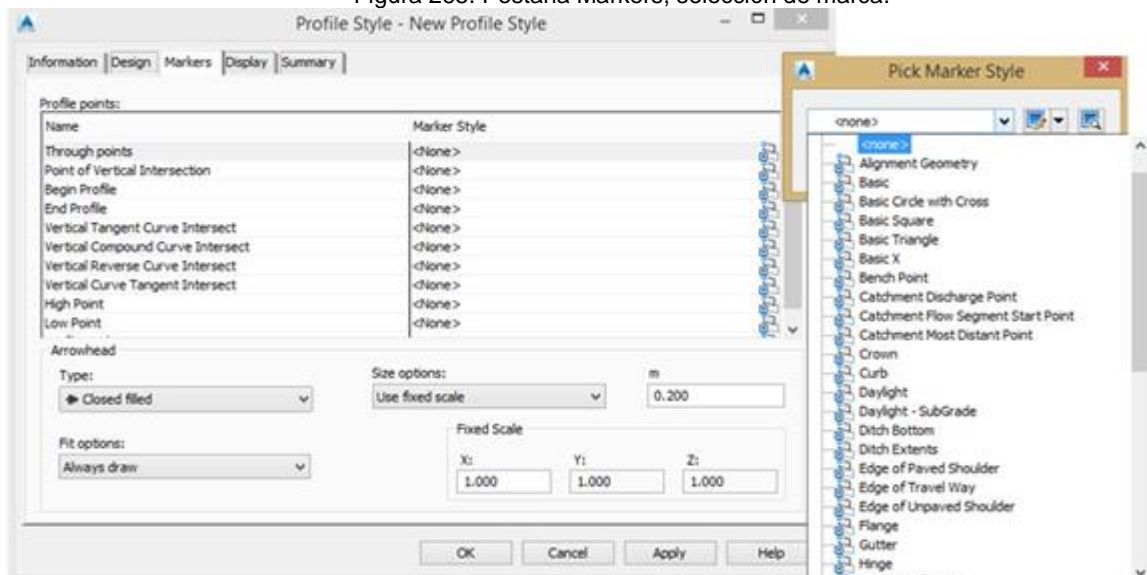
Para modificar el estilo de la marca, hacer click izquierdo en  este se encuentra en la columna “Marker Style” correspondiente a la fila “Through points” del elemento del perfil, en la ventana que se despliega “Pick Marker Style” se asigna la nueva marca, luego hacer click izquierdo en Ok. En el cuadro “Profile Style”, en la sección de “Arrowhead” se especifica el extremo de cota para la flecha de orientación, el tamaño en unidades absolutas o relativas, disminución y escala fija o indicada. ver figura 265.

Figura 265. Pestaña Markers, selección de marca.



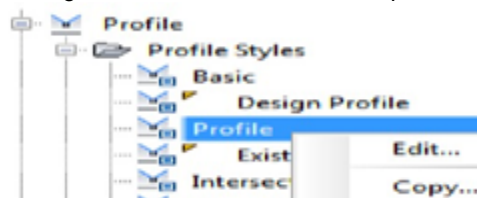
La pestaña Display permite especificar atributos de visualización de componentes del perfil, lo que incluye visibilidad, capa, color, tipo y grosor de línea, escala de tipo de línea y estilo de trazado. Los componentes que se editan son:

- Line: Líneas definidas con longitudes tangenciales reales que forman parte de la geometría de perfil.
- Circular Curve: Curvas circulares definidas que constituyen longitudes de curvas reales dentro del perfil.
- Symmetrical Parabolic: Parábolas simétricas definidas que constituyen longitudes de curvas reales dentro del perfil.
- Asymmetrical Parabolic: Parábolas asimétricas definidas que constituyen longitudes de curvas reales dentro del perfil.
- Arrow (flecha): Muestra la orientación de las entidades de perfil, ya sean definidas o no.
- Line Extensions: Segmentos de línea que se prolongan más allá de la parte definida de una línea a un punto de paso u otra restricción.
- Parabolic Curve Extensions: Segmentos de curvas parabólicas que se prolongan más allá de la parte definida de una curva parabólica a un punto de paso u otra restricción.
- Warning Symbols: Marcas que identifican entidades que infringen las normas especificadas en el archivo de normas de diseño. Este componente se aplica solamente a los perfiles que utilizan normas de diseño.

La pestaña Summary ofrece el resumen de la visualización y las propiedades del estilo.

**Edición del estilo del perfil:** Para editar un estilo de perfil, ubicarse en Settings de Toolspace, extender “Profile Style” y seleccionar el perfil que desea editar, luego hacer click derecho y seleccionar “Edit”. Ver figura 266. Luego se prosigue a editar los componentes que se deseen. Finalmente hacer click izquierdo en Ok.

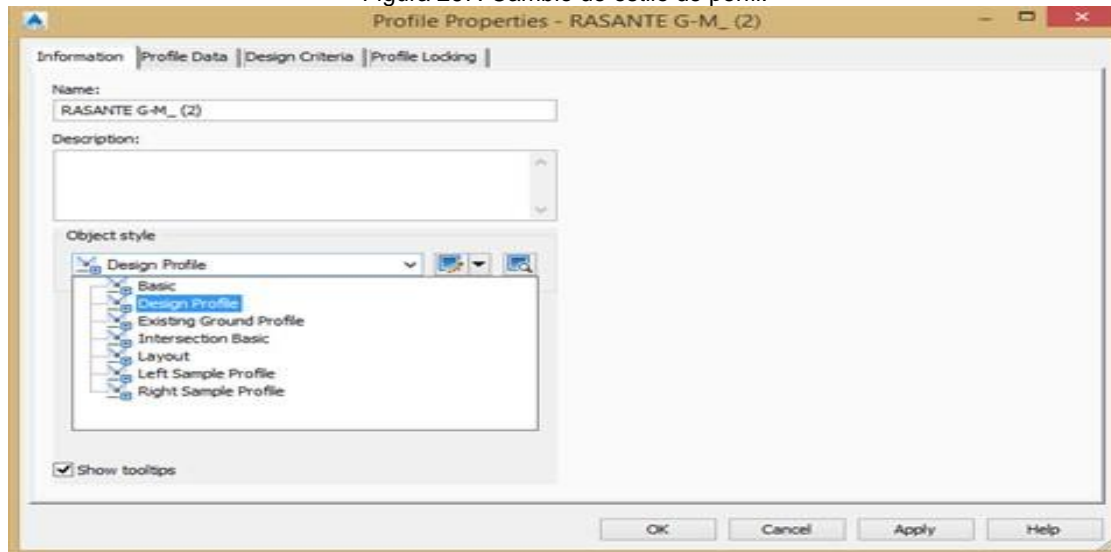
Figura 266. Edición del estilo de perfil.



Cambiar estilo de perfil: Para cambiar el estilo del perfil, seleccionar el perfil, hacer click derecho y seleccionar “Profile Properties” (Propiedades de perfil).

En el cuadro que se despliega “Profile Properties”, en la pestaña Information, en la opción “Object Style” se selecciona el estilo de perfil que se desee, ver figura 267, luego click izquierdo en Apply.

Figura 267. Cambio de estilo de perfil.



Configuración del perfil: En la configuración del perfil, se tratarán los estilos de visualización del perfil y su creación; estos se definen a continuación:

Los estilos de visualización del perfil (View Profile Style) permiten controlar el aspecto del gráfico que muestra el perfil.

Un objeto de visualización del perfil puede hacer referencia a los tipos de estilo siguientes:

- Estilo de visualización del perfil: Controla el formato del gráfico en el que se muestran los perfiles, así como el título y las anotaciones en los ejes.
- Estilo de etiqueta: Controla el formato de dos tipos de etiquetas de colocación manual a lo largo del perfil, la elevación en las estaciones y profundidad (diferencia de elevación o pendiente entre dos puntos cualesquiera).
- Estilo de guitarra o bandas: Controla el formato de las guitarras encima y debajo de la visualización del perfil. Las guitarras muestran elevaciones correspondientes a las estaciones, geometría horizontal, geometría vertical, peralte, datos de sección y datos de tubería.
- Estilo de proyección: Controla el aspecto de objetos proyectados en visualizaciones del perfil o vistas en sección.
- Estilo de forma: Controla el aspecto del sombreado para las áreas de corte y terraplén entre superficies y perfiles.

**Creación del estilo de visualización del perfil:** Anteriormente se explicó como crear un nuevo estilo de perfil, a continuación se describirá como crear un estilo de visualización del perfil, a partir de una copia, para ello, ubicarse en Settings de Toolspace, extender “Profile Style” y seleccionar el estilo del perfil que desea copiar, luego hacer click derecho y seleccionar “Copy”. Luego se repite el mismo procedimiento que se realizó en las pestañas: Information, Design, Marker y Display (cuando se creó el nuevo estilo de perfil en la Pag. 174).

## **7.5 CREACIÓN, ETIQUETADO Y EDICIÓN DE LAS BANDAS DE VISUALIZACIÓN DEL PERFIL**

Al igual que los elementos de curva de alineación horizontal, la creación y el etiquetado de bandas y/o guitaras en un perfil longitudinal son de vital importancia para el desarrollo de todo proyecto que implique llevar una referencia detallada de elevaciones y sus consiguientes inferencias en el diseño, control topográfico, proyección de equipo y de maquinaria adecuada y demás factores que afecten al proyecto en general.

Para poder realizar la edición de las bandas a través de software, es necesario que previamente se cree y se etiquete dichas bandas, esto se realizaría para obtener el estilo definitivo deseado.

### **7.5.1 Creación de bandas de visualización del perfil**

Se procederá a crear dos bandas: La banda de “Estacionado y Elevación” y la banda de “superelevación y peralte”. Estas se describen a continuación.

**Creación de la banda de Estacionado y Elevación:** Para crear la banda de Estacionado y Elevación, se deberá seleccionar el perfil, hacer click derecho y seleccionar “Profile view properties”.


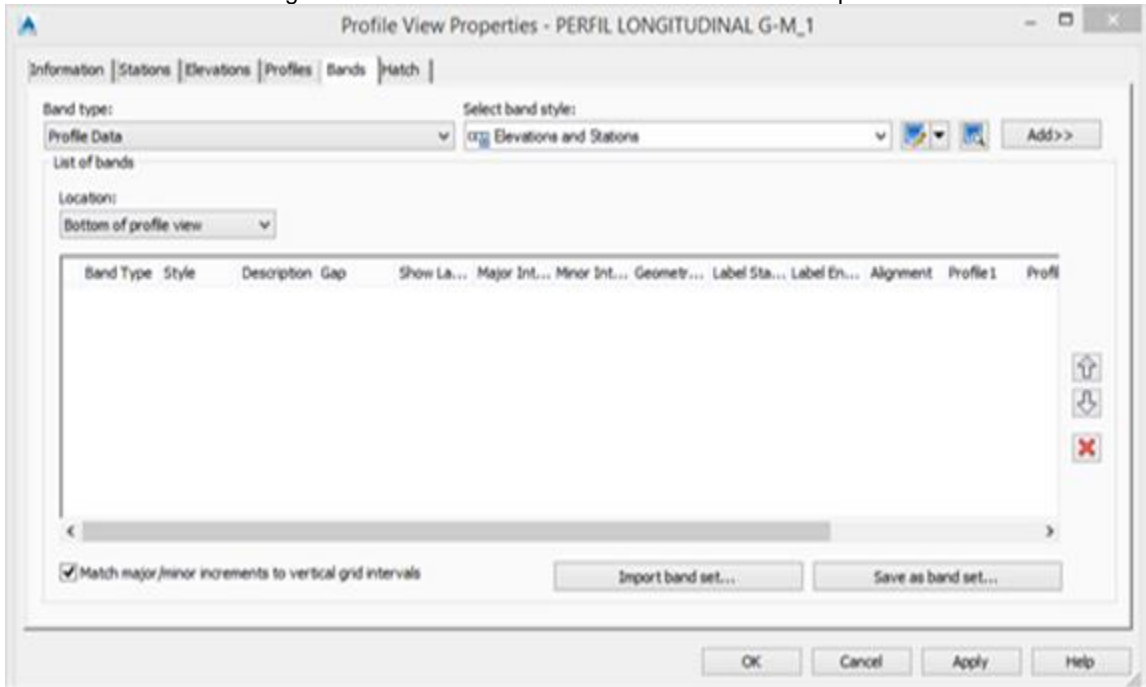
En el cuadro que se despliega “Profile view properties”, seleccionar la pestaña Bands (banda) y seleccionar la banda existente que aparece en la parte inferior del cuadro y eliminarla haciendo click izquierdo en  , luego en “Band Type” (tipo de banda), seleccionar “Profile Data” (datos del perfil) y en “Location” seleccionar “Bottom of Profile view”, esto para que la banda este ubicada en la parte inferior de la vista del perfil. Luego en la opción “Select band style” seleccionar “Elevation and Station”, para que en la banda aparezcan las elevaciones y las estaciones del perfil, ver figura 268, finalmente hacer click izquierdo en “Add”.

Figura 268. Adición de la banda inferior de la vista de perfil.





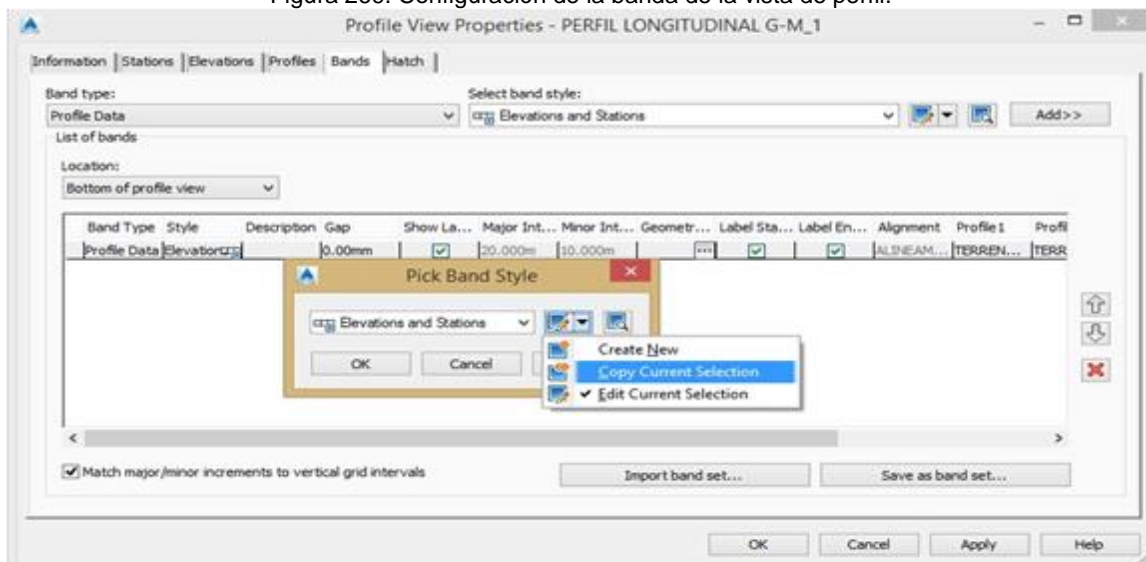
Una vez que se realizó el paso anterior, se podrá apreciar la banda que se añadió y en la columna “Style” hacer click izquierdo en , y en la ventana que se despliega “Pick Band Style”, seleccionar “Elevation and Station” luego hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection”, ver figura 269.

Figura 269. Configuración de la banda de la vista de perfil.



En el cuadro que se despliega “Profile View Properties”, en la pestaña Information, nombrar al estilo de la banda como “\_ESTILO DE BANDA DE ESTACIONADO Y ELEVACIÓN\_G-M”.

Luego en la pestaña Band details (detalles de banda), configurar lo siguiente: En “Band Height” teclear “15mm”, en “Text Height” teclear “22mm”, en “Offset from band” teclear “0”, en “Text box position” seleccionar “Left of Bands”, luego click izquierdo en Apply, Ok y Ok.

Luego en la columna “Gap” teclear “0”, y activar las siguientes columnas (Show Labels, label Start Station y label end Station), en Major interval teclear “20m” y en Minor interval teclear “10m”.

Para la columna “Profile 1” hacer doble click izquierdo y en la ventana que se despliega “Geometry Point to Label in Band” seleccionar “Terreno natural G-M-Surfaces”. Ver figura 270, luego click izquierdo en Ok. Seguidamente en la columna “Profile 2” seleccionar “Rasante Layout”, y finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok. La banda creada se muestra en la figura 271.

Figura 270. Etiqueta de los puntos geométricos en la banda inferior de la vista de perfil.

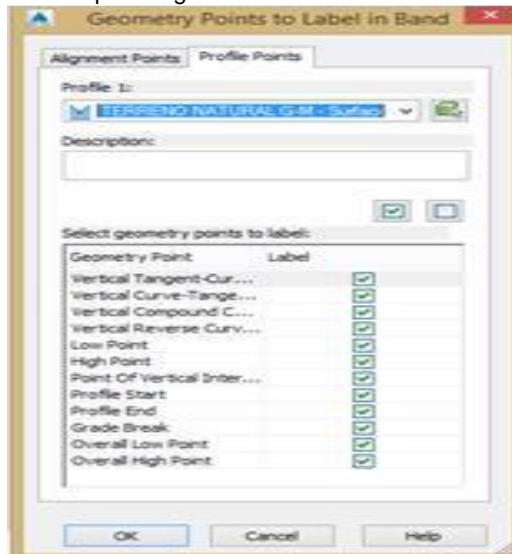


Figura 271. Banda creada en la vista de perfil.



## 7.5.2 Etiquetado y edición de banda

Etiquetado y edición de la banda estacionado y elevación: A continuación se cambiará el título de la banda, para ello es necesario seleccionar la etiqueta de la banda, hacer click derecho y seleccionar “Edit Band Style” (Editar el estilo de



la banda). En el cuadro que se despliega “Data Band style”, en pestaña Band Details: En la sección “Title text”, hacer click izquierdo en “Compose label” (El que aparece en la parte izquierda) y en el cuadro que se despliega “Label Style Composer”, configurar las siguientes pestañas:

En pestaña General: Ubicarse en el nivel Label y en la opción “Text style” seleccionar “\_ETIQUETA”, en “Label Visibility” seleccionar “True” y en “Layer” por defecto aparecerá la capa cero.

En pestaña Layout, en “Component Name” seleccionar el componente texto, es decir “Text” y configurar lo siguiente:


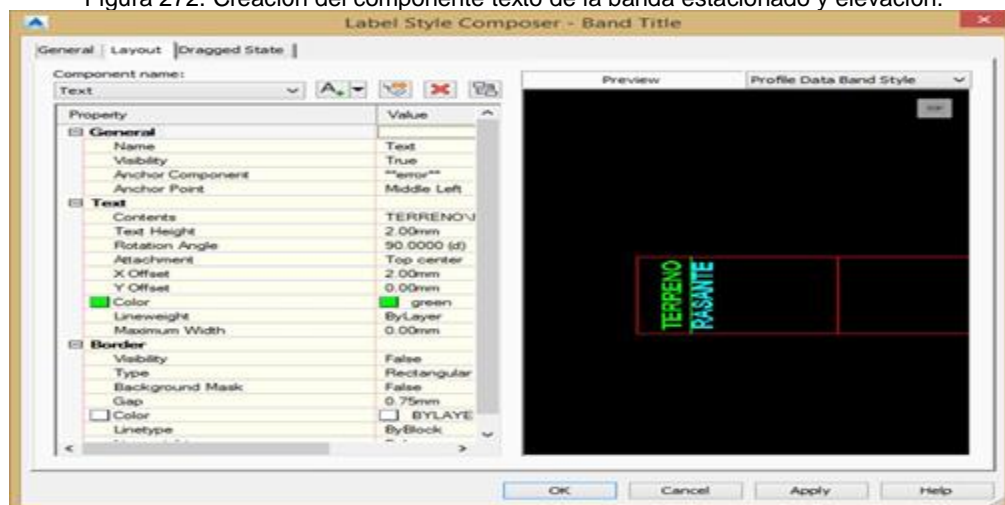
- ✓ En el nivel General: En la opción “Anchor point” seleccionar “Middle left” (centrado a la izquierda).
- ✓ En el nivel Text: Ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Content” y columna “Value” y hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega “Text component editor”, en la pantalla de edición eliminar el contenido que aparece y teclear “TERRENO” luego presionar Enter y teclear “RASANTE”. Posteriormente seleccionar el texto “TERRENO” e ir a la pestaña “Format” y en “Text style” seleccionar “\_ETIQUETA”, en Justificación seleccionar “Center” y en Color seleccionar “By block”, luego seleccionar el texto “RASANTE” y en pestaña “Format” repetir lo mismo que se hizo anteriormente, con la diferencia que en color seleccionar “Cyan”. Luego click izquierdo en Ok. Continuando en el nivel Text, en “Text Height” teclear “2.0mm”, en “Rotation angle” seleccionar “90”, en “Attachment” seleccionar “Top Center”, en “X offset” teclear “2mm”, y en color seleccionar “Green”. Ver figura 272.

Figura 272. Creación del componente texto de la banda estacionado y elevación.




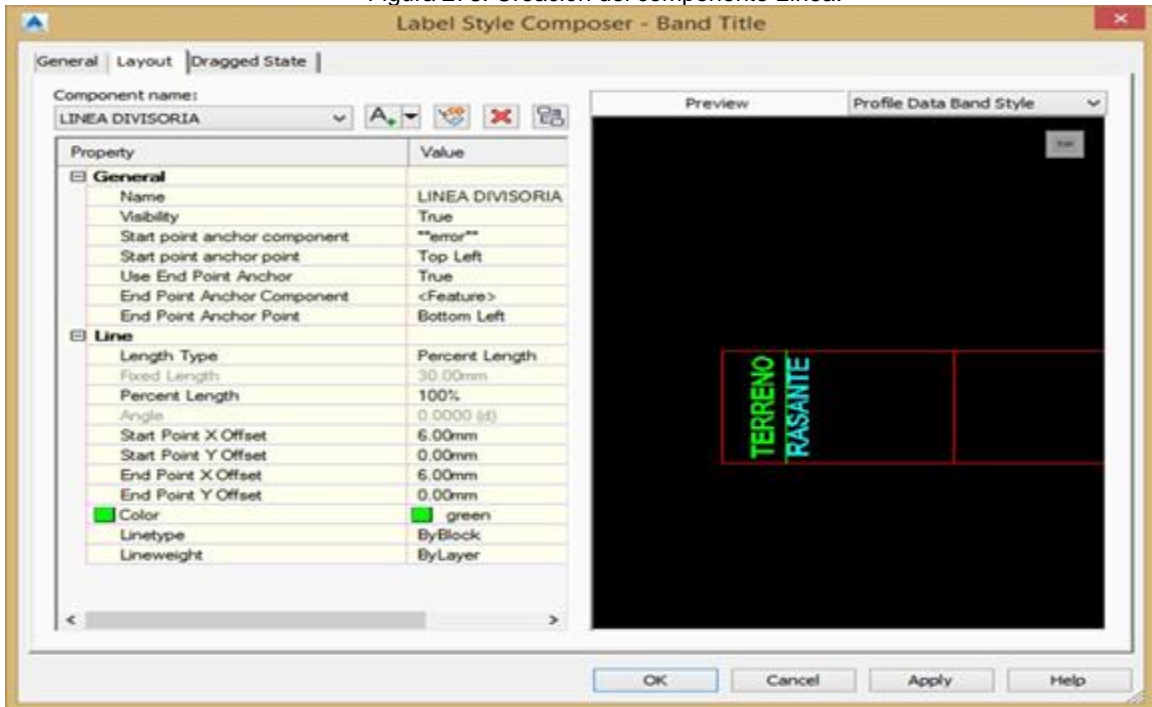


A continuación se procederá a crear un componente de tipo línea, para ello en “Component Name”, hacer click izquierdo en  y seleccionar “Line”; para el nivel General y Line, realizar las configuraciones que se muestran en la figura 273, luego hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 273. Creación del componente Línea.



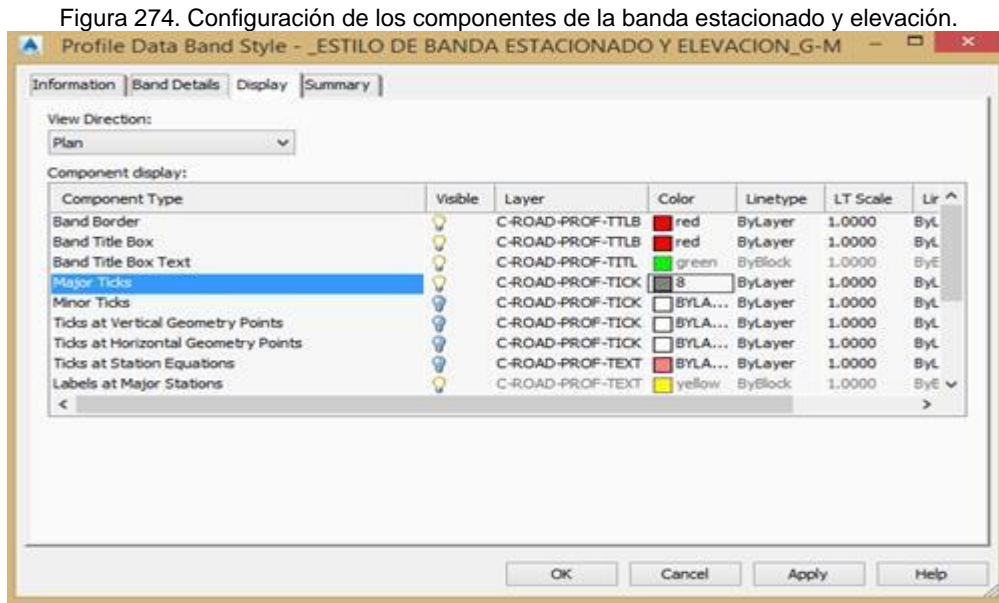
En el cuadro que permanece desplegado “Data Bands style”, en la sección “Label and Ticks”, seleccionar “Major Station” y activar la opción “Full band Height ticks” y click izquierdo en “Compose label” (el que aparece en la parte derecha). Y en el cuadro que se despliega configurar las siguientes pestañas:

En pestaña General: Ubicarse en el nivel Label y en la opción “Text Style” seleccionar “\_ETIQUETA”, en “Label visibility” seleccionar “True”, en “Layer” está la capa que por defecto trae el programa “X-ROAD-PROF-TEXT”.

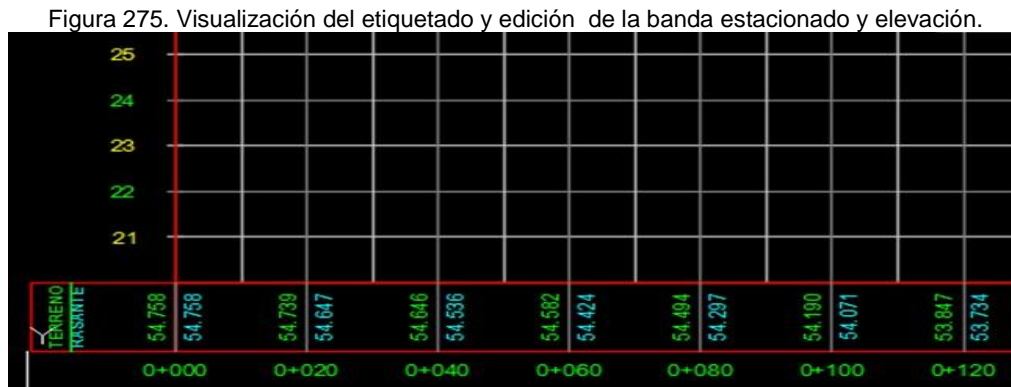
En pestaña Layout: En “Component Name” seleccionar “EG Elevation”, luego ubicarse en el nivel Text: En la celda que está en la intersección de la fila “Content” y columna “Value” hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega “Text component editor” seleccionar el contenido de la pantalla de la derecha e ir a la pestaña Properties y en “Precisión” seleccionar “0.001”(tres decimales), luego en la pestaña Format, en color seleccionar el “Green” y click izquierdo en  (actualizar). Finalmente hacer click izquierdo en Ok.

Luego en “Component Name” seleccionar “FG Elevation” y repetir lo mismo que se realizó en el párrafo anterior, con la diferencia que en “color” seleccionar “cyan”, finalmente hacer click izquierdo en Ok, Apply y Ok.

En pestaña Display: Configurar la visualización de los componentes (Band Border, Band Title Box, Band Title Box Text, Major tick), tal como se muestra en la figura 274, luego click izquierdo en Apply y Ok.



El resultado del procedimiento correspondiente al etiquetado y edición de la banda “Estacionado y Elevación”, se muestra en la figura 275.

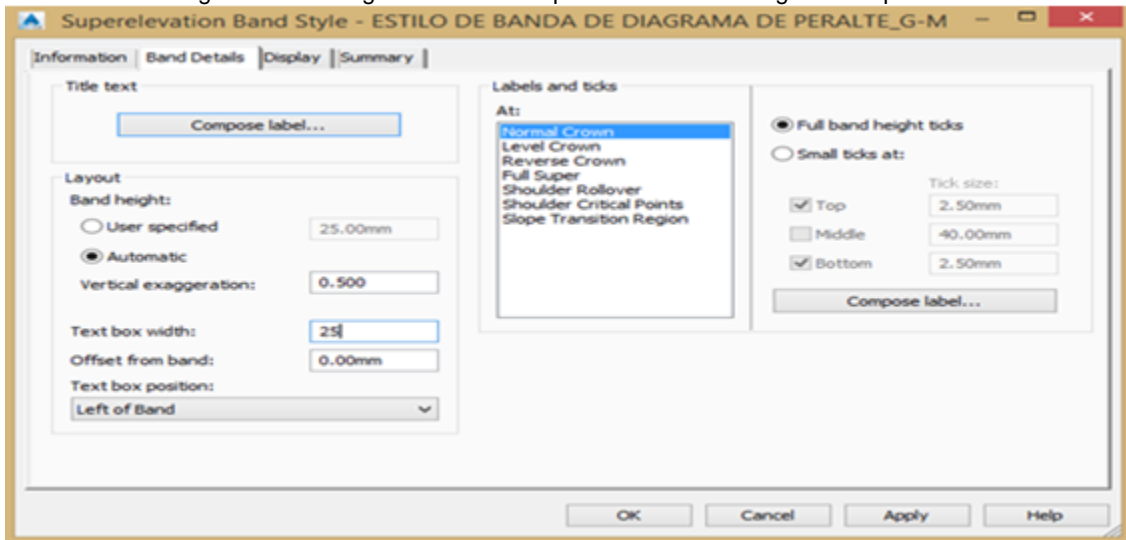


Creación de la banda de superelevación y peralte: Seleccionar el perfil, hacer click derecho y seleccionar “Profile view properties”, en el cuadro que se despliega, en “Location” seleccionar “Top of profile View”, (Para que la banda se coloque en la parte superior de la vista de perfil). En pestaña Band, seleccionar la banda existente y eliminarla haciendo click izquierdo en . Luego en “Band

type” seleccionar “Superelevation”, luego en “Select band style” seleccionar “Undivided-No Shoulder” y seleccionar “Copy Current selection”.

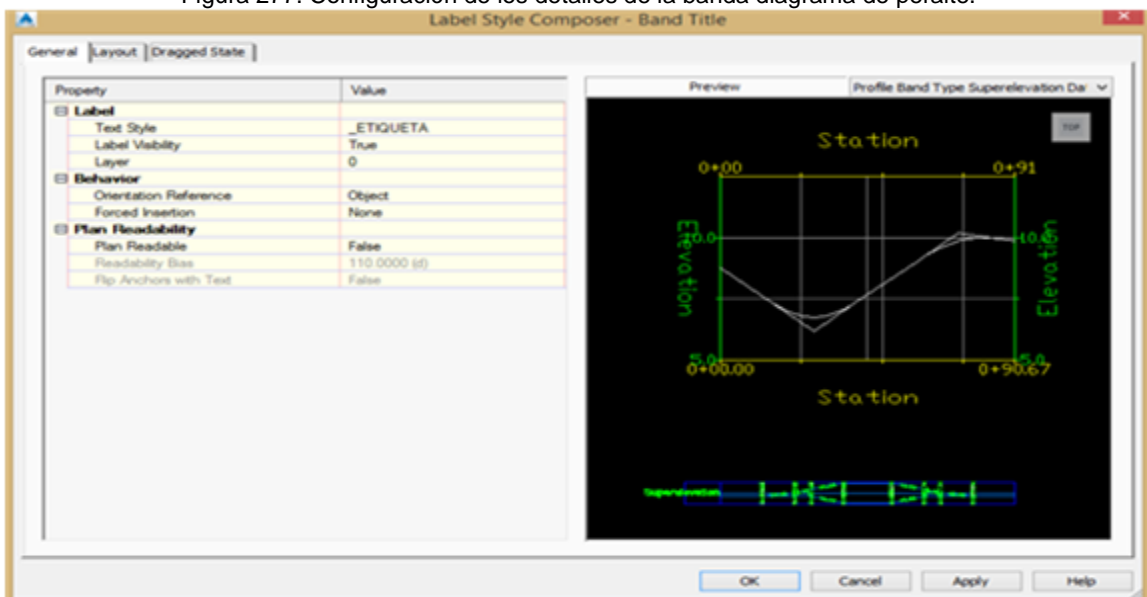
En el cuadro que se despliega “Superelevation Band Style”, en pestaña Information nombrar al estilo de la banda como “\_ESTILO DE BANDA DE DIAGRAMA DE PERALTE\_G-M”, luego en pestaña Band Details, en la sección de “Title text” realizar las configuraciones que se muestran en la figura 276.

Figura 276. Configuración de la etiqueta de la banda diagrama de peralte.



Luego hacer click izquierdo en “Compose label” (el que aparece en la parte izquierda). En el cuadro que se despliega “Label Style Composer” realizar las configuraciones que se muestran en la figura 277.

Figura 277. Configuración de los detalles de la banda diagrama de peralte.




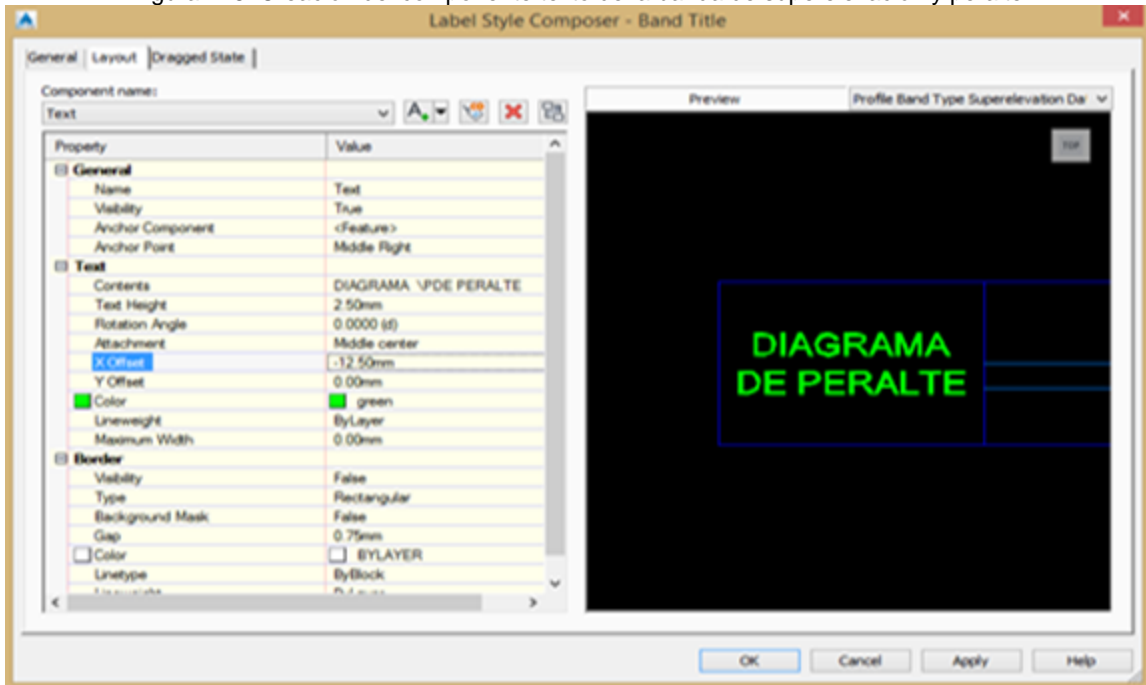
En pestaña Layout: Ubicarse en el nivel “Text”, en la celda que está en la intersección de la fila “Content” y columna “Value” hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega “Text component editor” borrar el contenido que aparece en la pantalla de edición y teclear “DIAGRAMA DE PERALTE”, luego en la pestaña Format, en Justificación seleccionar “Center”, luego click izquierdo en Ok. El resto de configuraciones correspondientes al nivel General y Border dejarlas tal como se muestran en la figura 278, luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 278. Creación del componente texto de la banda de superelevación y peralte.





En el cuadro que permanece abierto “Superelevation Band Style”, en la sección “Label and Ticks” en la opción At: seleccionar “Normal Crown” (corona normal), luego activar “Full band Height tick” y hacer click izquierdo en “Compose label” (el que aparece en la parte derecha). luego en el cuadro que se despliega “Label Style Composer”, en pestaña General, ubicarse en el nivel “Label” y “Text style” seleccionar “\_ETIQUETA” y en “Label visibility” seleccionar “True”.

En pestaña Layout: En “Component Name” seleccionar “Station value”. En los niveles “General” y “Text” dejar la misma configuración que se realizó para la banda de Estación y Elevación. En el nivel Border, en la opción “Background Mask” seleccionar “True”.

En pestaña Draggged State: Ubicarse en el nivel “Leader” y en la opción “visibility” seleccionar “False”, en el nivel “Dragged state Components”, en Display seleccionar “As composed” y click izquierdo en Ok.

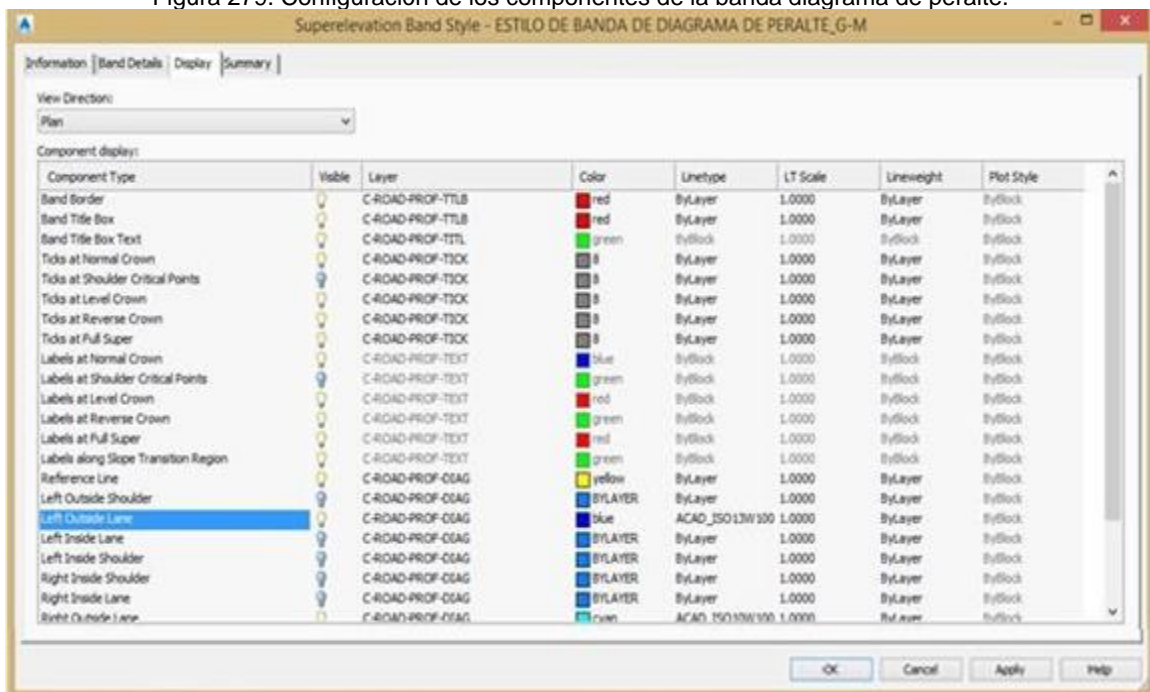
En el cuadro que permanece abierto “Superelevation Band Style”, En At: seleccionar cada una de las siguientes opciones (Level Crown, Reverse Crown, Full super) y para cada una de estas realizar el mismo procedimiento que se realizó anteriormente cuando se seleccionó “Normal Crown”.

Siempre en la misma opción “At” seleccionar “Slope Transition Region”, activar “Small ticks at”, desactivar “Middle”, en “Top” y “Bottom” teclear “2mm”, luego hacer click izquierdo en “Compose label” (El que aparece en la parte derecha). En el cuadro que se despliega “Label Style Composer”, en pestaña General, ubicarse en el nivel Behavior y en “Orientation reference” seleccionar “View”.

Luego en pestaña Layout, ubicarse en el nivel Border y en la opción “Background mask” seleccionar “True”, luego ubicarse en el nivel “Text” y en la celda que está en la intersección de la fila “Content” y columna “Value” hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega “Text component editor” seleccionar el contenido de la pantalla de edición y en pestaña Properties seleccionar “First point cross slope”, en precisión seleccionar “0.01” y click izquierdo en . Luego click izquierdo en Ok, Apply y Ok.

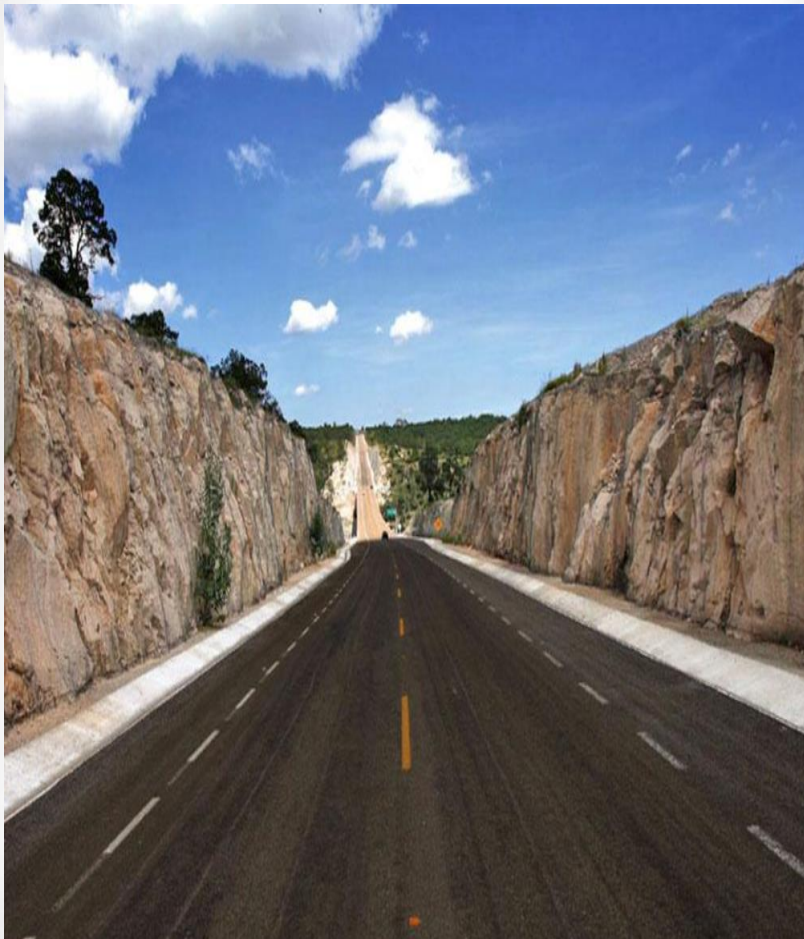
En pestaña Display, realizar las configuraciones que se muestran en la figura 279. Luego click izquierdo en Apply y Ok. En el cuadro que permanece desplegado, hacer click en “Add” y en la columna “Gap” teclear “0”, Finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 279. Configuración de los componentes de la banda diagrama de peralte.





## **CAPÍTULO VIII. OBRA LINEAL**



## CAPÍTULO 8. OBRA LINEAL

### 8.1 INTRODUCCIÓN

La obra lineal de Civil 3D se utiliza para crear modelos tridimensionales configurables y flexibles, tales como autovías.

Un modelo de obra lineal se crea mediante diversos datos y objetos, incluidos subensambles, ensambles, alineaciones, superficies y perfiles. Los objetos de obra lineal se crean con una línea base, es decir una alineación, colocando una sección bidimensional (ensamble), en ubicaciones incrementables y creando taludes coincidentes que alcanzan un modelo de superficie en cada ubicación incremental.

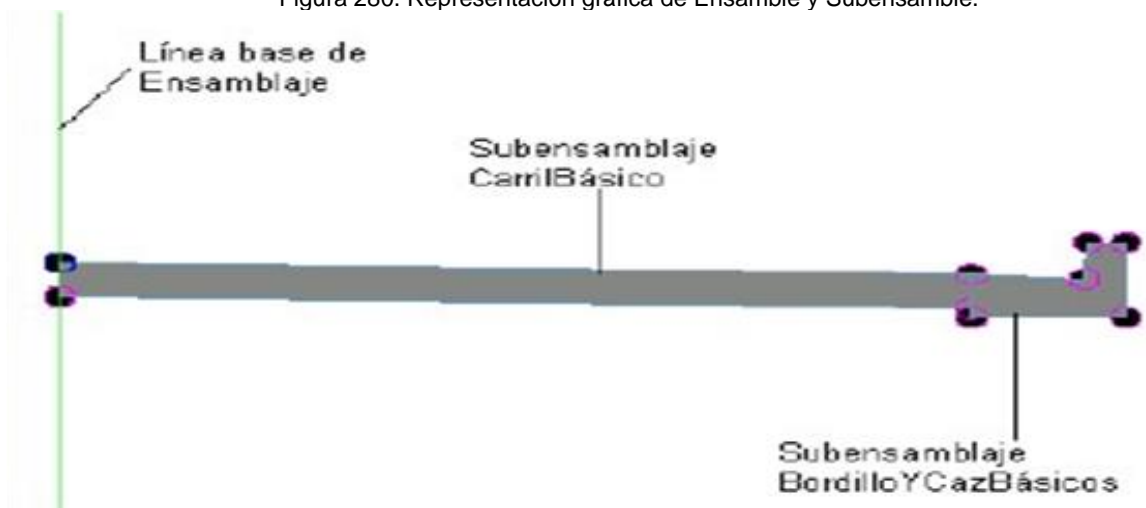
### 8.2 SECCIÓN TÍPICA

En Civil 3D los datos de sección típica se definen y muestran mediante líneas de muestreo, secciones y vistas en sección y todas ellas se administran a través de colección.

#### 8.2.1 Ensamblajes y subensambles de sección típica para carretera

Un ensamble representa la línea central de una sección transversal de una calzada; es la unión de uno o más subensambles conectados entre sí. Los subensambles representan un componente de la sección transversal de un camino, estos pueden ser líneas, cunetas, banquetas, etc. Ver figura 280. Es posible apilar cualquier subensamblaje para crear un ensamble tipo y aplicar el mismo ensamble para un intervalo a lo largo de una alineación.

Figura 280. Representación gráfica de Ensamblaje y Subensamblaje.



## 8.2.2 Creación de sección típica

Para proceder a crear la sección típica, que se mencionó en la página 95, inicialmente será necesario crear el ensamble, luego se crearán los subensambles carriles, bordillo, hombro y el extracto de éste, para ello, ubicarse en pestaña Home, extender Assembly y seleccionar “Create Assembly”, ver figura 281.

En el cuadro que se despliega “Create Assembly”, nombrar a la sección transversal como “\_SECCIÓN TÍPICA\_G-M”. En “Assembly Type” (tipo de ensamble), seleccionar “Other” (otro), luego en “Assembly style” (estilo del ensamble), seleccionar “Basic”, en “Code set style” (estilo de conjunto de códigos), seleccionar “All Codes” (todos los códigos), en “Assembly Layer” seleccionar la capa “C-ROAD-ASSM” (es la que trae por defecto la plantilla). Todas estas configuraciones realizadas se muestran en la figura 282, luego click izquierdo en Ok.

Seguidamente, definir un punto cualquiera en el modelo, para que el ensamble sea insertado, ver figura 283.

Para añadir subensambles, hacer click izquierdo en el ícono “Tool Palettes”, tal como se muestra en la figura 284.

Figura 281. Creación de ensamble.



Figura 282. Asignación del nombre, tipo y estilo del ensamble.

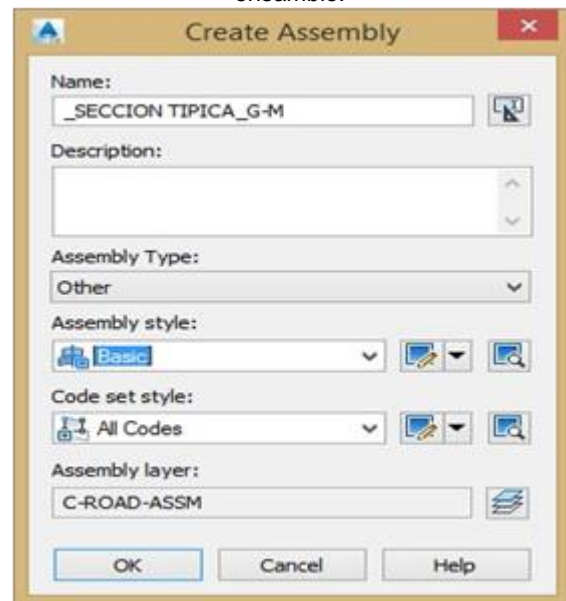


Figura 283. Ensamble creado.

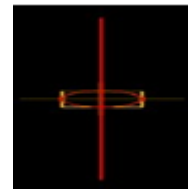
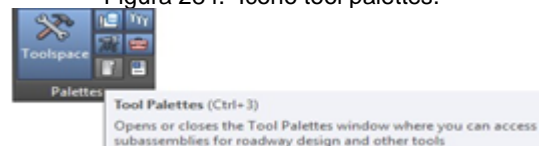


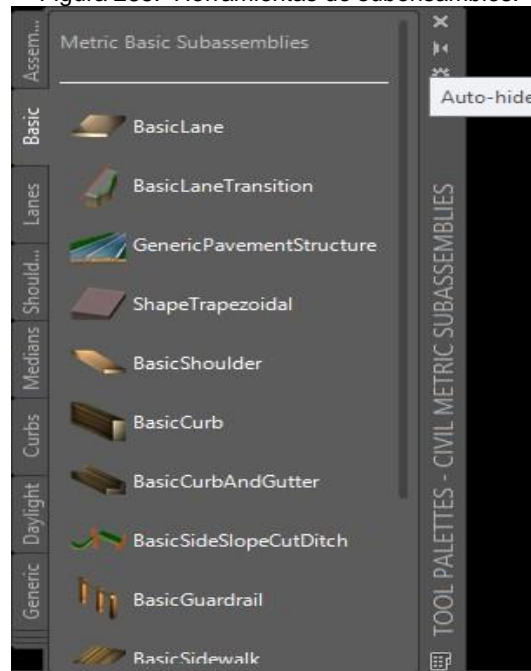
Figura 284. Ícono tool palettes.



A continuación se desplegará la barra flotante “TOOL PALETTES CIVIL METRIC SUBASSEMBLIES” (paletas de herramientas de subensambles), esta barra flotante cuenta con diferentes ensambles, subensambles y objetos para crear secciones compuestas y que están distribuidas en varias pestañas tal como se muestra en la figura 285.

**Nota:** Para fijar la posición de la barra flotante, se da click derecho en la parte derecha de la misma y en el cuadro de opciones que se despliega, seleccionar “Anchor Right” ( para que dicha barra se fije al lado derecho de la pantalla).

Figura 285. Herramientas de subensambles.



Una vez creado el ensamble, habrá que añadir el resto de entidades (subensambles), se iniciará con la creación de los carriles, para ello, ubicarse en la ventana flotante de la figura 285, luego se realiza lo siguiente:

- ❖ Click izquierdo en la pestaña Lanes (Carriles), y seleccionar “Lane Superelevation AOR” (Este subensamble se utiliza normalmente para la creación del carril de uso general).

En la ventana desplegable “Properties”, se definirán las propiedades geométricas del subensamble “Carril”, cuyos datos se presentan en la sección típica que se adoptó, los cuales se especifican a continuación:

En “Side” seleccionar “Right”.

En “Width”(Ancho del carril) teclear “3.5m”.

En "Default slope" (bombeo), teclear "-3%".

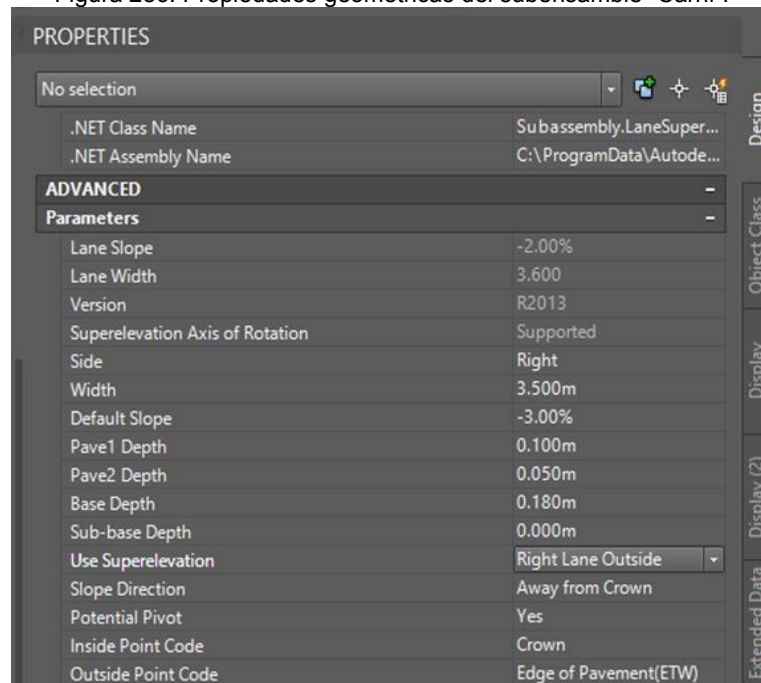
En "Pave 1 depth" (espesor de la primera capa de pavimento), digitar "0.10m" que corresponde al espesor del adoquín.

En "Pave 2 depth" (espesor de la segunda capa de pavimento), digitar "0.05m" (espesor de la capa de arena).

En "Base depth"(espesor de la capa base), teclear "0.18m". En "Sub base depth"(espesor de la capa subbase) teclear "0".

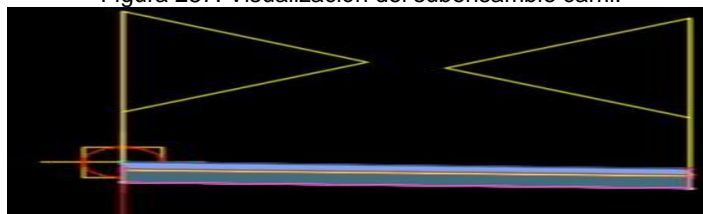
En "Use superelevation" seleccionar "Right line outside" (carril exterior derecho). En Slope direction (dirección del bombeo), seleccionar "Away from Crown", es decir, hacia afuera de la corona. El resto de configuraciones que presenta el programa se dejan por defecto. Ver figura 286.

Figura 286. Propiedades geométricas del subensamble "Carril".



Finalmente, seleccionar el centro del eje del ensamble y hacer click izquierdo en el lado derecho y automáticamente se observará el carril derecho creado. Ver figura 287.

Figura 287. Visualización del subensamble carril.





Para nombrar cualquier subensamblado creado, se debe seleccionar y en la ventana Properties: En "Name" nombrar al subensamblado "Carril" como "\_CALZADA\_DER.\_G-M".

- **Insertar bordillo:** En la barra flotante "TOOL PALETTES CIVIL METRIC SUBASSEMBLIES" (Ver figura 285), seleccionar en la pestaña "Basic" la opción "Basic Curb" (bordillo básico). Y en la ventana Properties configurar lo siguiente:

En "Width"(ancho del bordillo), teclear "0.15m"

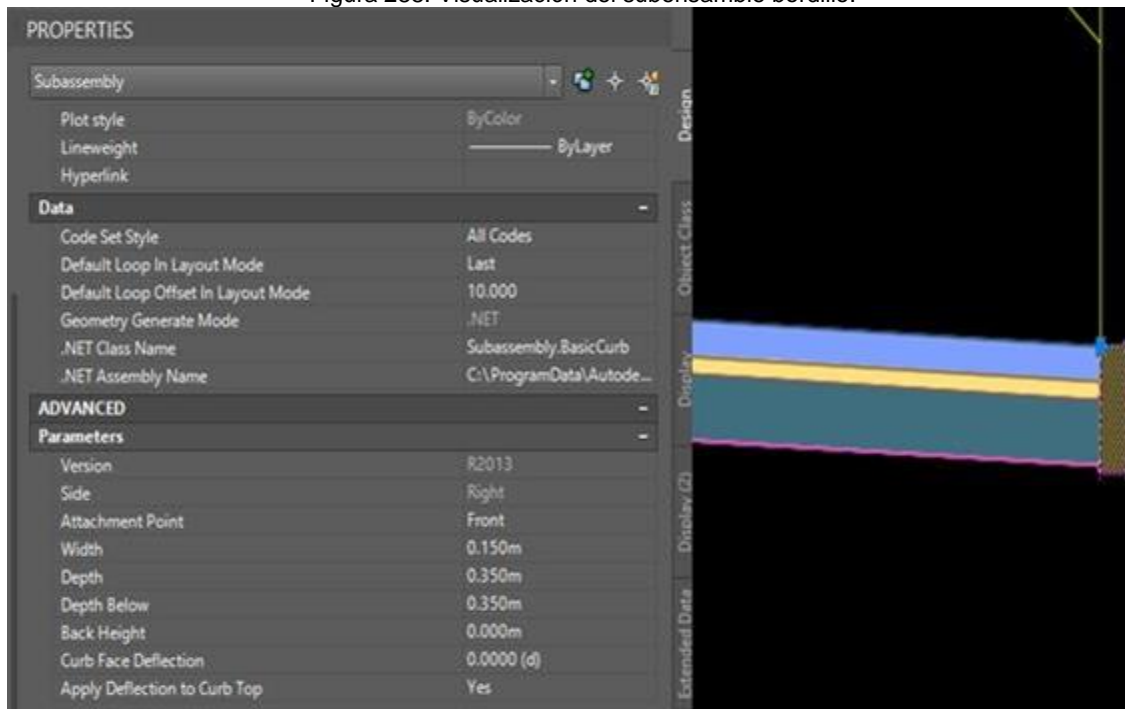
En "Depth"(altura del bordillo), teclear "0.35m"

En "Depth below" "0.35"(profundidad a partir del punto de fijación)

En "Back height" teclear "0". El resto de configuraciones se dejan por defecto.

Una vez editadas las propiedades geométricas del bordillo, se procede a hacer click izquierdo en el punto de fijación superior del lado derecho de la sección típica y automáticamente se muestra el bordillo creado; nombrar este subensamblado como "\_BORDILLO\_DER.\_G-M. Ver figura 288.

Figura 288. Visualización del subensamblado bordillo.



- **Insertar hombros:** Para añadir este subensamblado "hombro", ya se contaba con un hombro personalizado, la creación de éste se explica en el subtema de subensambles personalizados de la sección típica, el cual se detallará mas adelante.



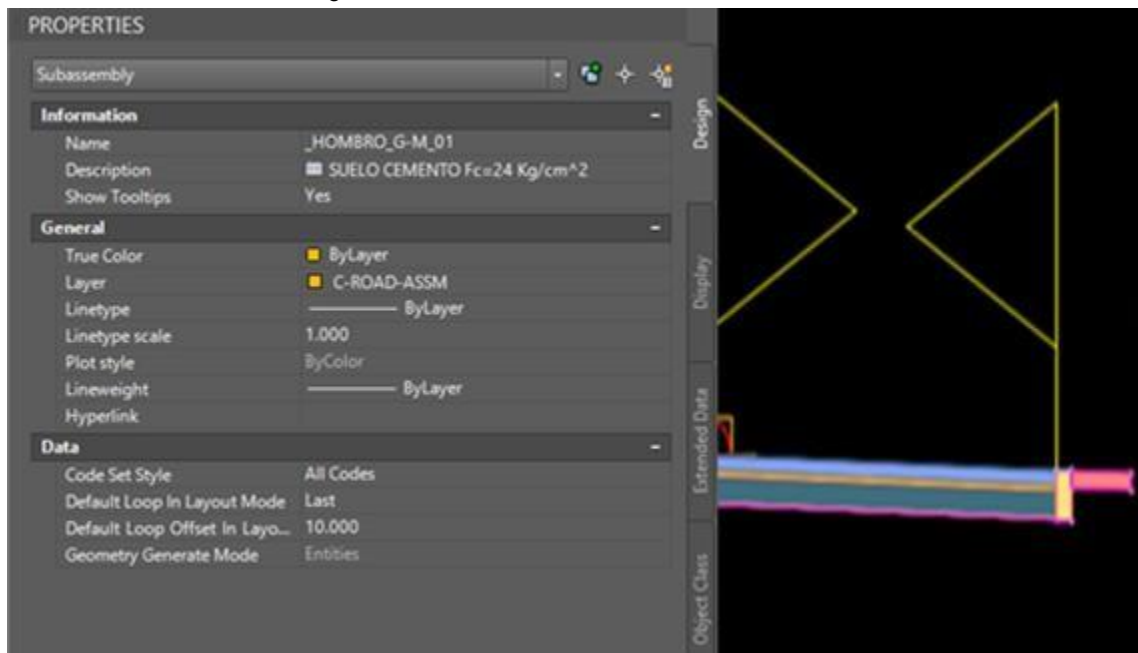
Para proceder a insertar el hombro que se personalizó: Se selecciona dicho subensamblé, tal como se muestra en la figura 289.

Figura 289. Selección del hombro.



Se selecciona el icono "Add to Assembly" (Añadir subensamblé), luego se selecciona el círculo de unión superior del bordillo derecho y automáticamente el hombro será insertado. Éste subensamblé se nombrará como "\_HOMBRO\_G-M\_01", ver figura 290.

Figura 290. Visualización del subensamblé hombro.



- **Insertar extracto del hombro:** Ubicarse en la ventana flotante de la figura 285 Pag. 189, y seleccionar la pestaña Shoulder, luego seleccionar la opción "Shoulder extendAll". En la ventana Properties, ubicarse en Parameter y configurar lo siguiente:

En Side seleccionar "Right" (para configurar el hombro derecho).

En "Width" (ancho de hombro), teclear "0.6m". En "Use superelevation" seleccionar "NO".

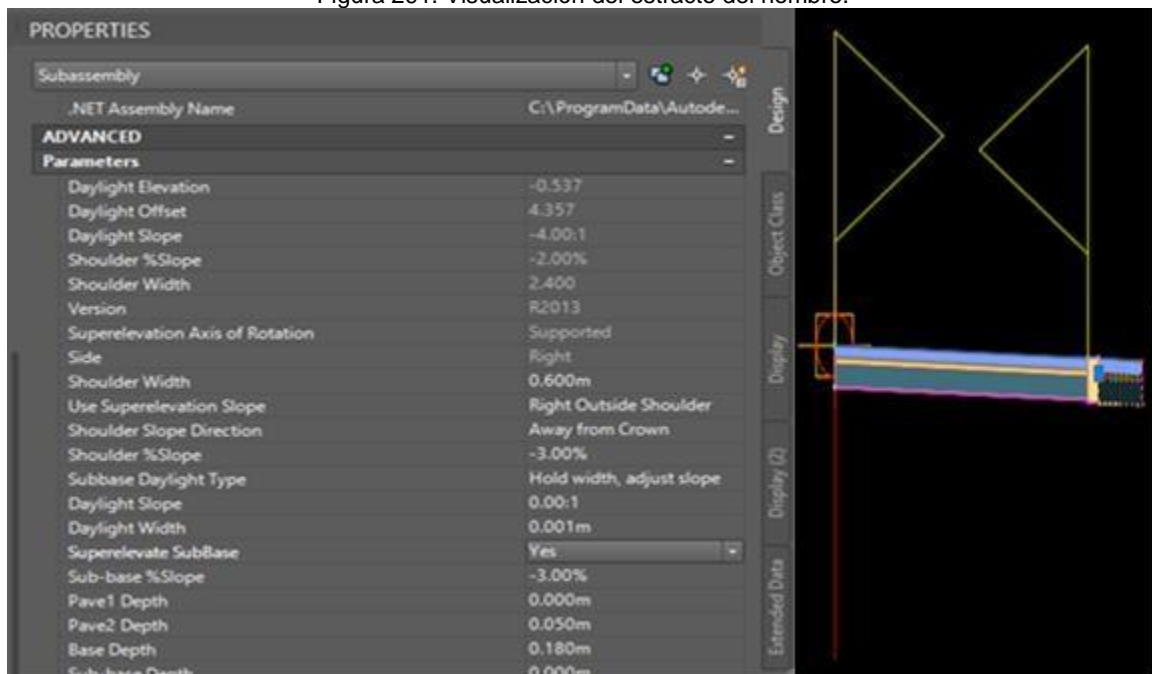
En "Shoulder slope direction" seleccionar "Away from crown". En "Shoulder slope" teclear "3%".

En "Subbase daylight Type" (inclinación de la subbase) seleccionar "Hold width, adjust slope" (definido el ancho, ajustar la pendiente).

En "Daylight slope" (inclinación del talud) teclear "0.001:1".  
 En "Superelevate subbase" seleccionar "NO".  
 En "Daylight width" teclear "0.001".  
 En "Sub base" %slope teclear "-3%".  
 En "Pave 1 depth" teclear "0.0".  
 En "Pave 2 depth" teclear "0.05m" (espesor de la capa de arena).  
 En "Base depth" digitar "0.18m".  
 En "Subbase depht" teclear "0m", el resto de configuraciones se dejan por defecto.

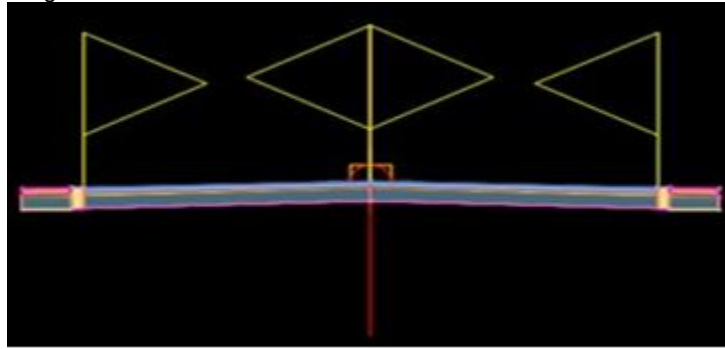
Luego hacer click izquierdo en el segundo punto de fijación inferior del bordillo derecho, esto para que el extracto creado sea insertado, luego en la ventana de Properties nombrarlo como "\_ESTRACTO HOMBRO\_DER.\_G-M. Ver figura 291.

Figura 291. Visualización del extracto del hombro.



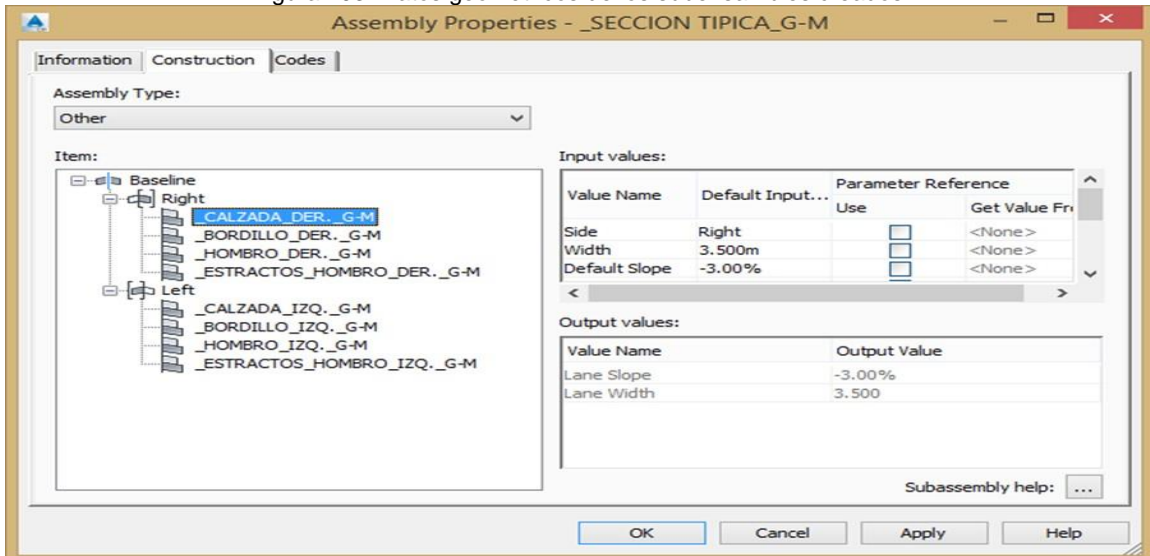
**Nota:** Los subassembly (subensambles) creados anteriormente correspondían a los del lado derecho, por tanto para crear los del lado izquierdo, solo seleccionar todos los subensambles que se crearon en la parte derecha y presionar con click izquierdo el ícono "Mirror" y seleccionar el centro del eje del ensamble. Una vez realizado esto, seleccionar cada uno de los subensambles de la parte izquierda y cambiarles el nombre (Para hacer referencia que son los correspondientes a la parte izquierda). Para los subensambles: Calzada y extracto de hombro, en la opción "Use Superelevation" seleccionar "left lane outside" (Carril izquierdo exterior). En la figura 292, se muestran los subensambles creados a ambos lados (derecho e izquierdo).

Figura 292. Subensambles creados a ambos lados del ensamble.



**Nota:** Para corroborar que los datos geométricos digitados anteriormente tanto para los subensambles del lado derecho e izquierdo están correctos, se selecciona el ensamble y se hace clic izquierdo en el ícono “Assembly Properties”; en el cuadro que se despliega “Assembly Properties”, seleccionar cada uno de los subensambles que se crearon y en la sección “Input Values” aparecen los datos geométricos que se insertaron para cada uno, ver figura 293. En esta ventana también se puede modificar los datos. Finalmente hacer clic izquierdo en Apply y Ok.

Figura 293. Datos geométricos de los subensambles creados.



### 8.2.3 Subensambles personalizados para sección típica

El Civil 3D permite crear subensambles personalizados para representar lo más exacto posible la sección típica del proyecto. Esta es una herramienta muy versátil que permite obtener resultados satisfactorios.

Creación del subensamble hombro: Para ello, se dibujará con el comando Polilyne las dimensiones del hombro, una vez creado, en el menú Corridor

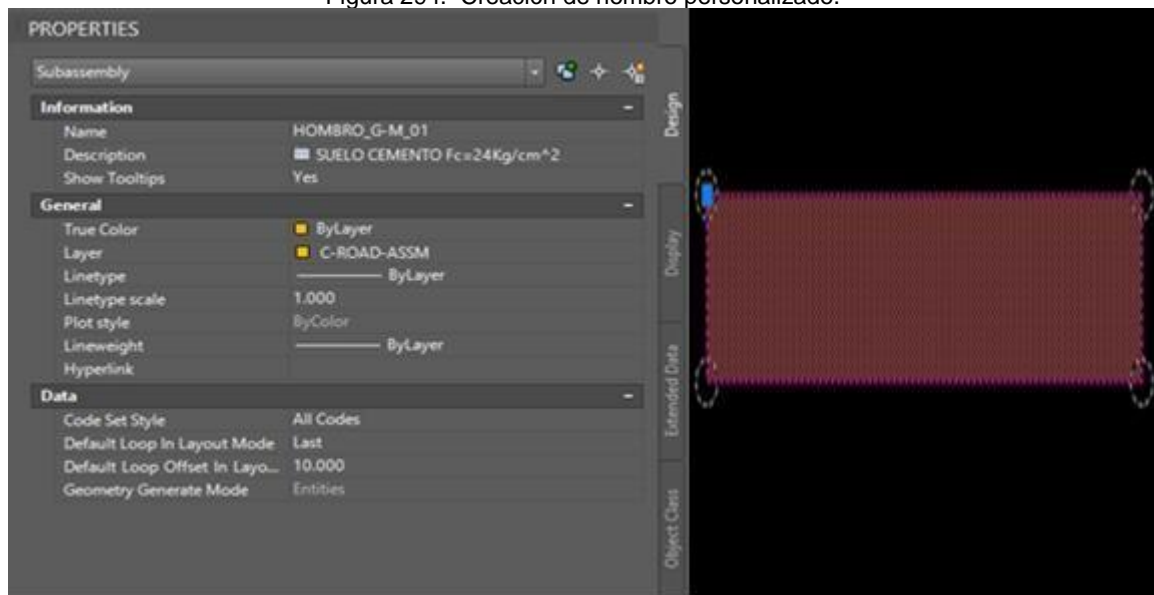
seleccionar “Create Subassembly from polyline”, esta opción permite crear un subensamble a partir de una polilínea, luego seleccionar el hombro y en la ventana que se despliega “Create Subassembly”, realizar las configuraciones que se muestran a continuación:

En Name teclear “HOMBRO\_G-M\_01”, en Description teclear “SUELO CEMENTO  $F_c=24\text{Kg/cm}^2$ ”, en “Code Set Style” (serie de estilos de códigos) seleccionar “All codes”, esto se hace para que el programa ya no entienda el hombro como polilínea, sino como un subensamble, seguidamente activar “Erase existing entities”, en “Link Creation” seleccionar “Múltiple”, lo demás se deja por defecto, luego click izquierdo en Ok.

Seleccionar “Add codes” y seleccionar la línea superior del hombro y teclear el código “Top”, luego el código “Curb”. El resto de las líneas que conforman el hombro se les asignará el código Datum.

Click izquierdo en el icono “Add Shape” y teclear el código que se le asignará al hombro, en este caso es “Barrier”, ver figura 294.

Figura 294. Creación de hombro personalizado.



**Creación del subensamble cuneta:** Previo a ello, activar la capa “cero” y dibujar con el comando Polyline el subensamble “Cuneta” tal como se muestra en la figura 295. Las dimensiones de la cuneta se obtuvieron de los detalles de la sección típica.

Seguidamente en el menú corridors, seleccionar “Create subassembly from polyline”, ver figura 296.

Figura 295. Dimensiones de la cuneta.

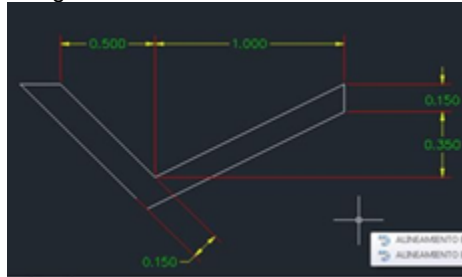
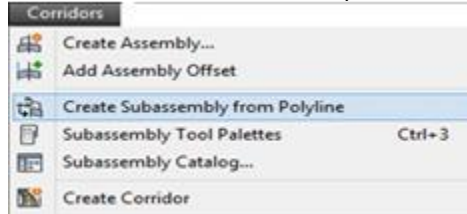
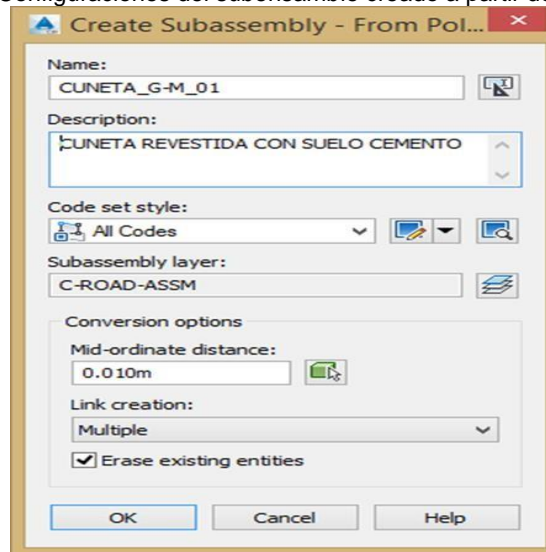


Figura 296. Creación de subensamblado a partir de una polilínea.



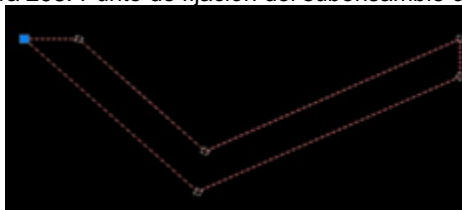
Luego, seleccionar toda la cuneta y en la ventana que se despliega, realizar las configuraciones que se muestran en la figura 297. Luego click izquierdo en Ok.

Figura 297. Configuraciones del subensamblado creado a partir de una polilínea.



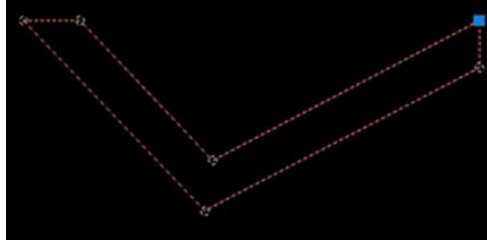
En la cuneta se puede observar que el punto de fijación está en la parte superior izquierda, ver figura 298.

Figura 298. Punto de fijación del subensamblado cuneta.



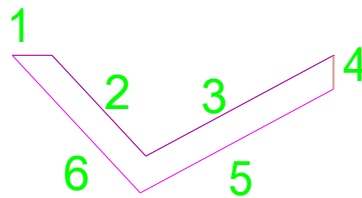
En este caso lo cambiaremos de la siguiente manera: Seleccionar la cuneta, hacer click izquierdo en “Modify origin”, luego seleccionar el punto de fijación de la cuneta, en este caso será en la esquina superior derecha, en la figura 299 se muestra la modificación realizada.

Figura 299. Edición del punto de fijación del subensamble cuneta.



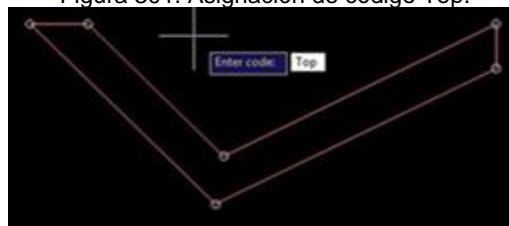
A continuación, para que el programa no identifique la cuneta como polilínea, sino como un subensamble, se procederá a añadir los códigos a cada una de las polilíneas que conforman la cuneta, para ello, previamente se enumeraron cada una de las líneas que forman la cuneta, ver figura 300, luego se realizan los siguientes pasos:

Figura 300. Adición de códigos al subensamble cuneta.



**Paso 1.** Seleccionar la cuneta, seleccionar el ícono “Add code”, teclear el código “Top” y presionar Enter, ver figura 301, luego seleccionar la línea número 1, presionar barra espaciadora e insertar el código Top y presionar Enter.

Figura 301. Asignación de código Top.



**Paso 2.** Seguidamente se selecciona la línea número 2, luego click izquierdo en la barra espaciadora, el programa presenta el mensaje “Select a subassembly”, seguidamente seleccionar la cuneta y asignar el código Top, se presiona Enter y se selecciona la línea número 3.

Repetir el paso 1 y 2, con la diferencia que a las líneas 1, 2, y 3 asignarles el código Curb y presionar Esc.



Repetir el paso 1 y 2 para asignar los códigos a las líneas 4,5,6 con la diferencia que en vez de teclear el código Top, teclear el código Datum. Una vez asignados los códigos, ver figura 302.

**Añadir textura al subassembly cuneta:** Para ello, se selecciona la cuneta, luego se selecciona el ícono “Add shape”(añadir textura), ver figura 303.

Posteriormente se selecciona toda la cuneta, tal como se muestra en la figura 304, luego presionar Enter y Esc.

Una vez realizado esto, en la figura 305, se aprecia la cuneta con textura.

**Añadir código a la textura del subassembly cuneta:** Para ello, se selecciona la textura de la cuneta, se selecciona “Add code”, luego teclear el código “Sidewalk”, seleccionar la textura de derecha a izquierda tal como se muestra en la figura 306.

Para comprobar que se añadió el código a la textura, ésta debe aparecer en el modelo con una textura de color amarillo, ver figura 307.

Figura 302. Cuneta con códigos establecidos.

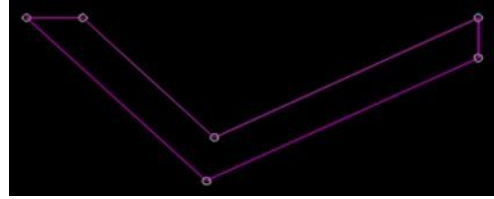


Figura 303. Ícono Add Shape.

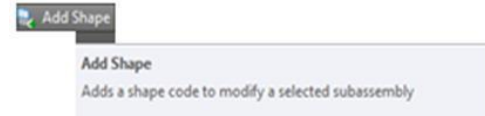


Figura 304. Adición de textura al subensamble cuneta.



Figura 305. Textura aplicada al subensamble cuneta.

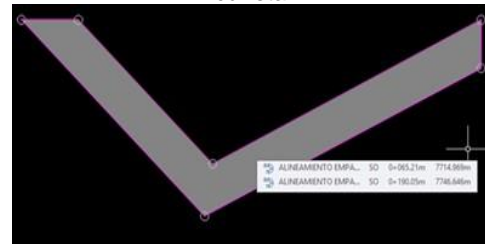


Figura 306. Adición de código a la textura del subensamble cuneta.



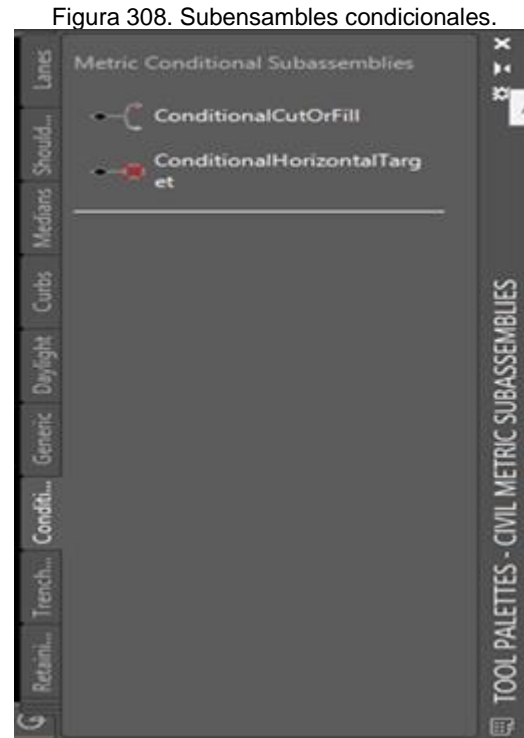
figura 307. Textura de cuneta con código establecido.



### 8.3 TALUDES CONDICIONALES

En la barra flotante “TOOL PALETTES CIVIL METRIC SUBASSEMBLIES”, seleccionar la pestaña “Conditional” y seleccionar “Conditional cut or fill” esto se realiza para establecer las condiciones de corte y relleno, ver la figura 308.

A continuación se configurará las condiciones de corte y relleno correspondientes al proyecto en estudio. Según los detalles de la sección típica, existe una condición de corte y cuatro condiciones de relleno, las configuraciones de cada una se realizan en la sección Parameters de la ventana de Propiedades, las cuales se detallan a continuación:



Para la condición de corte se tienen los siguientes datos:

En Side seleccionar “LEFT” (para configurar la parte izquierda).

En Layout width (distancia horizontal donde se extenderá el talud de la etiqueta), teclear “5m”.

En Layout Grade(talud de la etiqueta), teclear “0.5:1”.

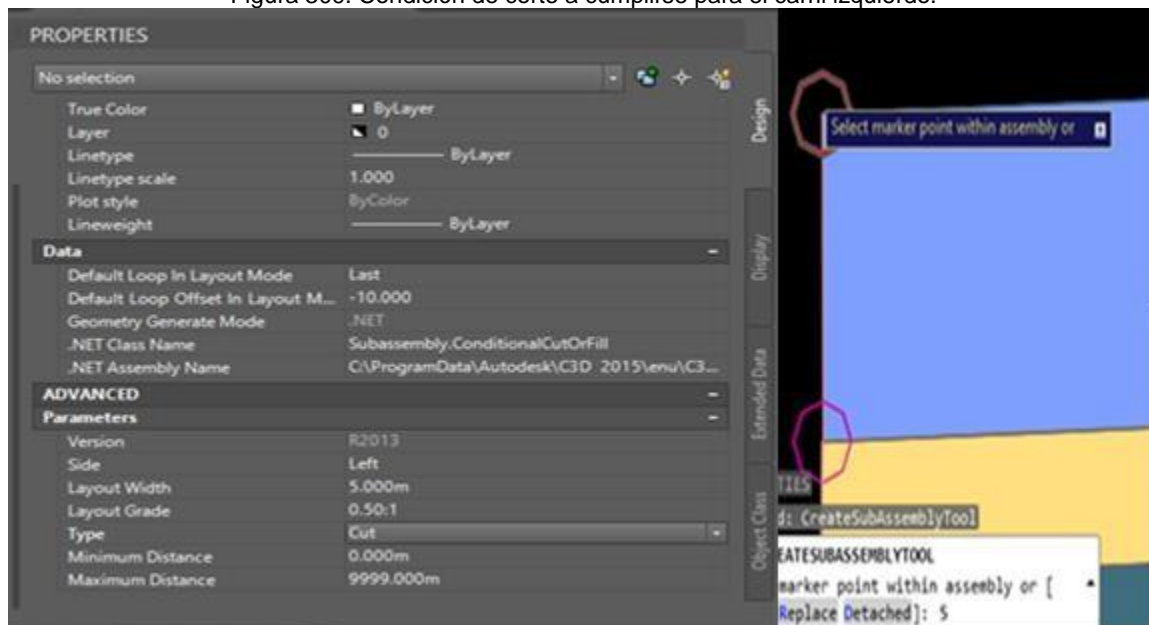
En Type (tipo de condición), seleccionar “Cut”, es decir corte.

En Minimum distance teclear “0m”.

En Maximum distance seleccionar “9999.00”.

Finalmente en el espacio modelo seleccionar el círculo de unión superior del hombro y automáticamente aparecerá la condición de corte que se configuró, ver figura 309.

Figura 309. Condición de corte a cumplirse para el carril izquierdo.



En la misma ventana “Properties” en “Parameters”, se procederá a configurar la primera condición de relleno, para ello se utilizarán las alturas límites de los diferentes taludes que se muestran en la tabla 36.

Tabla 36. Taludes de rellenos.

Tabla de Taludes de Rellenos Taludes	
Taludes	H(m)
1.5 x 1	$h > 2.0m$
2 x 1	$1.2m < h < 2.0m$
3 x 1	$0.6m < h < 1.2m$
4 x 1	$H < 0.6m$

Fuente: Consultores Corea y Asociados S.A (CORASCO).

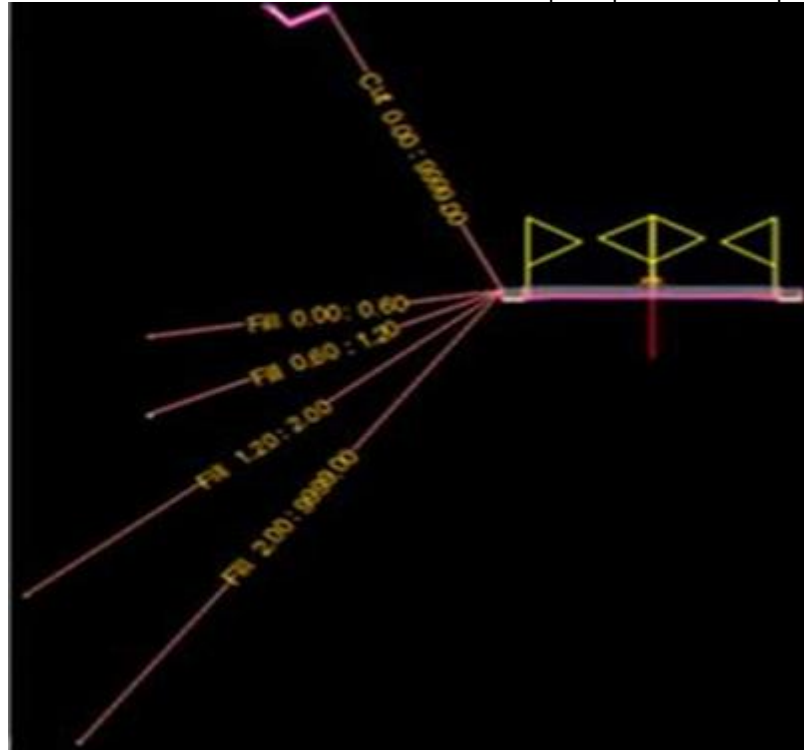
En Side seleccionar “LEFT” En Layout width teclear “10m”  
 En Layout Grade seleccionar “6:1”  
 En Type seleccionar “Fill”(Corresponde a la condición de relleno).  
 En “Minimum distance” teclear “0m”  
 Y en “Maximum distance” teclear “0.6m”.

Luego en el espacio modelo seleccionar el círculo de unión superior del borde exterior del hombro izquierdo Y automáticamente aparecerá la condición de relleno que se configuró.

- Configuración de la segunda condición de relleno: Para ello repetir el paso anterior correspondiente a la primera condición de relleno, con la diferencia que en “Layout Grade” seleccionar “2.25:1”, en “Minimum distance” seleccionar “0.601m” y en Maximum distance “1.2m”.
- Configuración de la tercera condición de relleno: Para ello se repite el mismo procedimiento que se hizo para la primera condición de relleno, con la diferencia que en “Layout width” teclear “13.5” , en “Layout Grade” teclear “1.25:1”, en “Minimum distance” teclear “1.201m” y en “Maximum distance” teclear “2”.
- Configuración de la cuarta condición de relleno: Ésta se realiza igual que el paso anterior, con la diferencia que en “Layout width” teclear “12” , en “Layout Grade” teclear “0.75:1”, en “Minimum distance” teclear “2.001m” y en “Maximum distance” teclear “9999”.
- Para nombrar los subensambles creados anteriormente, es decir las condiciones de corte y relleno, se realiza lo siguiente: Se selecciona la condición de corte que se creó y en la ventana de propiedades, en el nivel Information, en la opción “Name” nombrarla como “\_CONDICIÓN \_CORTE\_0-9999m\_IZQ\_G-M”; repitiendo este mismo paso, a la primera condición de relleno se asignó el nombre de “\_CONDICIÓN \_RELLENO\_0-0.60m\_IZQ\_G- M”, a la segunda condición se le dió el nombre de “\_CONDICIÓN \_RELLENO\_0.601-1.20\_IZQ\_G-M”, a la tercera “\_CONDICIÓN \_RELLENO\_1.201-2.00m\_IZQ\_G-M” y a la cuarta condición se le nombró “\_CONDICIÓN \_RELLENO\_2.001-9999m\_IZQ\_G-M”.
- Para asignar los Subassembly (subensambles) a cumplirse para cada una de las condiciones de corte y relleno, se procede a hacer lo siguiente:
  - a) El valor a cumplirse para la condición de corte, será incluir la cuneta revestida de suelo cemento (la que se creó en pasos anteriores). Para ello se hará lo siguiente:

Seleccionar la cuneta, seleccionar “Add to Assembly”, luego seleccionar el círculo superior de la condición de corte y automáticamente se insertará la cuneta (ver figura 310). Posteriormente se selecciona la cuneta y en la ventana de Propiedades, en information nombrarla como “CUNETAS\_G-M\_01\_IZQ.”

Figura 310. Condición en subensamblaje en corte a cumplirse para el carril izquierdo.



- b) Para la primera condición de relleno: En la barra flotante “**TOOL PALETTES CIVIL METRIC SUBASSEMBLIES**”, ubicarse en la pestaña **Shoulder**, y Seleccionar “**Shoulder Extend All**”, en la ventana de propiedades, ubicarse en **Parameter** y configurar lo siguiente:

En **Side** seleccionar “**Left**”.

En **Shoulder width** teclear “**0.001m**”.

En **Use superelevation** seleccionar “**Left outside Shoulder**” (carril exterior izquierdo).

En **Shoulder slope** teclear “**-3%**”.

En **Subbase daylight type** seleccionar “**Hold width, adjust slope**”.

En **Daylight slope** teclear “**2.00:1**”.

En **Daylight width** teclear “**0.330**”.

En **Superelevation subbase** seleccionar “**Yes**”.

En **Subbase %slope** teclear “**-3%**”.

En **Pave 1** y en **Pave 2** teclear “**0.00m**”.

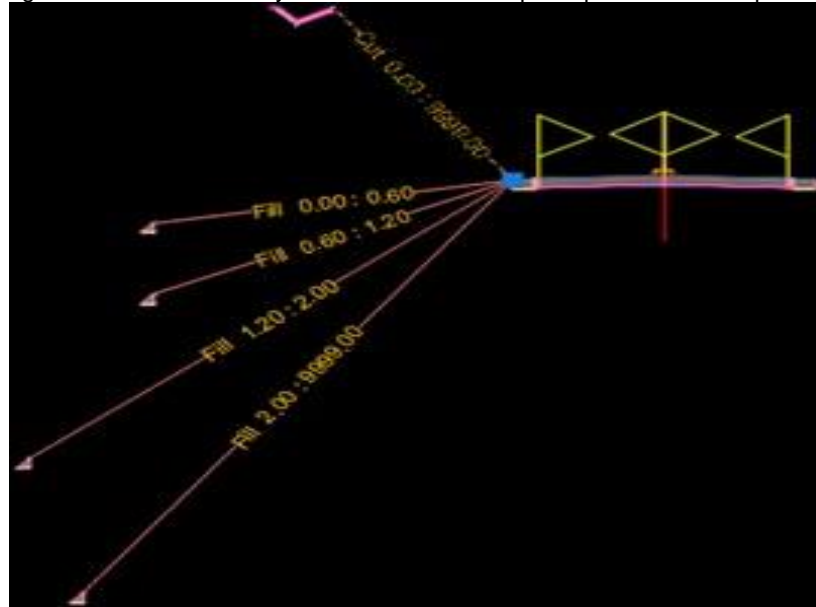
En **Base depth** teclear “**0.350m**”.

En **Subbase depth** teclear “**0.00m**”.

Finalmente hacer click izquierdo en el círculo de unión de la primera condición de relleno, para que la cuña creada se inserte. Posteriormente se selecciona la cuña y se nombrará como “**CUÑA\_RELLENO\_0-0.60m\_IZQ\_G-M**”.

Para insertar los valores a cumplirse para las condiciones de rellenos restantes se realiza el mismo paso b). con la diferencia que el nombre de la segunda condición de relleno será “CUÑA\_RELLENO\_0.601-1.2m\_IZQ\_G-M”, la tercera se nombrará como “CUÑA\_RELLENO\_1.201-2m\_IZQ\_G-M” y la cuarta condición se nombrará “CUÑA\_RELLENO\_2.001-9999m\_IZQ\_G-M”. En la figura 311 se muestra el resultado de las configuraciones anteriormente realizadas.

Figura 311. Condiciones y subensambles a cumplirse para el carril izquierdo.



- Para insertar los taludes a cumplirse (para el lado izquierdo). En la barra flotante “TOOL PALETES CIVIL METRIC SUBASSEMBLIES”, ubicarse en la pestaña Daylight y seleccionar “DaylightGeneral” y en la ventana Properties, ubicarse en Parameter y configurar las diferentes condiciones de relleno y corte; estos parámetros se resumen en la tabla 37. Pag 204.

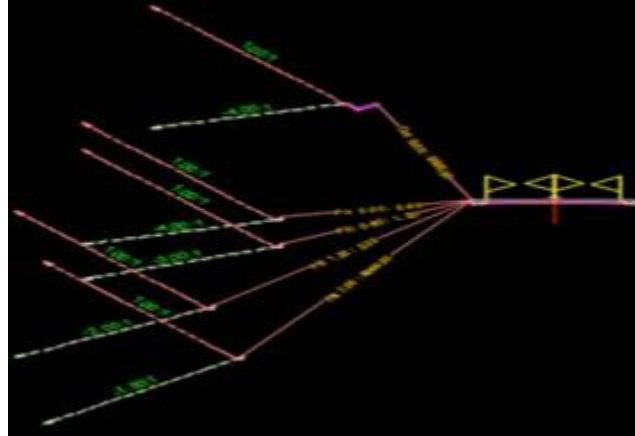


Tabla 37. Configuración de los parámetros de taludes que deben cumplirse en el proyecto.

Tabla de configuracion de los parametros de los taludes que se deben cumplir en el proyecto					
Condicion	Corte	1ra condicion de relleno	2da condicion de relleno	3ra condicion de relleno	4ta condicion de relleno
Flat cup slope	1.00:1	1.00:1	1.00:1	1.00:1	1.00:1
Flat cut max Height	5m	5m	5m	5m	5m
Medium cut slope	1.00:1	1.00:1	1.00:1	1.00:1	1.00:1
Medium cut max Height	10	10	10	10	10
Steep cut slope	1.00:1	1.00:1	1.00:1	1.00:1	1.00:1
Flat fill slope	4.00:1	4.00:1	3.00:1	2.00:1	1.50:1
Flat fill max Height	0.6m	0.6m	1.2m	2.0m	5.0m
Medium fill slope	4.00:1	4.00:1	3.00:1	2.00:1	1.50:1
Medium fill max Height	0.6m	0.6m	1.2m	2.0m	5.0m
Steep fill slope	4.00:1	4.00:1	3.00:1	2.00:1	1.50:1
Guardrail width	0	0	0	0	0
Include guardrail	Omit guardrail	Omit guardrail	Omit guardrail	Omit guardrail	Omit guardrail
Nombre que se le asigna	TALUD_CORTE_1_1_IZQ_G-M	TALUD_RELLENO_4_1_IZQ_G-M	TALUD_RELLENO_3_1_IZQ_G-M	TALUD_RELLENO_2_1_IZQ_G-M	TALUD_RELLENO_1.5_1_IZQ_G-M
Nota:	Los demas parametros se dejan por defecto. Luego se selecciona el circulo superior de vinculacion de la cuneta.	Los demas parametros se dejan por defecto. Luego se selecciona el circulo inferior exterior de vinculacion de la cuña	Los demas parametros se dejan por defecto. Luego se selecciona el circulo inferior exterior de vinculacion de la cuña	Los demas parametros se dejan por defecto. Luego se selecciona el circulo inferior exterior de vinculacion de la cuña	Los demas parametros se dejan por defecto. Luego se selecciona el circulo inferior exterior de vinculacion de la cuña

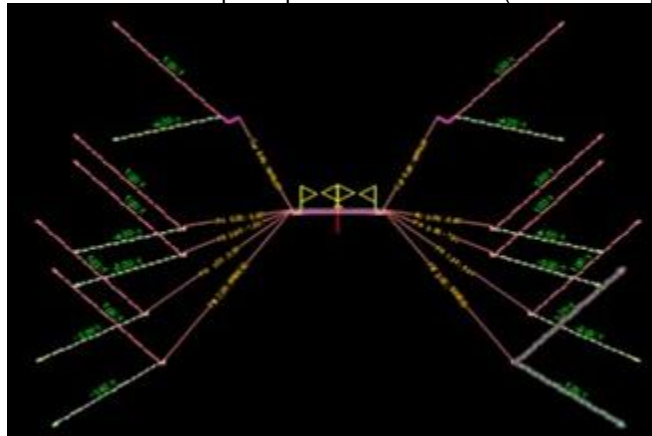
Finalmente ver la figura 312 con los con los correspondientes taludes a cumplirse según especificaciones del proyecto. Nótese que hasta el momento se ha realizado las configuraciones únicamente al lado izquierdo de la sección típica.

Figura 312. Taludes a cumplirse para el carril izquierdo.



**Nota:** Para realizar las configuraciones correspondientes al lado derecho, se seleccionan las del lado izquierdo, luego se aplica el comando Mirror y se selecciona la línea base del ensamble, luego dar click izquierdo en el círculo de vínculo de la parte superior externa del hombro derecho. Para nombrar estas condiciones se selecciona cada una y en la ventana de propiedades, en el nivel Information, en la opción “Name” nombrarlas igual como se nombraron las del lado izquierdo, con la diferencia que en vez de IZQ, se digitó DER. Realizado esto, en la figura 313 se aprecia todas las condiciones de taludes insertadas, tanto al lado derecho como al lado izquierdo.

Figura 313. Taludes a cumplirse para ambos carriles (derecho e izquierdo).



#### 8.4 MODELAJE DE OBRA LINEAL

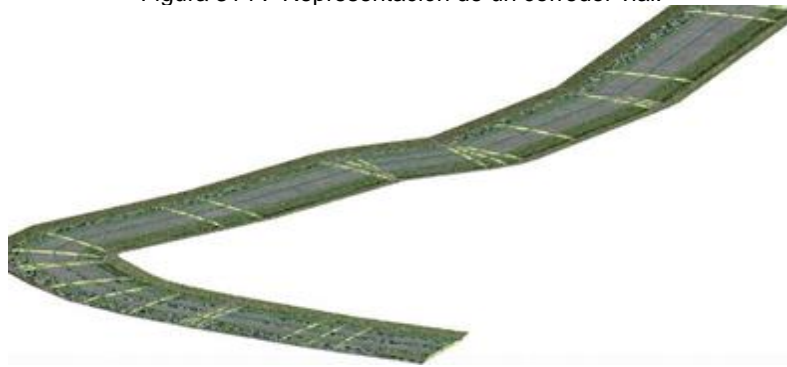
Los corredors (Corredores), son modelos tridimensionales de las carreteras y se generan con diversos objetivos y datos de Civil 3D. Se crean a partir de la alineación, se adiciona el perfil y las secciones a utilizar. Así como los taludes que intersectan a la superficie a intervalos establecidos.

### 8.4.1 Creación y edición de códigos de corredor

El corredor vial es la estructura final del diseño, se configurará utilizando el alineamiento horizontal, vertical y la sección típica creada a partir de los ensamblajes definidos. En la figura 314 se muestra una representación gráfica de lo que es un corredor vial.

Con el comando “View/Edit Corridor Sections”, se puede visualizar y/o editar una o un rango de secciones. Los parámetros editables son los mismos con los que se definen los ensamblajes: Anchos de carril, bombeos, taludes, espesores de la estructura del pavimento, etcétera.

Figura 314 . Representación de un corredor vial.



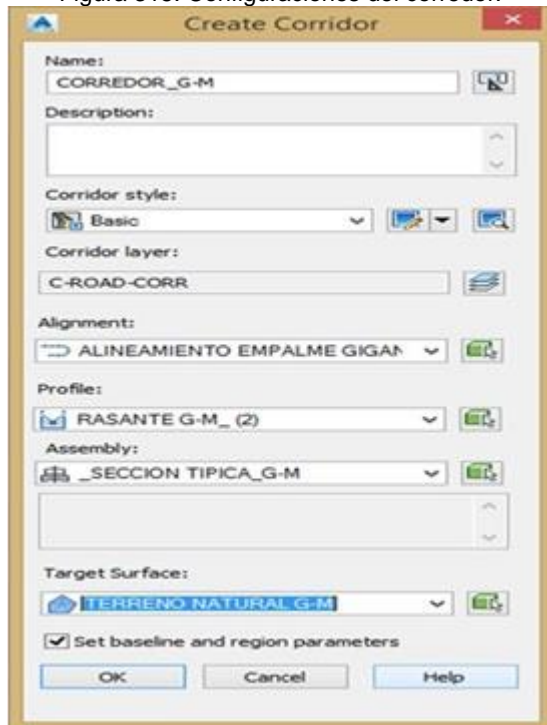
#### 8.4.1.1 Creación de corredor

Previo a ello, se debe contar con una superficie, con una alineamiento horizontal, un alineamiento vertical y con una sección típica. Seguidamente se digita el comando “MENUBAR”, se presiona Enter, y luego se tecldea “1” (este dígito permite activar dicho menú).

A continuación en el menú Corridor, seleccionar “Create Corridor” y en el cuadro desplegable “Create Corridor”, nombrar el corredor como “CORREDOR\_G-M”, En “Corridor style” seleccionar “Basic”, en “Corridor layer” se deja la capa que trae por defecto la plantilla, en Alignment se selecciona el alineamiento creado “ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIELAGO”.

Seguidamente en “Profile” seleccionar la rasante creada, en este caso “RASANTE G-M\_2” , en Assembly seleccionar la sección típica creada “\_SECCIÓN TIPICA\_G-M” en “Target” seleccionar la superficie “TERRENO NATURAL G-M”. Y activar “Set baseline and región parameters”, estas configuraciones realizadas se muestran en la figura 315, luego click izquierdo en Ok.

Figura 315. Configuraciones del corredor.



En el cuadro que se despliega “Frequency to Apply Assemblies”, se especifica la frecuencia de los cadenamientos de las secciones, que el sistema genera automáticamente para el corredor.

En el nivel Alignment: En las opciones: Along Tangent, Curve increment, y Along spirals, teclear “10m”. En “At alignment geometry points” y en “At superelevation critical point” seleccionar “Yes”.

En nivel Profile: En “Along profile curves” teclear “10m”. En las opciones “At profile Geometry point” y en “At high/low point” seleccionar “Yes”, ver estas configuraciones en la figura 316, luego click izquierdo en Ok y Apply.

En la ventana que aparece luego de haber realizado el paso anterior, seleccionar la opción “Rebuilt the corridor” y click izquierdo en Ok. Finalmente en la figura 317 se aprecia el corredor creado.

Figura 316. Frecuencia de los cadenamientos de las secciones.

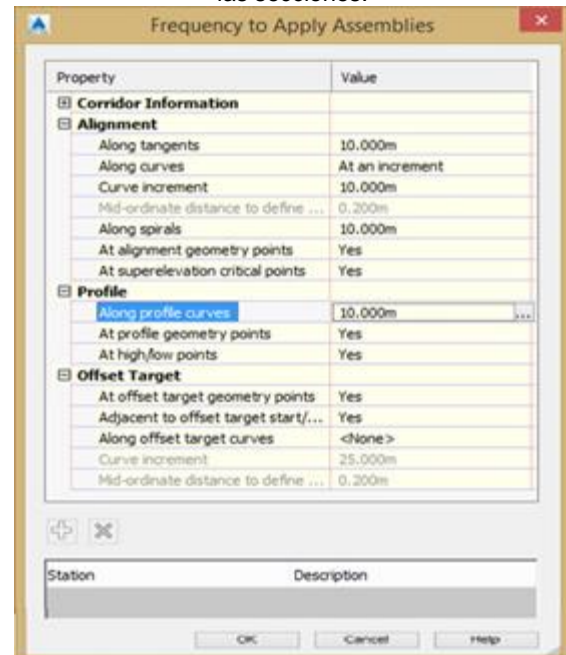
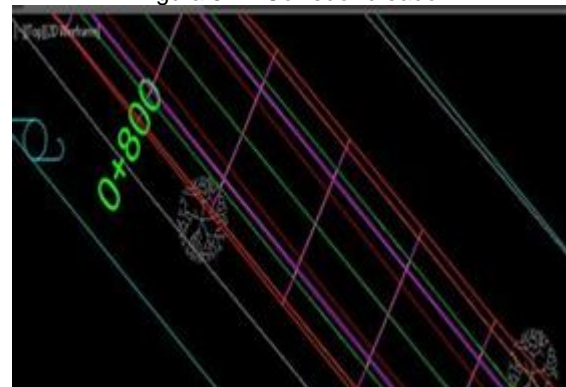


Figura 317. Corredor creado.



### 8.4.1.2 Edición de códigos de corredor

Para proceder a editar los códigos de corredor: Seleccionar el corredor, hacer click derecho y seleccionar “Edit code set style”. En la opción “Code set style”, seleccionar “Copy Current Selection”. En el cuadro desplegable “Code set style”, en pestaña Information asignarle el nombre “CODIGOS CORREDOR\_G-M”.

En pestaña Codes, extender el nivel Link y realizar los siguientes pasos:


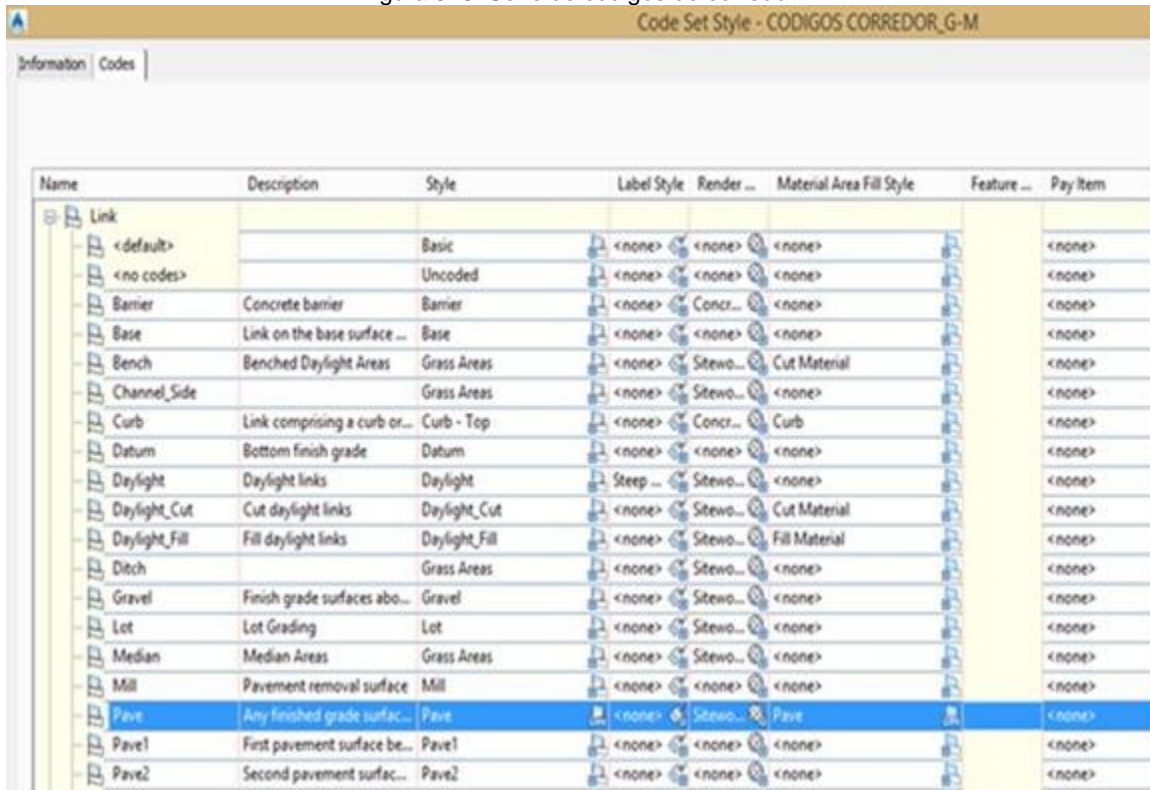

**Paso 1.** En la columna Name, ubicarse en “PAVE”, seguidamente en la columna “Material área fill style”, hacer click izquierdo en , para editar los códigos de corredor ver figura 318.

Figura 318. Serie de códigos de corredor.

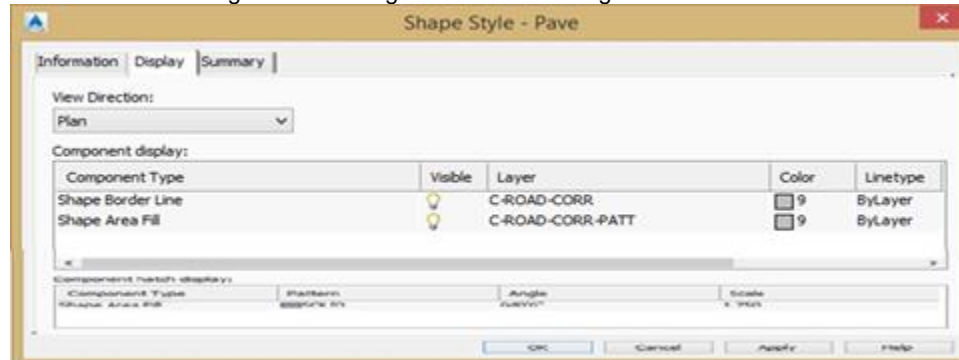


Name	Description	Style	Label Style	Render ...	Material Area Fill Style	Feature ...	Pay Item
Link							
< default >		Basic	< none >	< none >	< none >		< none >
< no codes >		Uncoded	< none >	< none >	< none >		< none >
Barrier	Concrete barrier	Barrier	< none >	Concr...	< none >		< none >
Base	Link on the base surface ...	Base	< none >	< none >	< none >		< none >
Bench	Benched Daylight Areas	Grass Areas	< none >	Sitewo...	Cut Material		< none >
Channel_Side		Grass Areas	< none >	Sitewo...	< none >		< none >
Curb	Link comprising a curb or...	Curb - Top	< none >	Concr...	Curb		< none >
Datum	Bottom finish grade	Datum	< none >	< none >	< none >		< none >
Daylight	Daylight links	Daylight	Steep ...	Sitewo...	< none >		< none >
Daylight_Cut	Cut daylight links	Daylight_Cut	< none >	Sitewo...	Cut Material		< none >
Daylight_Fill	Fill daylight links	Daylight_Fill	< none >	Sitewo...	Fill Material		< none >
Ditch		Grass Areas	< none >	Sitewo...	< none >		< none >
Gravel	Finish grade surfaces abo...	Gravel	< none >	Sitewo...	< none >		< none >
Lot	Lot Grading	Lot	< none >	Sitewo...	< none >		< none >
Median	Median Areas	Grass Areas	< none >	Sitewo...	< none >		< none >
Mill	Pavement removal surface	Mill	< none >	< none >	< none >		< none >
Pave	Any finished grade surfac...	Pave	< none >	Sitewo...	Pave		< none >
Pave1	First pavement surface be...	Pave1	< none >	< none >	< none >		< none >
Pave2	Second pavement surfac...	Pave2	< none >	< none >	< none >		< none >

**Paso 2.** En la ventana que se despliega seleccionar “Pave”, luego hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Edit current selection”.


**Paso 3.** En pestaña Display, en View direction seleccionar Plan (planta) y para las dos capas que se muestran asignarles el “color 9”, luego click izquierdo en Ok. Repetir este mismo procedimiento, con la diferencia que en la opción “View direction” seleccionar “Section”. Ver estas configuraciones en la figura 319, luego click izquierdo en Apply y Ok.


Figura 319. Configuración de los códigos del corredor.




Continuando con el cuadro desplegable “Code set style”, en el nivel Link:

Repetir el paso 1, con la diferencia que hay que ubicarse en “Curb”, también repetir el paso 2, con la diferencia que se debe seleccionar “Curb” y en el paso 3 lo único que cambiará es que será color 8.

Repetir el paso 1. con la diferencia que hay que ubicarse en “Dayling fill”, también repetir el paso 2, con la diferencia que se debe seleccionar “fill material”, y en el paso 3, lo único que cambiará es que será color 90, y la primera capa deberá apagarse, también en la parte inferior de la ventana seleccionar la escala 0.05, luego ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “shape área fill” y columna “Pattern” y hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega, en “Type” seleccionar “Predefined ” y en “Pattern name” seleccionar “GRASS, luego click izquierdo en Ok, Apply y Ok.

Repetir el paso 1, con la diferencia que hay que ubicarse en “Dayling cut”, también repetir el paso 2, con la diferencia que se debe seleccionar cut material”, y en el paso 3, lo único que cambiará es que será color 10, y la primera capa deberá apagarse, también en la parte inferior de la ventana seleccionar la escala 0.05, luego ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “shape área fill” y columna “Pattern” y hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega, en “Type” seleccionar “Predefined ” y en Pattern Name seleccionar “CROSS”, luego click izquierdo en Ok, Apply y Ok.

Continuando con el cuadro desplegable “Code set style”. En el nivel Link:

En la columna Name ubicarse en “BENCH” y en la columna “Material área fill style” hacer click izquierdo en  y seleccionar “Cut Material” y luego click izquierdo en Ok.




Seguidamente, repetir los siguiente pasos:

Paso 1. En la columna Name ubicarse en “Daylight”.

Paso 2. En la columna “Style” corroborar que este “Daylight”.

Paso 3. Hacer click izquierdo en  y seleccionar “Daylight”.

Paso 4. Click izquierdo en el desplegable .

Paso 5. En pestaña Display, en “View direction” seleccionar “Plan”.

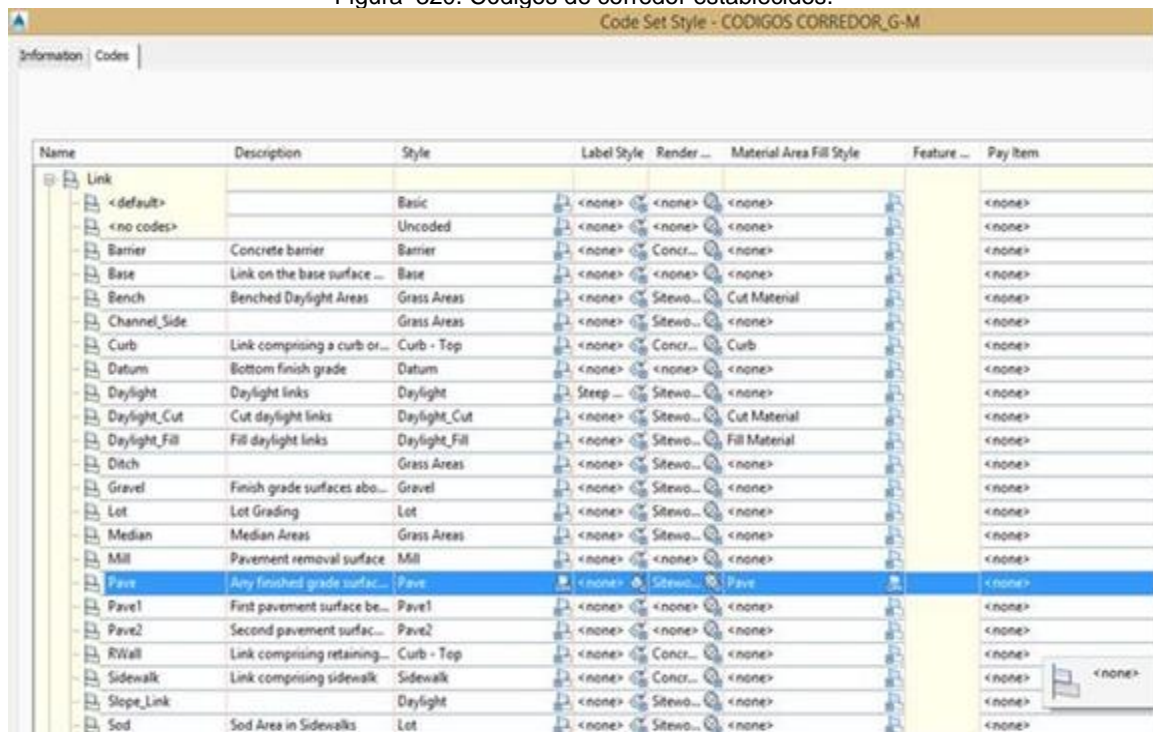
Paso 6. A los componentes que aparecen asignarles el color 9. Luego click izquierdo en Apply, Ok y Ok.

Repetir estos pasos, con la diferencia que en el paso 1 seleccionar “Daylight Cut”, en el paso 2 corroborar que este “Daylight Cut”, en el paso 3 seleccionar “Daylight Cut”, y en los pasos 4, 5 asignar el color 10.

Repetir el paso anterior con la única diferencia que en vez de seleccionar Daylight\_Cut, se deberá seleccionar “Daylight\_Fill”, y el color a asignar será el 90.

Luego repetir los pasos antes mencionados, con la diferencia que en el paso 1 seleccionar “Curb”, en el paso 2 corroborar que este “Curb-Top”, en el paso 3 seleccionar “Curb-Top”, y en los pasos 4, 5 asignar el color 1. En la figura 320 se aprecian los cambios realizados. Luego click izquierdo en Apply, Ok y Ok.

Figura 320. Códigos de corredor establecidos.



Name	Description	Style	Label Style	Render ...	Material Area Fill Style	Feature ...	Pay Item
Link							
< default>		Basic	< none>	< none>	< none>		< none>
< no codes>		Uncoded	< none>	< none>	< none>		< none>
Barrier	Concrete barrier	Barrier	< none>	Concr...	< none>		< none>
Base	Link on the base surface ...	Base	< none>	< none>	< none>		< none>
Bench	Benched Daylight Areas	Grass Areas	< none>	Sitewo...	Cut Material		< none>
Channel_Side		Grass Areas	< none>	Sitewo...	< none>		< none>
Curb	Link comprising a curb or...	Curb - Top	< none>	Concr...	Curb		< none>
Datum	Bottom finish grade	Datum	< none>	< none>	< none>		< none>
Daylight	Daylight links	Daylight	< none>	Steep ...	Sitewo...	< none>	< none>
Daylight_Cut	Cut daylight links	Daylight_Cut	< none>	Sitewo...	Cut Material		< none>
Daylight_Fill	Fill daylight links	Daylight_Fill	< none>	Sitewo...	Fill Material		< none>
Ditch		Grass Areas	< none>	Sitewo...	< none>		< none>
Gravel	Finish grade surfaces abo...	Gravel	< none>	Sitewo...	< none>		< none>
Lot	Lot Grading	Lot	< none>	Sitewo...	< none>		< none>
Median	Median Areas	Grass Areas	< none>	Sitewo...	< none>		< none>
Mill	Pavement removal surface	Mill	< none>	< none>	< none>		< none>
Pave	Any finished grade surfac...	Pave	< none>	Sitewo...	Pave		< none>
Pave1	First pavement surface be...	Pave1	< none>	< none>	< none>		< none>
Pave2	Second pavement surfac...	Pave2	< none>	< none>	< none>		< none>
RWall	Link comprising retaining...	Curb - Top	< none>	Concr...	< none>		< none>
Sidewalk	Link comprising sidewalk	Sidewalk	< none>	Concr...	< none>		< none>
Slope_Link		Daylight	< none>	Sitewo...	< none>		< none>
Sod	Sod Area in Sidewalks	Lot	< none>	Sitewo...	< none>		< none>

Luego de haber realizado los pasos antes mencionados, en la ventana que se mantiene desplegada, corroborar que en la opción “Code set style” se encuentre seleccionado “CODIGOS CORREDOR\_G-M, luego hacer click izquierdo en Apply, finalmente seleccionar “Rebuilt the corridor” y click izquierdo en Ok. En la figura 321 se aprecia el corredor una vez editado.

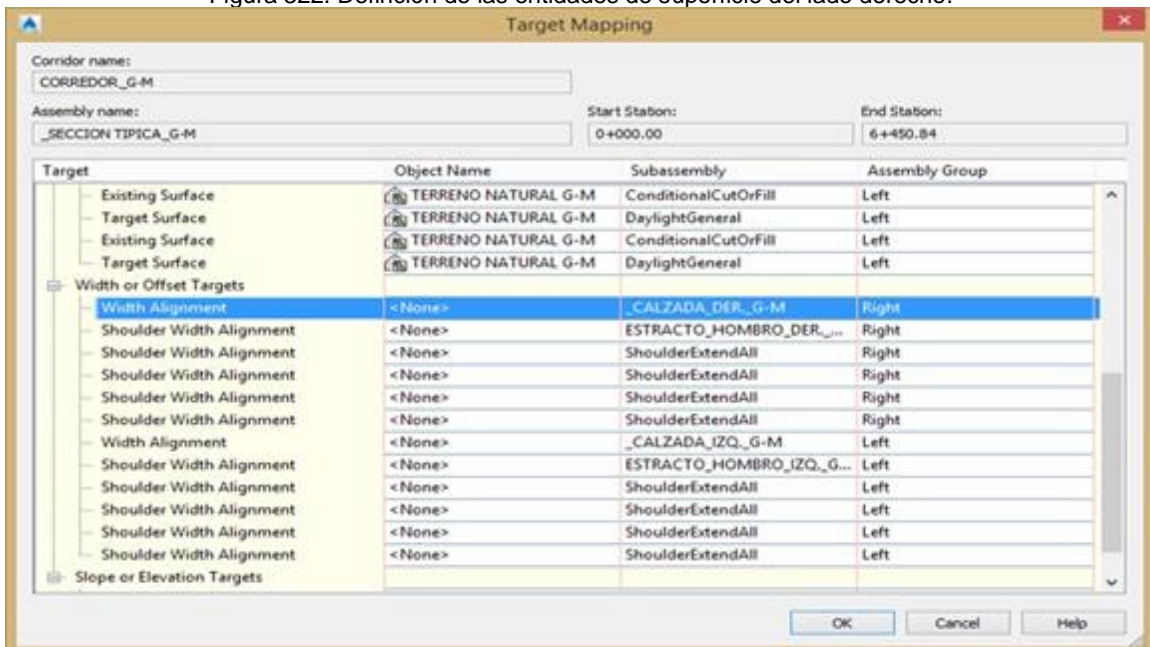
Figura 321. Vista del corredor con códigos establecidos.



**Nota:** Las configuraciones realizadas anteriormente, solo permiten que el corredor tome en cuenta el alineamiento horizontal sin los offset. Para lograr que los tome en cuenta, se realizará lo siguiente:

**Edición de todos los objetivos del corredor:** Seleccionar el corredor con click izquierdo, luego hacer click derecho y seleccionar “Corridor Properties”, en el cuadro que se despliega, en pestaña Parameter, hacer click izquierdo en la opción “Set all Targets” (Establecer todos los objetivos), en la ventana “Target Mapping” (Asignación de objetivos), seleccionar “Width alignment” (Indica el sobrecosto u offset creado), en la columna “Assembly Group” seleccionar “Right”, tal como se muestran en la figura 322.

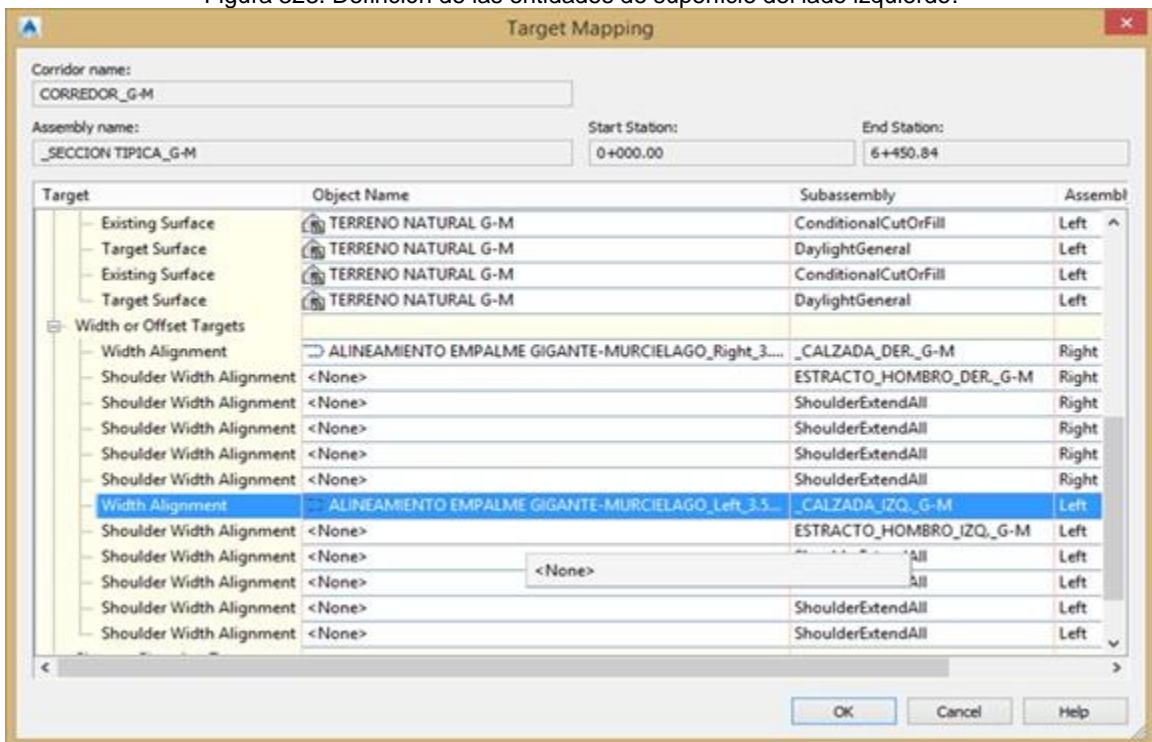
Figura 322. Definición de las entidades de superficie del lado derecho.



Luego ubicarse en la celda “Width Alignment” y en la columna “Object Name”, hacer click izquierdo en “None” y en la opción “Select alignment” seleccionar “ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIELAGO\_Right\_3.5”, luego click izquierdo en Add y Ok.

En la segunda fila de nombre “Width Alignment”, en la columna “Assembly Group” seleccionar “Left” y en la columna Object Name, hacer click izquierdo en “None” y en “Select alignment” seleccionar ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIELAGO\_Left\_3.5”, luego click izquierdo en Add y Ok. Ver estas configuraciones en la figura 323.

Figura 323. Definción de las entidades de superficie del lado izquierdo.



Finalmente hacer click izquierdo en Apply, luego click izquierdo en “Rebuilt the corridor”, y finalmente hacer click izquierdo en Ok. Ver figura 324.

Figura 324. Reconstrucción del corredor.



## 8.4.2 Creación y configuración de superficies para corredor


Para poder cuantificar el volumen de corte y terraplén, es necesario crear superficies que represente la parte inferior (Datum) y superior (Top) de la estructura del pavimento.

Se pueden configurar las superficies de obra lineal para cambiar su visualización y para añadir o eliminar datos de las superficies.

Al crear una superficie de obra lineal como superficie dinámica, es posible configurar muchas de las propiedades de superficie y realizar un análisis de superficie con dichas propiedades.

### 8.4.2.1 Creación y configuración de las superficies TOP (superior) y DATUM (inferior)

Para proceder a la creación y configuración de las superficies Top y Datum, Seleccionar con click izquierdo el corredor, hacer click derecho y seleccionar “Corridor Surface”. En la ventana desplegable “Corridor Surface”, hacer doble click izquierdo en el ícono “Create a corridor Surface”.

Luego nombrar a la primera superficie como “CORREDOR\_G-M-SUPERIOR” y a la segunda como “CORREDOR\_G-M-INFERIOR”. En columna “Surface style” a ambas superficies seleccionar “Contours and triangles”. En columna “Render material” hacer click izquierdo en  y seleccionar “Sitework Planting Gravel Crushed” (esto igual para ambas superficies).


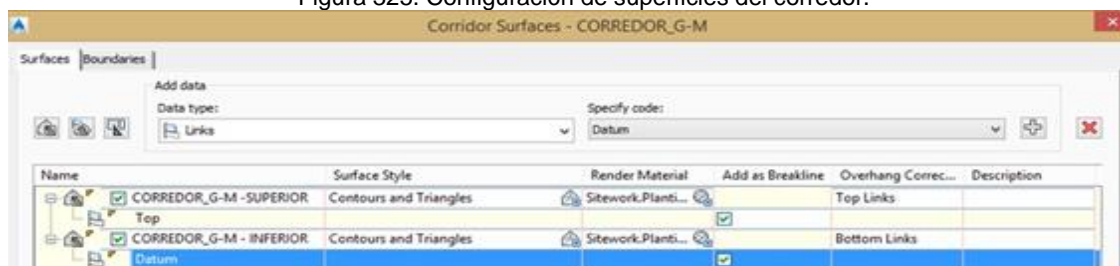
En columna “Overhang correction”, a la primera superficie seleccionar “Top links” y a la segunda “Bottom links”. A continuación, seleccionar el “CORREDOR\_G-M-SUPERIOR” y en la opción “Specify code” seleccionar “Top”, y click izquierdo en  y en la columna “Add as Breakline” activar el check. Repetir este mismo procedimiento para “CORREDOR\_G-M-INFERIOR”, y en vez de seleccionar Top, seleccionar “Datum”, en la figura 325, se muestran los cambios realizados. Luego click izquierdo en Apply.

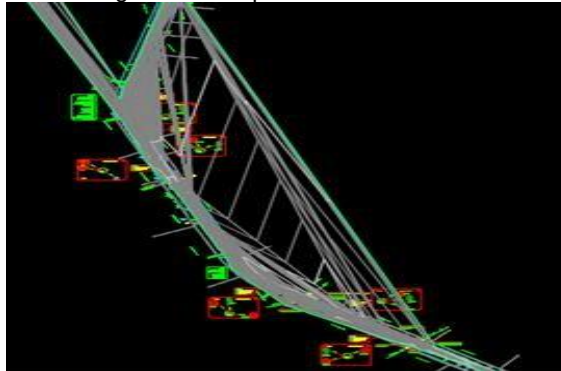
Figura 325. Configuración de superficies del corredor.





Luego de haber realizado lo anterior, seleccionar la opción “Rebuilt corredor” y click izquierdo en Ok. ver figura 326.

Figura 326. Superficies del corredor.



Para definir los bordes de la superficie creada, se hará lo siguiente:

En pestaña Prospector de Toolspace, Extender Corridor, seleccionar el corredor “CORREDOR\_G-M”, hacer click derecho y seleccionar Properties.

En la ventana desplegable seleccionar la pestaña “Boundaries” , y seleccionar con click izquierdo el corredor “CORREDOR\_G-M\_CORREDOR\_G-M-SUPERIOR”, luego hacer click derecho y seleccionar “corridor extends as outer boundary”, luego dar doble click sobre éste y nombrarlo como “BORDE DE CORREDOR\_G-M-SUPERIOR”. Repetir este procedimiento para “CORREDOR\_G-M\_CORREDOR\_G-M-INFERIOR”, con la diferencia que se nombrará “BORDE DE CORREDOR\_G-M-INFERIOR”. Luego click izquierdo en Apply. Finalmente seleccionar “Rebuilt the corridor” y click izquierdo en Ok.

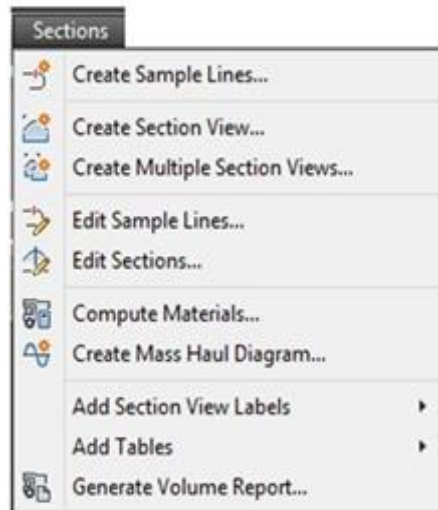
Luego en pestaña Prospector de Toolspace, extender Surfaces y seleccionar cada superficie creada, hacer click derecho y seleccionar “Surface Properties”, en la ventana que se despliega, en “Surface style” seleccionar “No Display”, repetir este procedimiento para la otra superficie (Esto se realiza para apagar las superficies).

#### **8.4.3 Creación y edición de líneas de muestreo**


Para poder obtener las secciones transversales de la superficie de terreno natural y de la obra lineal es necesario muestrear la alineación horizontal, mediante el uso de líneas de muestreo perpendiculares a la alineación.

Para crear las líneas de muestreo se realiza lo siguiente: Se selecciona el alineamiento y en el menú Section, seleccionar “Create sample lines”, ver figura 327.


Figura 327. Creación de líneas de muestreo.



En la ventana desplegable “Create simple line Group” nombrarlas como “CONJUNTO DE LINEAS DE MUESTREO\_G-M” y activar todas las opciones que aparecen en la columna “Sample”, luego realizar lo siguiente:

-En columna Style, correspondiente a la superficie “TERRENO NATURAL G-M”, seleccionar “Existing Ground” y click izquierdo en el desplegable . Luego en la opción “View direction” seleccionar “Section” y a los dos componentes que aparecen asignarles el color “Green”. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

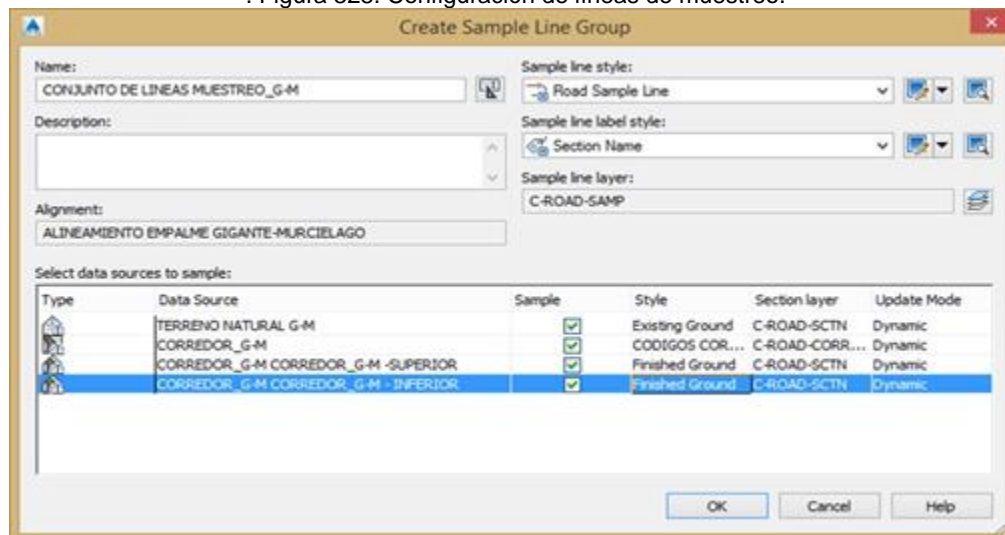
-En la columna Style correspondiente a la superficie “CORREDOR G-M”, seleccionar “CODIGOS CORREDOR\_G-M” y click izquierdo en Ok.

- En columna Style correspondiente a la superficie “CORREDOR\_G-M\_CORREDOR\_G-M-SUPERIOR”, seleccionar “Finished Ground” , y click izquierdo en el desplegable . Luego en la opción “View direction” seleccionar “Section” y para las dos componentes (Segment y point) asignarles el color cyan. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

-En columna Style correspondiente a la superficie CORREDOR\_G-M\_CORREDOR\_G-M-INFERIOR”, seleccionar “Finished Ground”. Todas las configuraciones realizadas a las superficies se muestran en la figura 328. Luego click izquierdo en Ok.

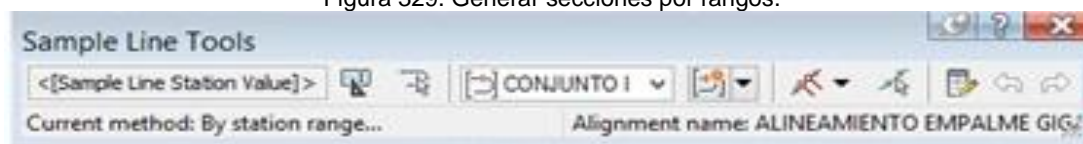


. Figura 328. Configuración de líneas de muestreo.



En la barra desplegable "Sample Line Tools", extender el ícono "Sample line Creation methods" y seleccionar la opción "By range of Station" ver figura 329.

Figura 329. Generar secciones por rangos.



En el cuadro que se despliega "Create sample line-By Station Range".

En el nivel Station range: En "From alignment start" y en "From alignment end" seleccionar "True".

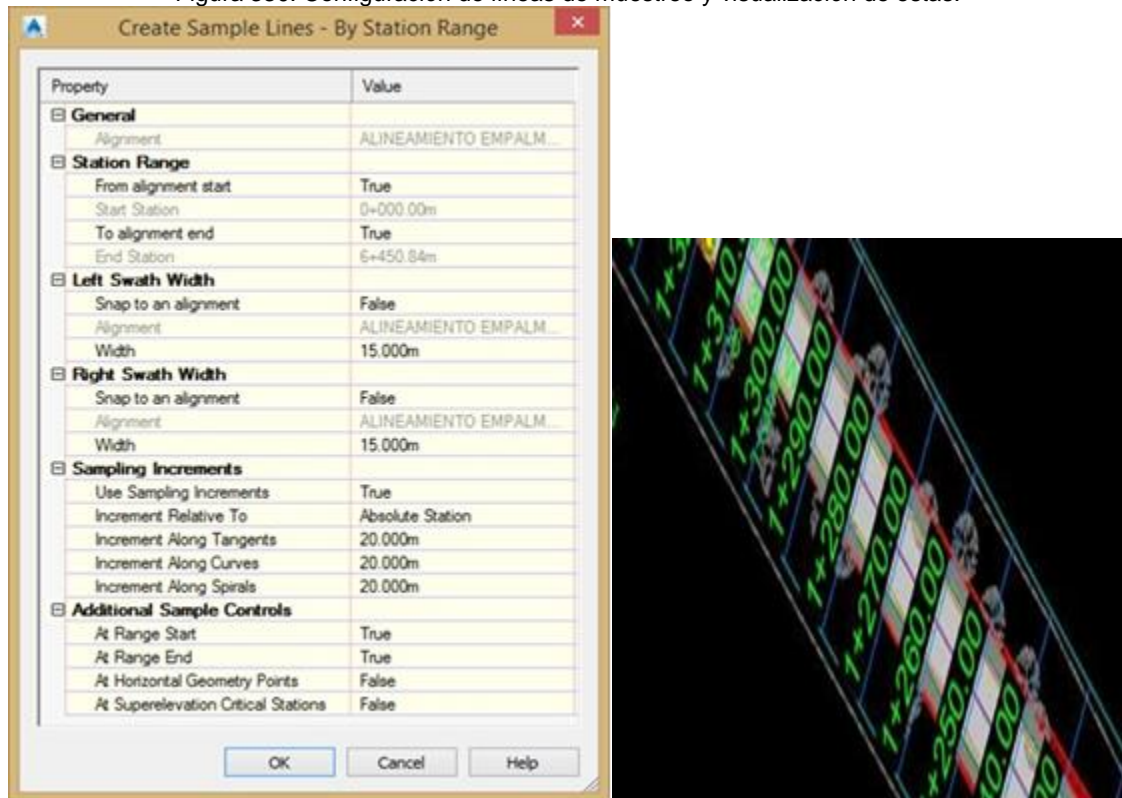
En el nivel Left swath width: En width teclear "15m" (es el ancho en el que se reflejarán las secciones transversales), en "Snap to an alignment" seleccionar "False".

En el nivel Right swath width: En "Snap to an alignment" seleccionar "False" y en "Width" teclear "15m".


En el nivel Sampling increment: En "use sampling increments" seleccionar "True", en "Increment relative to" seleccionar "Absolute Station". En la opción "Increment a long target" teclear "20m", es decir cada sección transversal irá a cada 20m. Al resto de opciones teclear "20m".

En el nivel Additional sample controls, a las opciones "At Range Start y At Range End" seleccionar "True". Ver figura 330, en la cual se aprecian las configuraciones realizadas y las líneas de muestreo creadas.

Figura 330. Configuración de líneas de muestreo y visualización de estas.



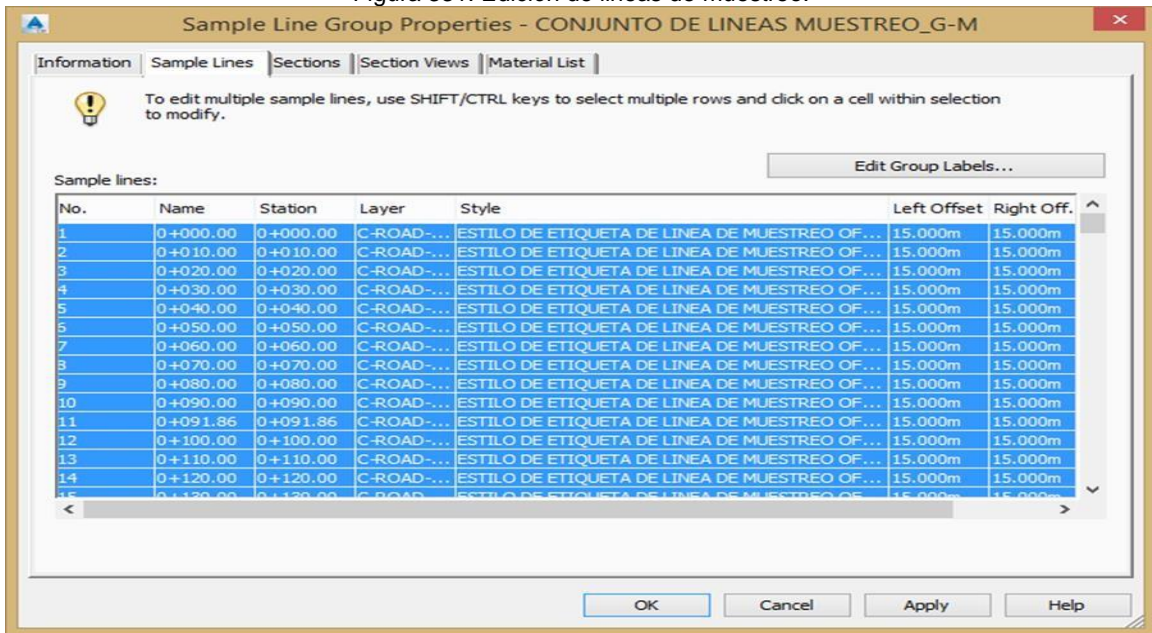
**Edición de líneas de muestreo:** Dentro de la edición de líneas de muestreo se apagarán las etiquetas de las líneas divisoras, para ello, seleccionar una de las líneas de color azul de la figura anterior, hacer click derecho y seleccionar “Sample line Group Properties” (Propiedades del grupo de líneas de muestreo).

Luego en “Sample line” (línea de muestreo) seleccionar la primera estación. En columna “Style” correspondiente a “Road sample line” hacer click izquierdo en esa celda y en el cuadro que se despliega, hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection”. Luego en pestaña Information nombrarlo como “ESTILO DE ETIQUETA DE LA LÍNEA DE MUESTREO OFF\_G-M”, luego seleccionar la pestaña Display y en “View direction” seleccionar “Plan”, y apagar las dos componentes (Lines and vértices), luego click izquierdo en Apply, Ok y Ok.

Seguidamente en el cuadro que permanece abierto “Sample Line Group Properties” Seleccionar la primera fila de estacionado con click izquierdo y con la barra de dirección vertical desplazarse hasta el final y con shift presionado seleccionar el último estacionado con click izquierdo, seguidamente hacer click izquierdo en la celda que esta en la intersección de la fila correspondiente a la última estación y columna Style y seleccionar “ESTILO DE ETIQUETA DE LA LÍNEA DE MUESTREO OFF\_G-M”. Lo anterior se realiza con la finalidad que

todas las líneas de muestreo tengan la misma etiqueta. En la figura 331 se aprecia la modificación realizada.

Figura 331. Edición de líneas de muestreo.



Seguidamente hacer click izquierdo en “Edit Group Labels” y eliminar la única opción que aparece, esto se realiza haciendo click izquierdo en ✖, Finalmente hacer click izquierdo en Apply, Ok, Apply y Ok.

## 8.5 SECCIONES TRANSVERSALES Y VOLÚMENES

### 8.5.1 Introducción

La sección transversal de una carretera es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Las secciones transversales permiten identificar las áreas de corte y relleno; a partir de estas áreas, se procede a calcular el volumen total de material a excavar o transportarse.

En este capítulo se trazarán las secciones transversales que nos permitirán evaluar el comportamiento de la combinación de los factores de diseño geométrico, a su vez se preparan las bases para la generación de los datos de movimiento de tierra y materiales a utilizar para la construcción de la vía.

## 8.5.2 Definición y configuración de los tipos de materiales a calcular

En este apartado del documento se definirá y configurará la lista de materiales y la aplicación de los criterios predefinidos, asignando los nombres de los criterios a superficies existentes u otros objetos para generar información de cubicación.

Las listas de materiales son el punto inicial para la creación de tablas e informes de cubicación.

La lista de materiales especifica las propiedades de los mismos asociados al grupo de líneas de muestreo. Cada lista representa criterios de cálculo de cubicación para los materiales especificados. La configuración de cubicación permite especificar el estilo, el formato de nombre y el comportamiento de los comandos relacionados con la cubicación.

Antes de iniciar este procedimiento es necesario actualizar el corredor que se creó anteriormente, para ello, ubicarse en pestaña Prospector de Toolspace, extender el nivel Corredor, luego seleccionar el corredor creado, hacer click derecho y seleccionar la opción “Rebuilt”, de esta manera el corredor se actualiza.

A continuación en menú Sections, seleccionar “Compute material” (calcular material), esto para registrar la lista de los materiales a calcularse mas adelante, ver figura 332.

En la ventana que se despliega “Select a Sample Line Group”, en la opción “Select alignment”, seleccionar el alineamiento creado “ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIÉLAGO”. Luego en la opción “Select sample line group” (se selecciona el grupo de líneas de muestreo que se creó en pasos anteriores), el cual corresponde a “CONJUNTO DE LÍNEAS MUESTREO\_G-M”. Luego click izquierdo en Ok. ver figura 333.

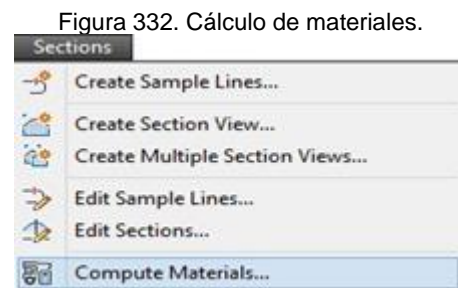
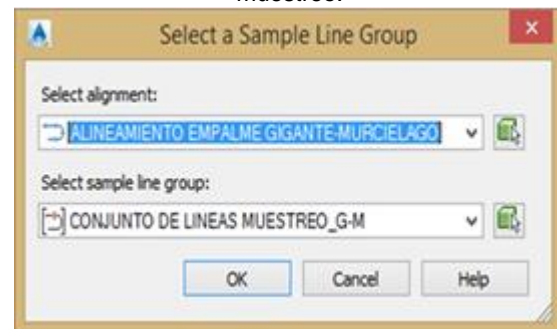


Figura 333. Selección del grupo de líneas de muestreo.

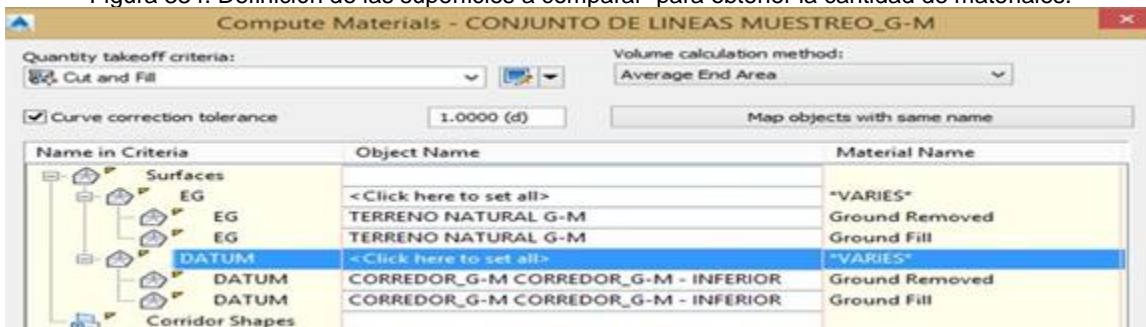


En el cuadro que se despliega “Compute Material”, en “Quantity takeoff criteria” se selecciona los criterios de cubicación, en este caso “Cut and Fill”, es decir corte y relleno.

A continuación se procederá a indicar las superficies a comparar para obtener el volumen, para ello, seleccionar la primera opción “EG” (Existing ground), el cual hace referencia al terreno natural, por tanto en la columna “Object Name” seleccionar “TERRENO NATURAL G-M”.

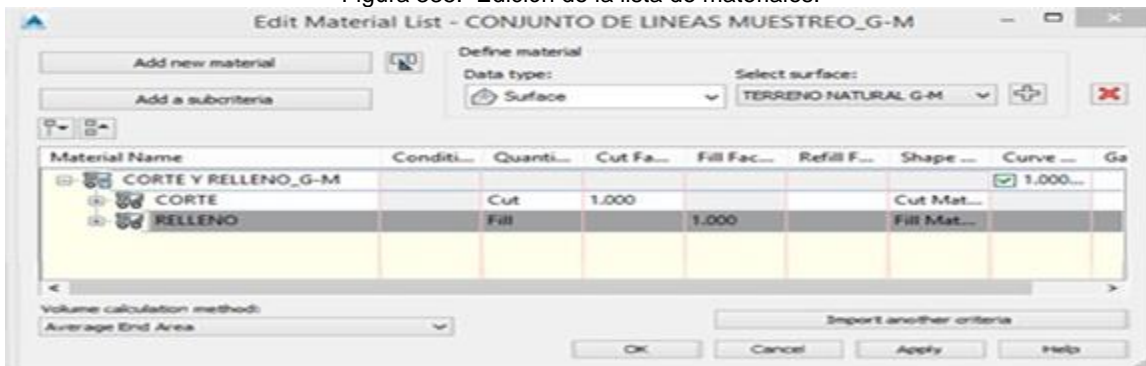
Luego seleccionar “Datum”, que corresponde a la superficie generada en la parte inferior de la estructura de pavimento, para ello, en la columna “Object Name” seleccionar “CORREDOR\_G-M\_CORREDOR\_G-M-INFERIOR”. Luego click izquierdo en Ok. Ver figura 334.

Figura 334. Definición de las superficies a comparar para obtener la cantidad de materiales.



Luego repetir el procedimiento que se realizó para acceder a la ventana “Select a Sample Line Group” de la figura 333 de la Pag. 219, luego click izquierdo en Ok. Seguidamente, en el cuadro que se abre “Edit Material List” (Editar lista de materiales), en la columna “Material Name”, dar doble click izquierdo en la opción que aparece y nombrarla como “CORTE Y RELLENO\_G-M”, luego extender esa opción y en “Ground Remove” (Remover terreno) hacer doble click izquierdo y teclear “CORTE” y en “Ground fill” (Rellenar terreno), hacer doble click izquierdo y nombrarlo como “RELLENO”. Ver figura 335.

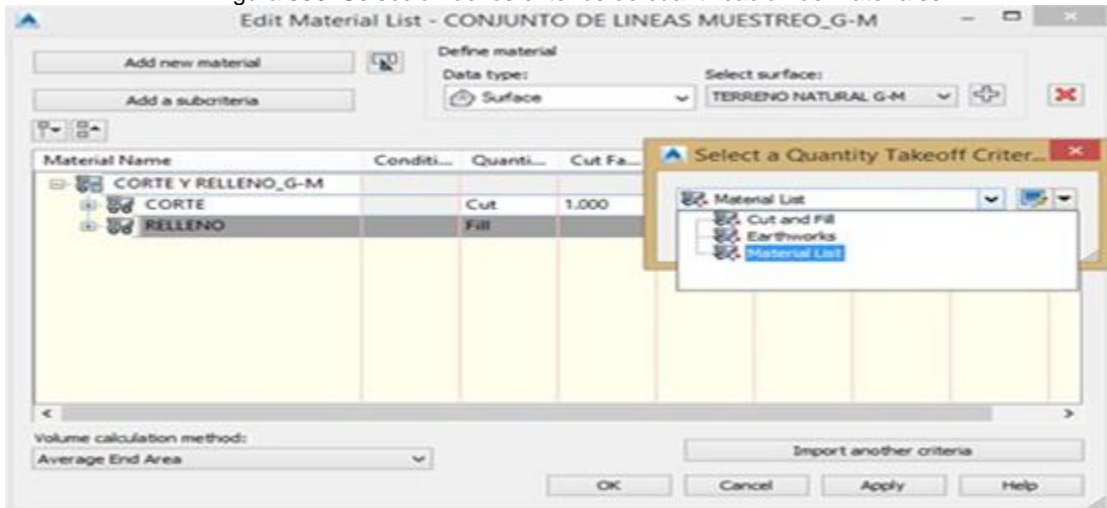
Figura 335. Edición de la lista de materiales.





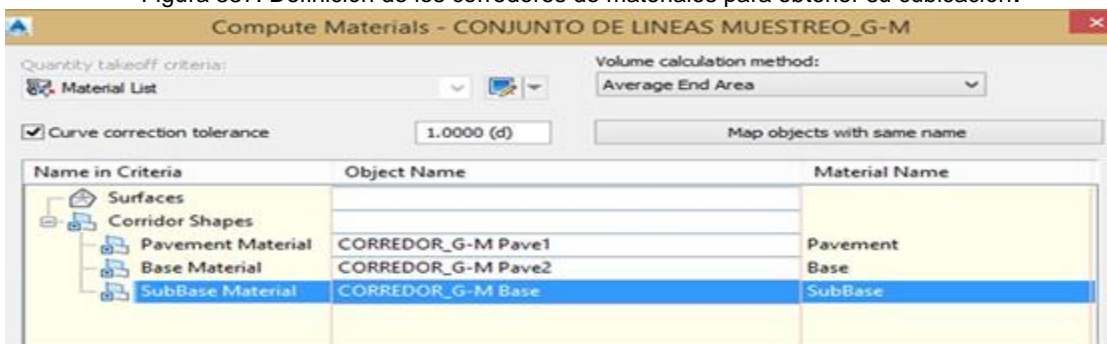
Posteriormente ubicarse en la fila “CORTE Y RELLENO”, luego hacer click izquierdo en la opción “Import another criteria” y en la ventana que se despliega “Select a Quantity Takeoff Criteria” seleccionar “Material List” (lista de materiales), ver figura 336, luego click izquierdo en Ok.

Figura 336. Selección de los criterios de cuantificación de materiales.



En el cuadro desplegable “Compute Materials”, ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Pavement Material” y columna “Object Name” y seleccionar “CORREDOR\_G-M Pave1”. Luego en la celda que está en la intersección de la fila “Base Material” y la columna “Object Name” seleccionar “CORREDOR\_G-M Pave2”. Y en la celda que está en la intersección de la fila “SubBase Material” y columna “Object Name” seleccionar “CORREDOR\_G-M Base”. Ver figura 337, luego click izquierdo en Ok.

Figura 337. Definición de los corredores de materiales para obtener su cubicación.




Luego en “Material list-(2)”, cambiar ese nombre y teclear “LISTA DE MATERIALES”. En la opción “Pavement” hacer doble click izquierdo y nombrarla como “ADOQUÍN”. En la opción “Base” repetir lo mismo y nombrarla “ARENA” y en la opción “Subbase” nombrarla como “SUELO CEMENTO BASE”.



### 8.5.2.1 Adición de nuevos materiales

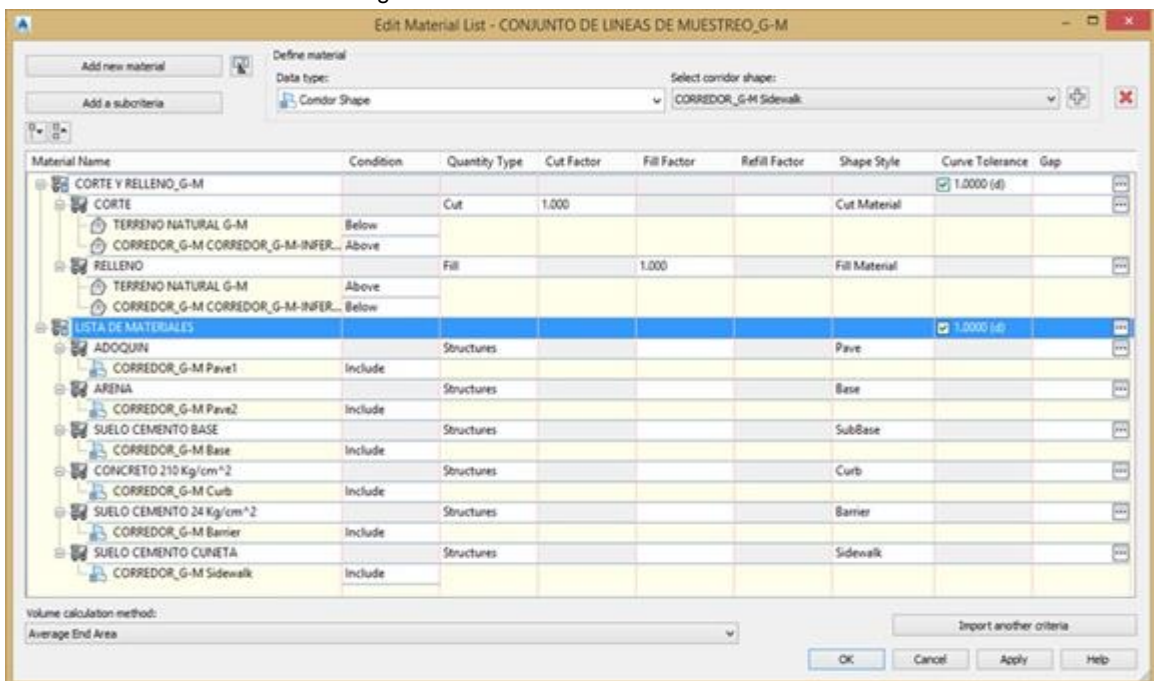
En el cuadro “Edit Material List” realizar lo siguiente:

- a) Ubicarse en la fila “LISTA DE MATERIALES” y hacer click izquierdo en “Add new material” (agregar nuevo material) y nombrarlo “CONCRETO 210Kg/cm<sup>2</sup>”, seguidamente en columna “Quantity Type” seleccionar “Structures”.
- b) En la columna “Shape Style” (estilo de textura) seleccionar “Curb” (bordillo) y click izquierdo en Ok.
- c) En la opción “Data Type” seleccionar “Corridor shape”.
- d) En “Select corridor shape” seleccionar “CORREDOR\_G-M Curb” y click izquierdo en  (esto para que el nuevo material correspondiente al bordillo de la sección típica sea añadido).

Repetir los incisos antes mencionados, con la diferencia que en el inciso a), el nuevo material a agregar se nombrará “SUELO CEMENTO 24Kg/cm<sup>2</sup>”, en el inciso b), se seleccionará “Barrier” y en el inciso d), se seleccionará CORREDOR\_G-M Barrier”.

Para agregar el siguiente material, repetir los pasos antes mencionados, con la diferencia que en el inciso b), el nuevo material a agregar se nombrará SUELO CEMENTO CUNETETA, en el inciso c), se seleccionará “Sidewalk” y en el inciso e), se seleccionará CORREDOR\_G-M Sidewalk. Ver estas configuraciones realizadas en la figura 338, finalmente hacer click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 338. Adición de nuevos materiales.



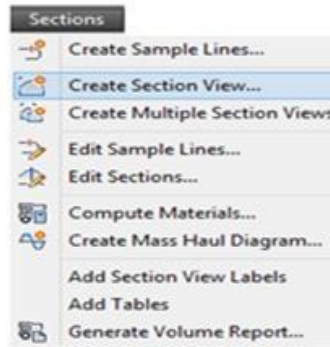
### 8.5.3 Generación, edición y estilo de secciones transversales

Las vista de secciones transversales se generan a partir de las líneas de muestreo que se establecen en planta. El estilo de vista en sección controla el formato del gráfico en el que se muestran las secciones, así como el título y las anotaciones en los ejes.

En el espacio de herramientas, el árbol de configuración permite crear, copiar, editar o suprimir un estilo de sección. También permite editar las propiedades de manera específica de las vistas de secciones transversales.

**Creación o generación de una vista de sección:** Inicialmente se activa la escala 1:250. Luego en el menú “Section”, seleccionar “Create section view” (Crear vista de sección transversal), ver figura 339.

Figura 339. Crear vista de sección transversal.

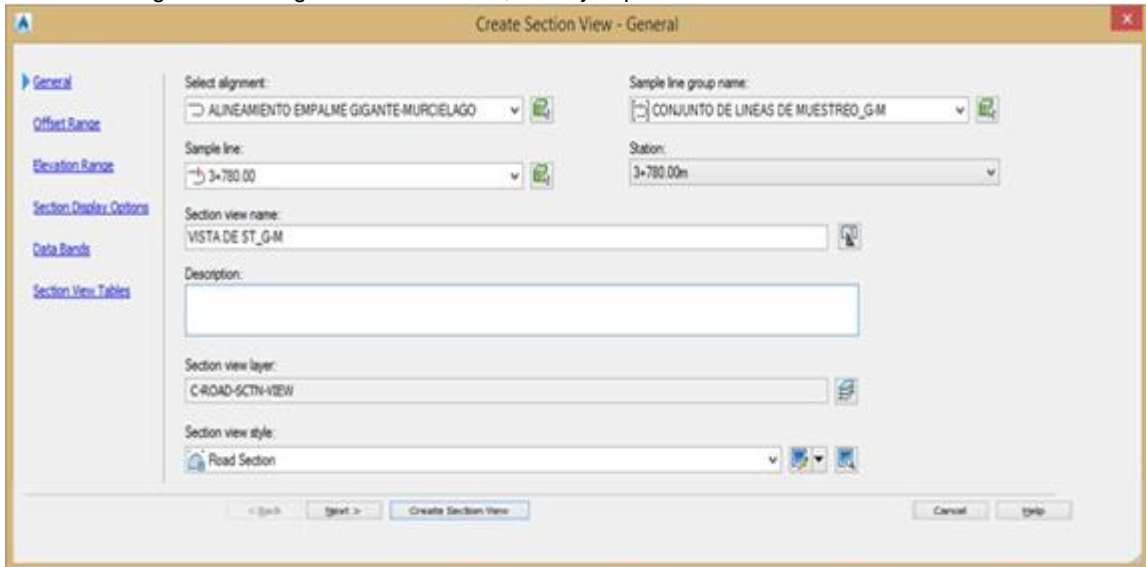


El resto de opciones, permiten crear secciones transversales de una superficie, en base a un alineamiento o un corredor, crear vistas de varias o todas las secciones transversales. Realizar modificaciones a los parámetros de las secciones transversales, como frecuencia, ancho o eliminar una sección particular, también permiten etiquetar una sección transversal con datos de diseño, tales como: Anchos, bombeos, taludes, etcétera.

Luego en el cuadro que se despliega “Create Section View”, en la pestaña General, en la opción “Sample line” (la que aparece en la parte izquierda), seleccionar la línea de muestreo a la cual se le creará la vista de sección, en este caso se seleccionó la correspondiente a la estación 3+780.00 (se puede seleccionar cualquier estación).

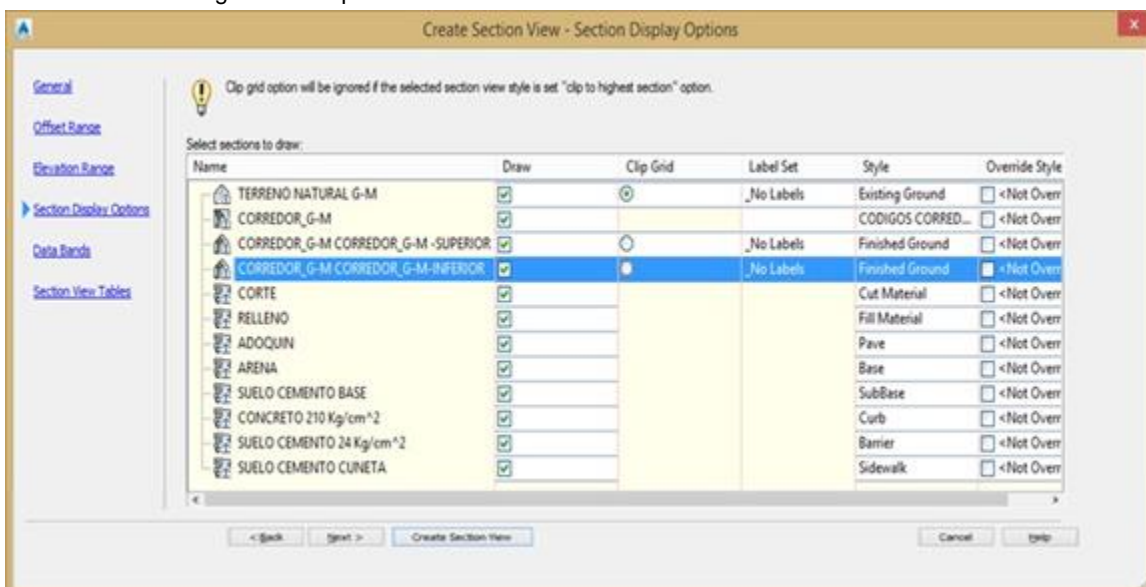
A continuación se procederá a nombrar la vista de sección y a definir el estilo de la misma, para ello en “Section view” nombrarla como “VISTA DE ST\_G-M” y en “Section view style” seleccionar “Road section”, ver figura 340. Luego click izquierdo en Next.

Figura 340. Asignación del nombre, estilo y capa de las vista de sección transversal.



Seguidamente en “Offset Range” (rango de desplazamiento), activar “Automático”, y click izquierdo en Next. Luego en “Elevation Range” (rango de elevación), activar “Automático” y click izquierdo en Next. Luego en “Section Display Options” (opciones de visualización de sección) realizar lo siguiente: En la columna “Name”, tanto para “TERRENO NATURAL G-M”, “CORRIDOR\_G-M-CORRIDOR\_G-M SUPERIOR” y para “CORRIDOR\_G-M-CORRIDOR\_G-M INFERIOR”, seleccionar en la columna “Label Set” la opción “\_No labels” y click izquierdo en Ok, ver figura 341 y finalmente hacer click izquierdo en Next.

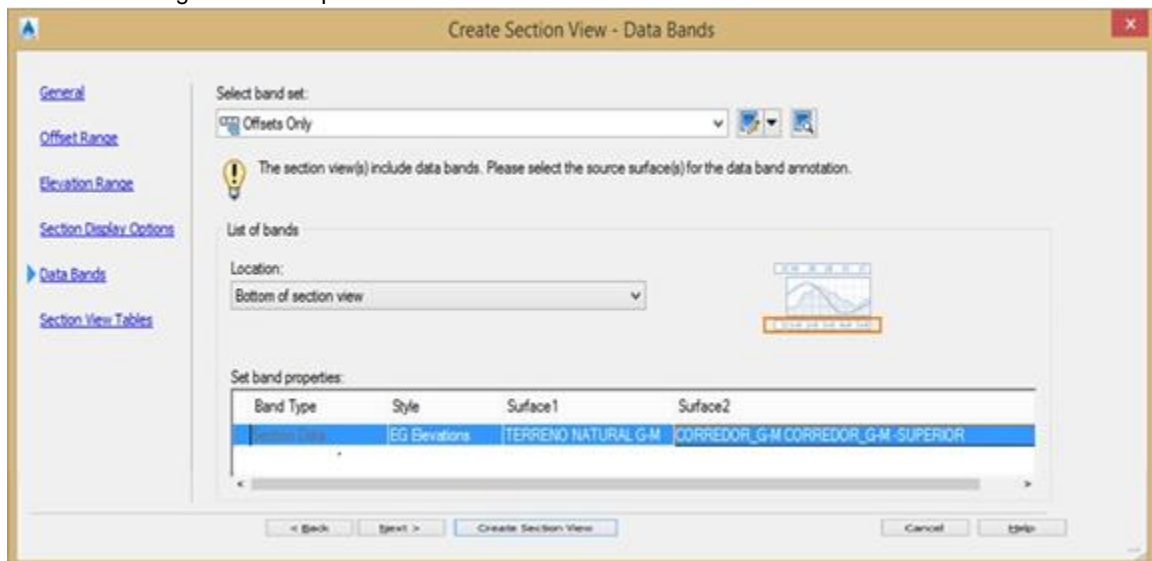
Figura 341. Opciones de visualización de la vista de sección transversal.



En “Data Bands”, en la opción “Select band set” (selección de conjuntos de bandas) seleccionar “Offset only”, en “Location” seleccionar “Bottom of section view” (corresponde a la banda inferior de la vista de sección transversal).

En “Set band properties” (establecer propiedades de banda), realizar lo siguiente: En la columna “Style” seleccionar “EG Elevations” y click izquierdo en Ok, en la columna “Surface1” seleccionar “TERRENO NATURAL G-M” y en la columna “Surface2” seleccionar “CORREDOR\_G-M\_CORREDOR\_G-M-SUPERIOR”, esto se realiza con la finalidad que en la banda inferior de las sección transversal aparezca tanto la elevación del terreno natural como la elevación de la rasante. Ver figura 342 y click izquierdo en Next.

Figura 342. Propiedades de la banda inferior de la vista de sección transversal.



En “Section View Tables” (tabla de vista de sección) se configurará la tabla de la vista de sección, para ello, se realizará lo siguiente:

En la opción “Type” seleccionar “Total volumen”.

En “Select table style” seleccionar “Basic”, y click izquierdo en “Add”. En “Section view anchor” seleccionar “Middle right”.

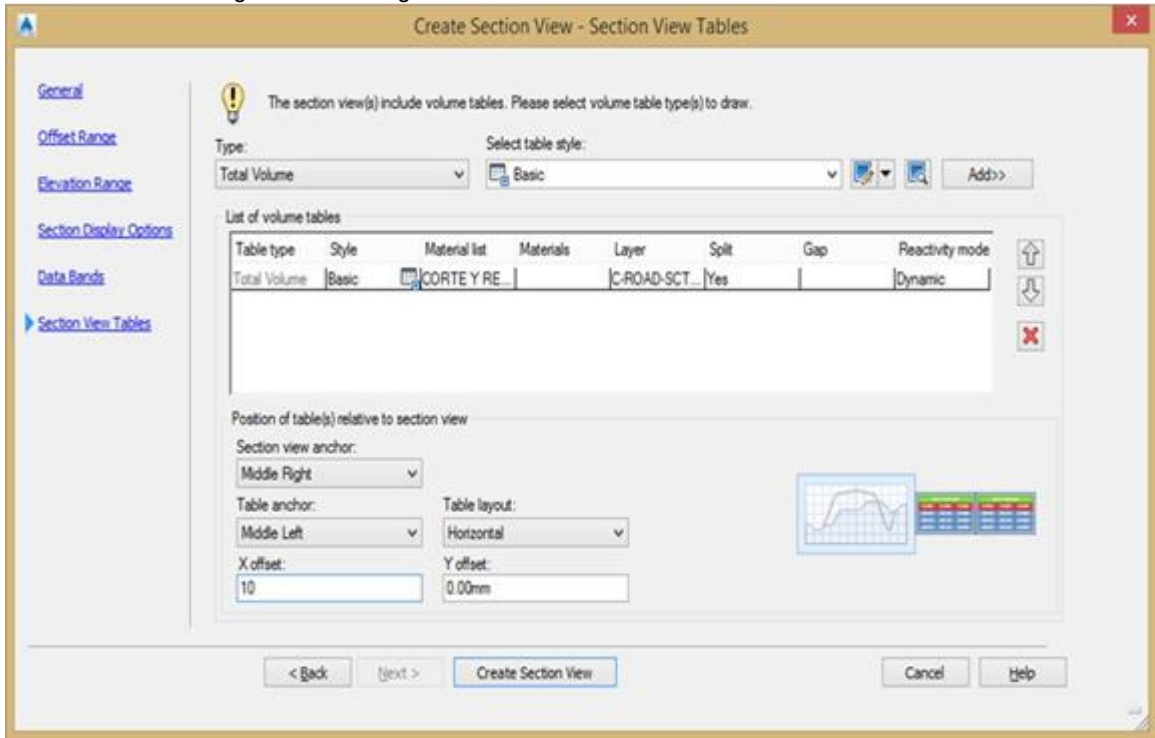
En “Table anchor” seleccionar “Middle left”. En X offset teclear “10mm”.

En Y offset teclear “0”.

En table Layout seleccionar “Horizontal”.

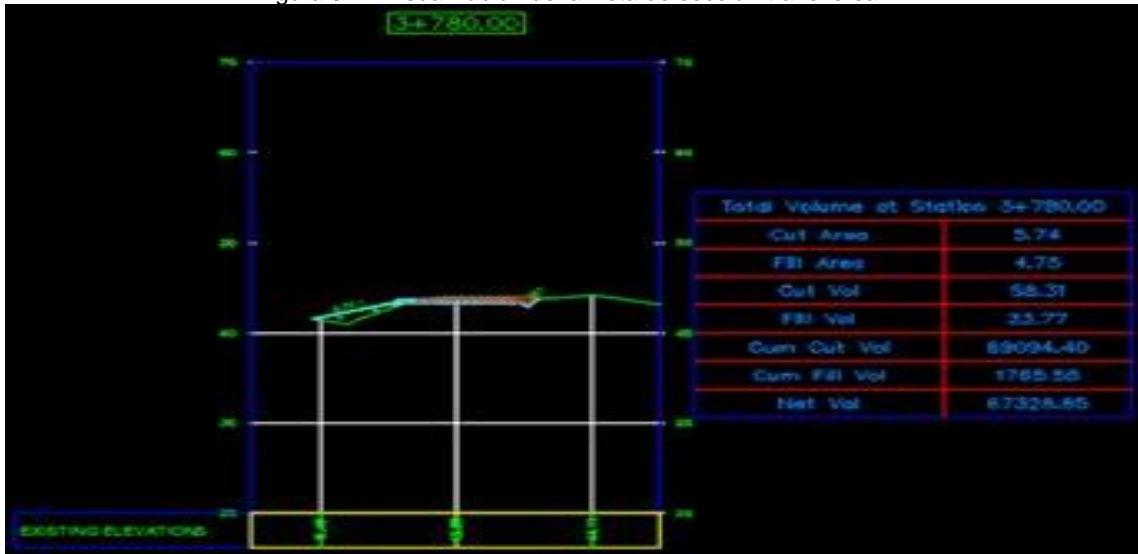
Las configuraciones realizadas anteriormente se muestran en la figura 343, luego click izquierdo en “Create section view” (crear vista de sección).

Figura 343. Configuración de la tabla de vista de sección transversal.




Seguidamente hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo, para que la vista de sección sea insertada, ver figura 344.

Figura 344. Visualización de la vista de sección transversal.

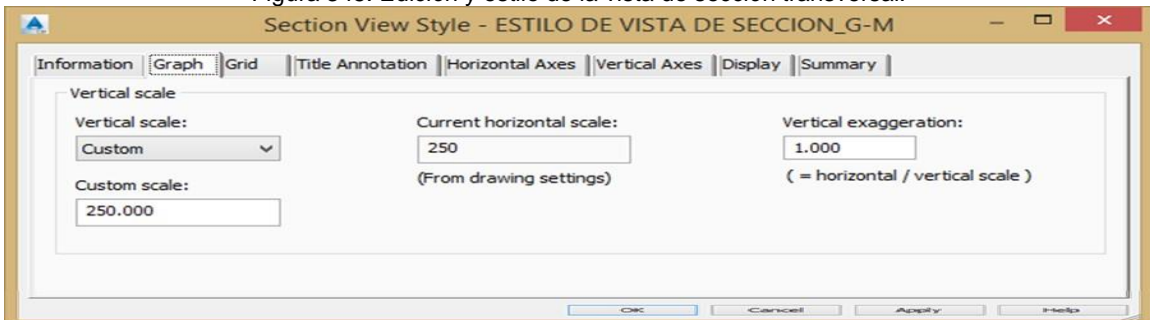


**Nota:** Seleccionar el hombro derecho con click izquierdo y seleccionar Properties y verificar que en la opción "Use superelevation slope" esté "Right outside Shoulder", igual verificarlo para el hombro izquierdo, con la diferencia que en la opción antes mencionada debe estar en "Left outside Shoulder".

**Edición y estilo de la vista de sección:** A continuación se editará el estilo de la vista de sección para cambiar sus propiedades, esto se realizará para adaptar la configuración a las necesidades del dibujante. Para ello, se debe seleccionar la vista de la sección, luego hacer click derecho y seleccionar “Section view Properties”. En la ventana que se despliega “Section View Style” (estilo de la vista de sección), en la pestaña Information, nombrar al estilo de la vista de sección como: “ESTILO DE VISTA DE SECCIÓN\_G-M”, en la opción “Style” seleccionar “Road section”, y hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection”.

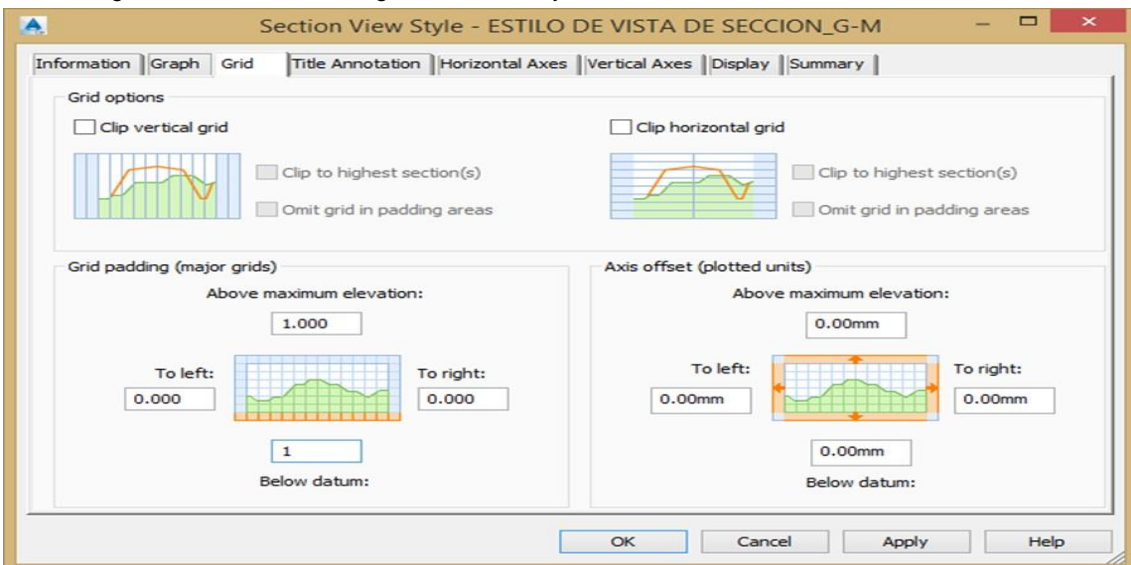
En pestaña Graph (gráfico): En la opción “Vertical scale” seleccionar “Custom”, en “Current horizontal scale” seleccionar “250” y en “Vertical exaggeration” seleccionar “1”, ver estas configuraciones realizadas en la figura 345.

Figura 345. Edición y estilo de la vista de sección transversal.



En pestaña Grid (regilla): Desactivar la opción “Clip vertical grid y clip horizontal grid” esto con la finalidad que aparezcan las grillas por arriba del terreno existente, el resto de configuraciones se muestran en la figura 346.

Figura 346. Edición de las grillas verticales y horizontales de la vista de sección transversal.






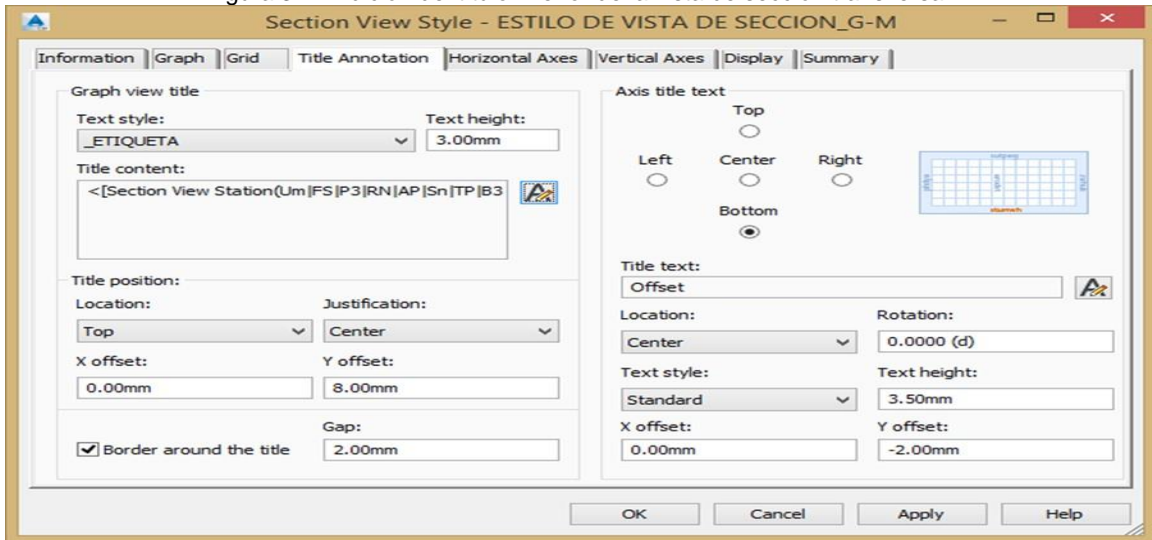
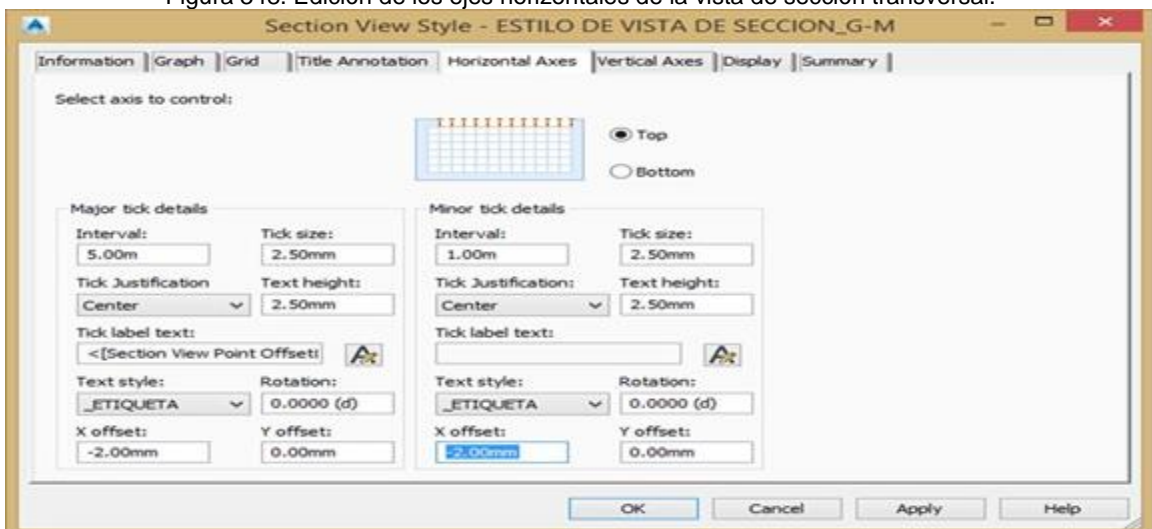
En pestaña Title Annotation (anotación del título): En “Axis title text” (texto del título de eje), activar “Bottom” (inferior), Luego en las secciones “Graph view title” y “Title position” realizar las configuraciones que se muestran en la figura 347, luego hacer click izquierdo en  (el de la parte izquierda) y en la ventana que se despliega “Text component editor” seleccionar el contenido que aparece y en pestaña Format, en “Precision” seleccionar “0.001”. Estas configuraciones realizadas corresponden al texto de la banda inferior de la sección transversal. Ver figura 347.

Figura 347. Edición del título inferior de la vista de sección transversal.



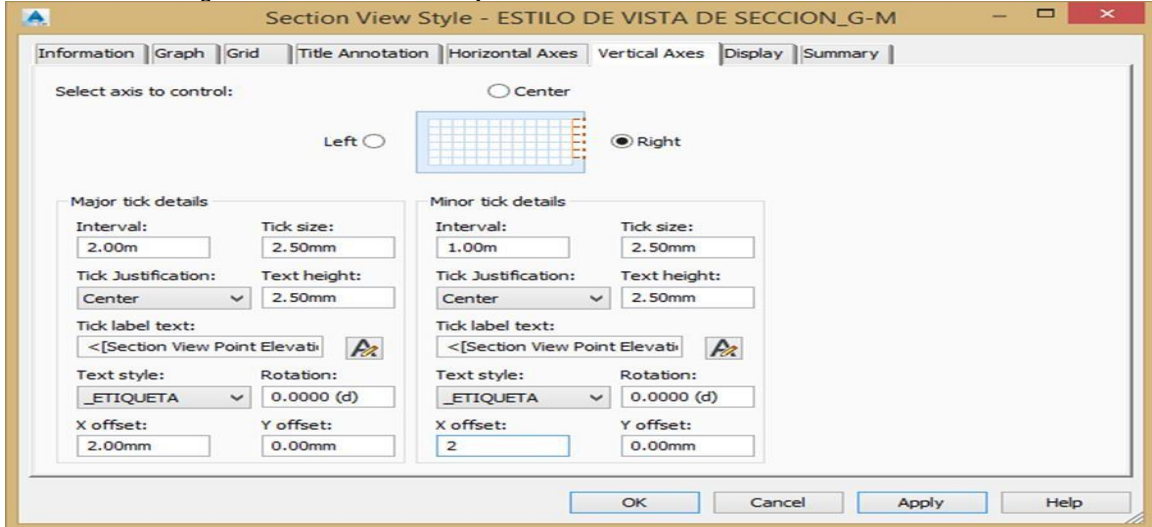
En pestaña Horizontal Axis (ejes horizontales): Activar “Top” y realizar las configuraciones tal como se muestran en la figura 348, las cuales corresponden al texto de la banda superior de la sección transversal. Luego activar la opción “Bottom” y realizar las mismas configuraciones que se realizaron al activar Top.

Figura 348. Edición de los ejes horizontales de la vista de sección transversal.



En pestaña Vertical Axis (ejes verticales): Activar “Right” y realizar las configuraciones tal como se muestran en la figura 349. Estas configuraciones corresponden al texto del eje derecho de la sección transversal.

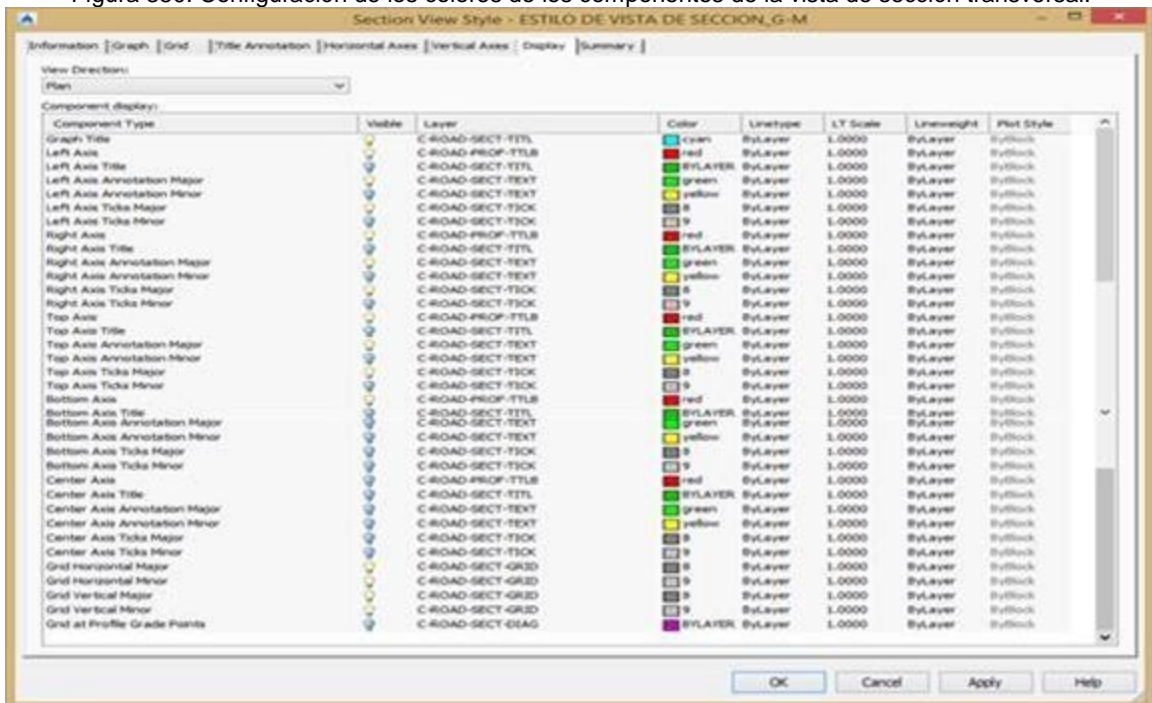
Figura 349. Edición de los ejes verticales de la vista de sección transversal.



**Nota:** Activar la opción “Left” y realizar las mismas configuraciones de la figura anterior, con la diferencia que en las opciones de X Offset teclear “-2mm”.

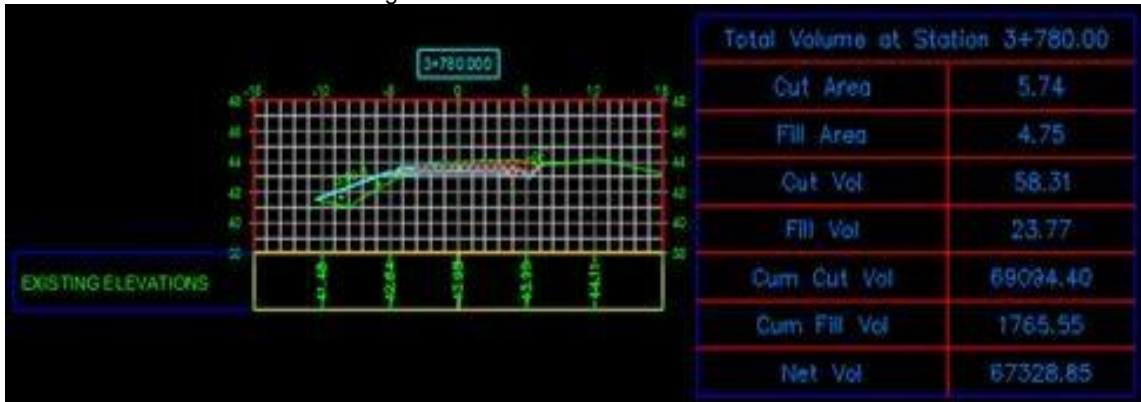
En pestaña Display: Dejar los colores de capas tal como se muestra en la figura 350. Luego click izquierdo en Apply y Ok.


Figura 350. Configuración de los colores de los componentes de la vista de sección transversal.




En la figura 351, se muestran todas las configuraciones anteriormente realizadas correspondientes a la edición y estilo de la vista de sección transversal.

Figura 351. Vista de sección transversal editada.



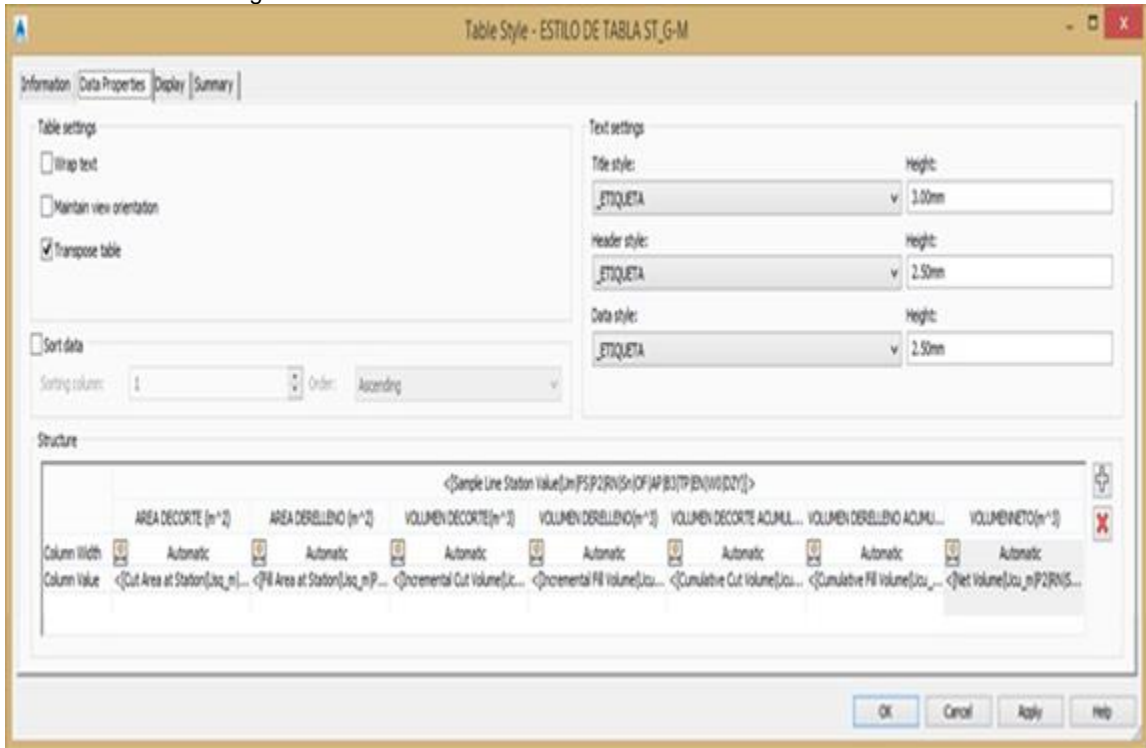
Edición de la tabla de la sección transversal: A continuación se procederá a configurar las propiedades de la tabla de la vista de la sección transversal, para ello, se selecciona la tabla, luego hacer click derecho y seleccionar “Tabla Properties”, y en la ventana que se despliega, en la opción “Table style” seleccionar “Basic” y click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection”. Posteriormente en la pestaña Information, nombrar al estilo de tabla como “ESTILO DE TABLA DE ST\_G-M”.

En pestaña Data Properties: En Text Settings, se configura el tamaño y estilo de texto que tendrán los datos de la tabla, los cuales se muestran en la figura 352.

En la sección de “Structure” ubicarse en el título de la tabla y hacer doble click izquierdo, luego en la ventana que despliega “Text component editor”, en la pantalla de edición, borrar el contenido “Total volumen Station” y teclear al inicio “ESTACIÓN”, el resto del texto dejarlo por defecto. Y en Properties: seleccionar en precisión 0.001 (tres decimales) luego click izquierdo en  y click izquierdo en Ok.

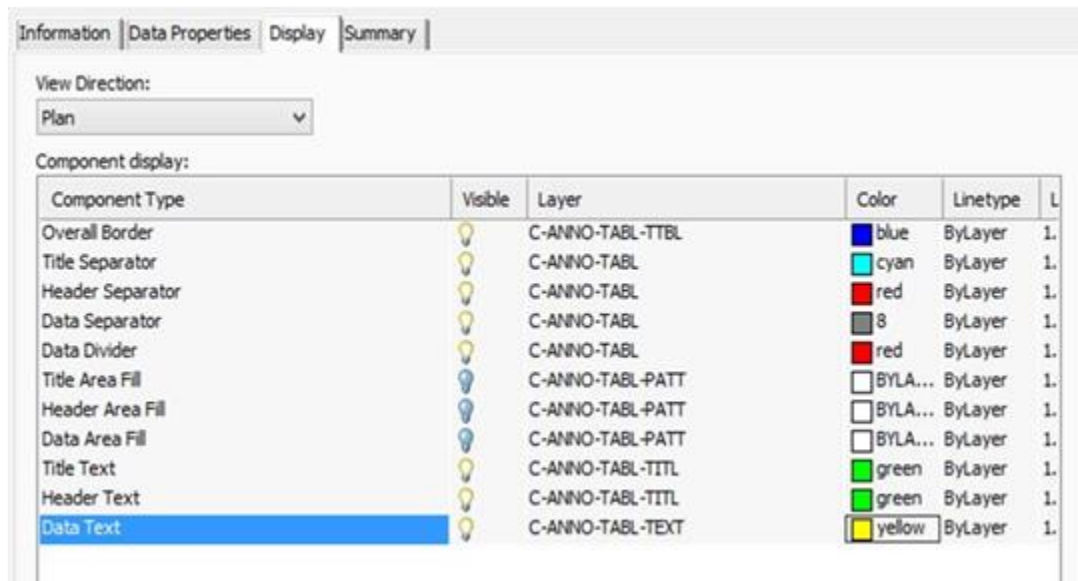
En la misma sección “Structure” hacer doble click izquierdo en el subtítulo “Cut Área” y en la pantalla de edición borrar el contenido que aparece y teclear “ÁREA DE CORTE m<sup>2</sup>”. Repetir este paso para el resto de los subtítulos y nombrarlos (ÁREA DE RELLENO m<sup>2</sup>, VOLUMEN DE CORTE m<sup>3</sup>, VOLUMEN DE RELLENO m<sup>3</sup>, VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO m<sup>3</sup>, VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO m<sup>3</sup> y VOLUMEN NETO m<sup>3</sup>). Ver estas configuraciones en la figura 352.

Figura 352. Edición del estilo de la tabla de la sección transversal.



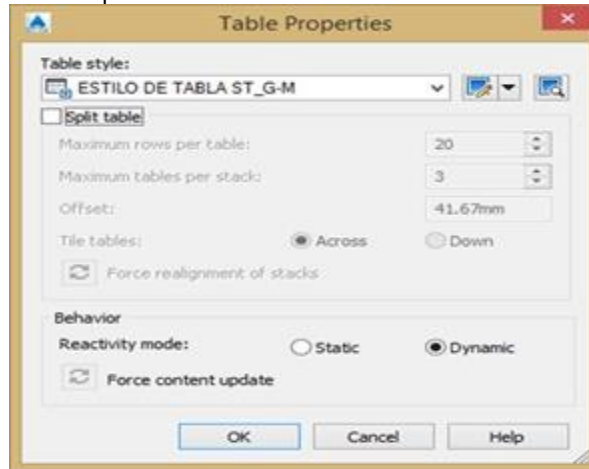
En pestaña Display, dejar las configuraciones de los colores de los componentes de la vista de sección transversal tal como se muestran en la figura 353, luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 353. Configuración de los colores de los componentes de la vista de sección transversal.



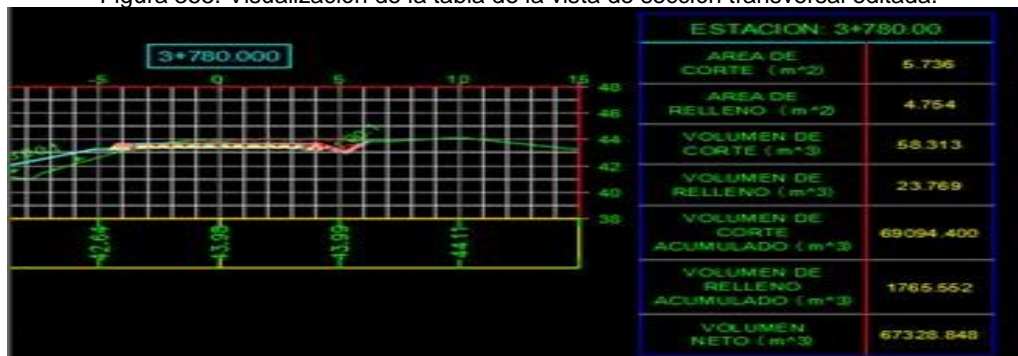
En el cuadro que permanece desplegado "Table Properties", desactivar la opción "Split table" y activar la opción "Dynamic", ver figura 354 y click izquierdo en Ok.

Figura 354. Propiedades de la tabla de la vista de sección transversal.





En la figura 355, se muestra la tabla de la vista de sección transversal con las configuraciones realizadas.

Figura 355. Visualización de la tabla de la vista de sección transversal editada.



Configuración de la banda de la vista de sección transversal: Esta configuración permite controlar la ubicación y el contenido de las estas, estas bandas contienen anotaciones tales como datos de elevación, desfases y las profundidades de corte y relleno. Para proceder a realizar la configuración de la banda, se realiza lo siguiente: Se selecciona la banda de la sección transversal, hacer click derecho y seleccionar “Section view Properties”(p ropiedades de la vista de sección).

En Bands, realizar lo siguiente: En “Band Type” (tipo de banda) seleccionar “Section data” (datos de sección), en “Location” seleccionar “Bottom of section view”. En la parte inferior, ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “EG Elevation” y columna “Style” y hacer doble click izquierdo en , en la ventana que se despliega “Pick Band Style” hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy current selection”. Luego en el cuadro desplegable “Section Data Band Style” en pestaña Information nombrar al estilo de banda como “ESTILO ELEVACIÓN Y OFFSET”.




En pestaña Band Details (detalles de bandas), configurar lo siguiente:

En Band height (altura de la banda) teclear “15mm”.

En Text box width teclear “20mm”.

En Offset from band teclear “0mm”.


En Text box position (posición del texto de la caja) seleccionar “Left of band”, luego click izquierdo en la opción “Compose label” (el que aparece en la parte izquierda).

Seguidamente en el cuadro que se despliega “Label Style Composer”, seleccionar la pestaña Layout y en la opción “Component name” seleccionar “Text”. En el nivel Text: Ubicarse en la celda que está en la intersección de fila “Contents” y columna “Value” y hacer click izquierdo en , en la ventana que se despliega “Text component editor”, borrar el contenido que aparece y teclear “TERRENO”, y presionar Enter, luego teclear “RASANTE”. Luego seleccionar el texto “RASANTE” e ir a la pestaña Format y en color seleccionar “cyan”. Y click izquierdo en Ok. Seguidamente en el nivel Text configurar lo siguiente:

En Text Height teclear “2.5mm”.

En Rotation Angle seleccionar “90”.

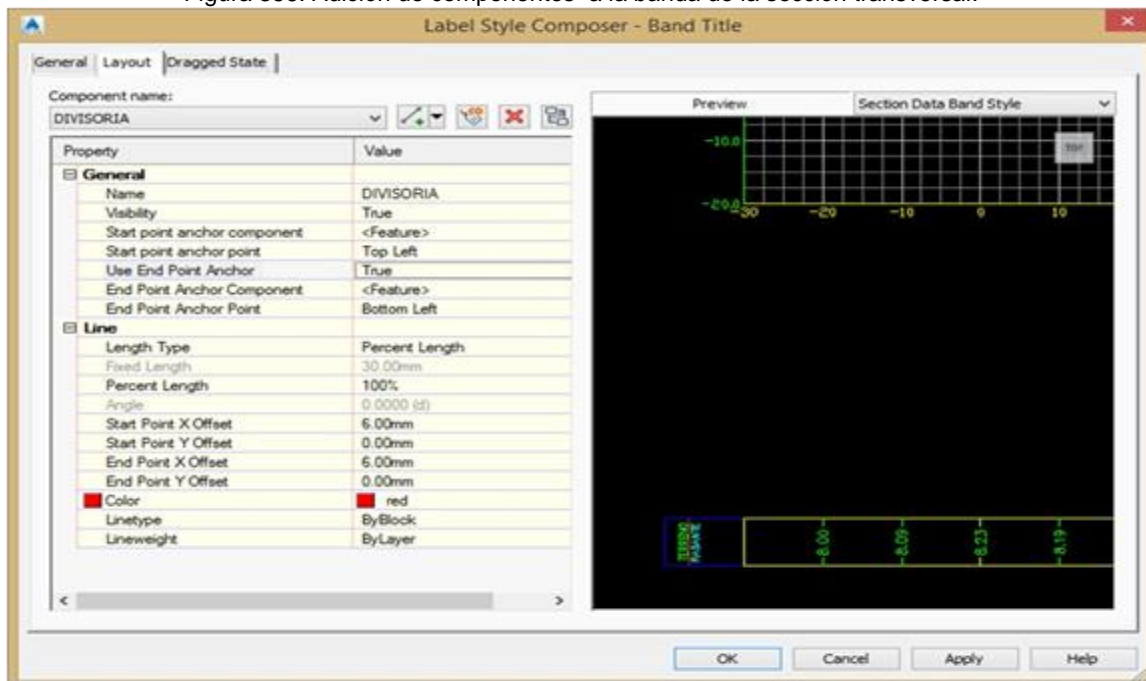
En Attachment seleccionar “Top center”. En X offset teclear “2mm”.

Creación de componentes: Continuando con el cuadro desplegable “Label Style Composer”, se creará un componente, en este caso será una línea, para ello, hacer click izquierdo en  y seleccionar “Line”. En el nivel General configurar lo siguiente: En Name nombrarlo como “DIVISORIA”, en las opciones “Visibility” y “Use End Point Anchor” seleccionar “True”. En “Start point anchor point” Seleccionar “Top Left”, y en “End Point Anchor Point” seleccionar “Bottom Left”.

En el nivel Line: En las opciones “Start point X offset” y “End point X offset” teclear “6mm”, y en las opciones “Start point Y offset” y “End point Y offset” teclear “0mm” y en color seleccionar “red”, ver figura 356, luego click izquierdo en Apply y Ok.






Figura 356. Adición de componentes a la banda de la sección transversal.




**Etiquetado de Banda:** En el cuadro que permanece desplegado “Section Data Band Style”, en la sección “Labels and ticks”, seleccionar “Major increment” y activar “Full band Height tick” (altura de banda completa), y hacer click izquierdo en “Compose label” (el que aparece en la parte derecha); en el cuadro desplegable “Label Style Composer” configurar lo siguiente:

En pestaña General: En “Text Style” seleccionar “\_ETIQUETA”.

En pestaña Layout: Ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Contents” y columna “Value”, y hacer click izquierdo en ; en la ventana que se abre, en la pantalla de edición seleccionar el contenido que aparece e ir a la pestaña Properties y en “Precision” seleccionar “0.001” y click izquierdo en  luego presionar Enter, seguidamente ubicarse al final del contenido de la pantalla de edición, e ir a la opción “Properties” y seleccionar “Section 2 elevation” y en “Precision” seleccionar “0.001” y en “Color” seleccionar “Cyan”, luego click izquierdo en  y click izquierdo en Ok.

En el nivel text, realizar las siguientes configuraciones del texto de la banda, para ello, en “Text Height” teclear “2.5mm”, en “Rotation Angle” seleccionar “90”, en “Attachment” seleccionar “Middle center”, en “X offset” y “Y offset” teclear “0mm” y en “Color” seleccionar el “green”. Luego click izquierdo en Ok.

A continuación se procederá a crear otro componente, en este caso no será una línea, como se hizo anteriormente, sino un componente de texto, para ello,

en la figura anterior, hacer click izquierdo en  y seleccionar “Text”, luego en el nivel General, en “Name” nombrarlo como “DISTANCIA”, en “Visibility” seleccionar “True” y en “Anchor Point” seleccionar “BAND BOTTOM”.



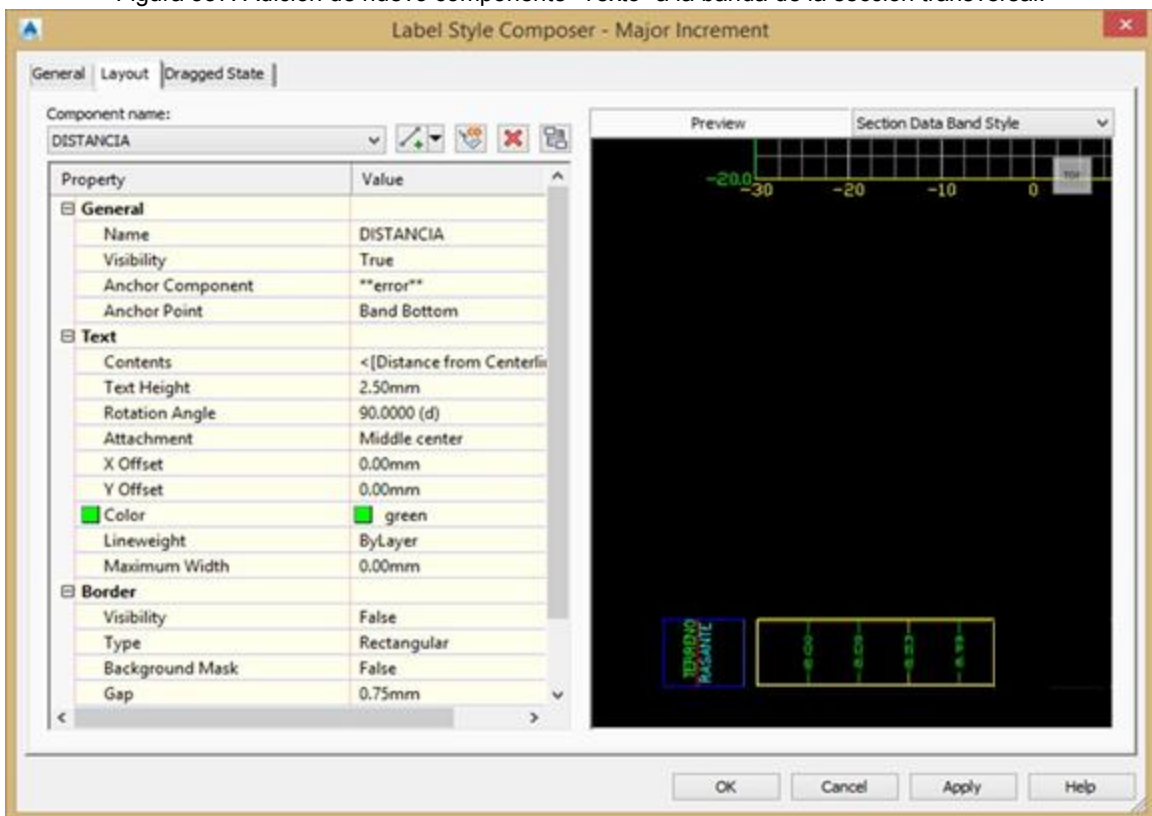
Luego en el nivel “Text”, ubicarse en la celda que está en la intersección de la fila “Contents” y “columna Value”, y hacer click izquierdo en ; luego seleccionar el contenido de la pantalla de edición y en pestaña Properties seleccionar “Distance from centerline” y en “Precision” seleccionar “1” y click izquierdo en  para actualizar los cambios realizados. Finalmente, hacer click izquierdo en Ok. En la figura 357 se muestran las configuraciones realizadas. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 357. Adición de nuevo componente “Texto” a la banda de la sección transversal.

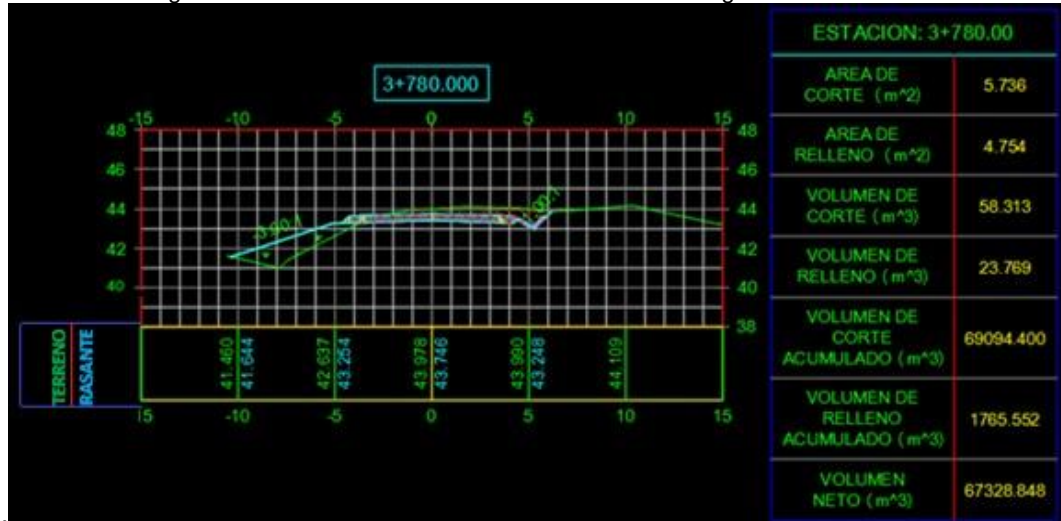


En el cuadro que permanece desplegado “Section Data Band Style”, en la sección “Label and ticks” seleccionar “Centerline” y activar “Full band Height ticks”, luego hacer click izquierdo en “Compose label “ (el que aparece en la parte derecha). En el cuadro desplegable “Label Style Composer”, en la pestaña General y pestaña Layout realizar el mismo procedimiento que se realizó cuando se seleccionó “Major Increment”, con la diferencia que en “Y offset” teclear “-3mm”. Luego click izquierdo en Apply, Ok, Apply, Ok y Ok.

Seguidamente, en el cuadro que permanece desplegado “Section View Properties”, en la columna de “Section 1”, seleccionar “CONJUNTO DE LÍNEAS DE MUESTREO G-M-3+780 - TERRENO NATURAL G-M”.

Luego, en la columna “Section2” seleccionar “CONJUNTO DE LÍNEAS DE MUESTREO G-M-3+780- CORREDOR\_G-M\_CORREDOR\_G-M\_SUPERIOR”. Luego click izquierdo en Apply y Ok. Ver figura 358.

Figura 358. Vista de sección transversal con sus configuraciones finales.



## 8.6 CÁLCULO DE ÁREAS Y VOLÚMENES DE MATERIALES

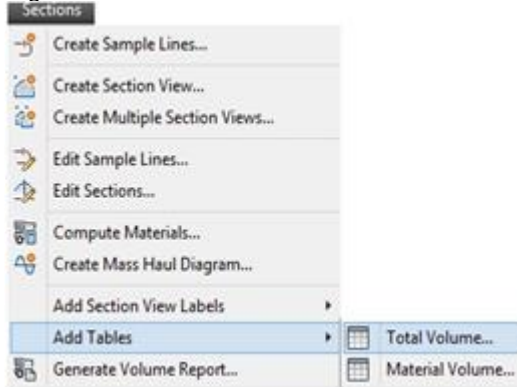
El movimiento de tierras en una carretera, constituye el aspecto mas importante en costos de construcción y es por ello que se vuelve concluyente conocer los volúmenes de corte y relleno necesarios. En este apartado únicamente se aborda los cálculos de corte y relleno del tramo, ya que los diagramas de masas y la determinación de los acarreo, se considera un tema mas amplio de abordar.

### 8.6.1 Cálculo de movimiento de tierra

Previo a realizar este procedimiento, se activará la escala 1:1000, y posteriormente se reconstruirá el corredor, de la misma manera que se ha hecho en pasos anteriores.

A continuación, ubicarse en el Menu “Section” y seleccionar “Add tables” y seleccionar “Total Volume”, ver figura 359.


Figura 359. Creación de tabla del volumen total.




En el cuadro que se despliega “Create Total Volume Table”, realizar las configuraciones que se muestran en la figura 360. Luego click izquierdo en Ok; para que la tabla sea insertada, hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo.

Figura 360. Configuración de la tabla del volumen total.



**Configuración de la tabla de movimiento de tierra:** A continuación se procederá a configurar las propiedades de la tabla de movimiento de tierra, para ello, se selecciona la tabla, hacer click derecho y seleccionar “Table Properties”, en “Table style”, hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy Current Selection”. Seguidamente en pestaña Information, en Name nombrar al estilo de la tabla como “ESTILO DE TABLA DE CORTE Y RELLENO”.



En pestaña “Data Properties”, configurar lo siguiente:

En la sección de “Structure” hacer doble click izquierdo sobre el título de la tabla y en la ventana desplegable “Text component editor”, seleccionar el contenido que aparece en la pantalla de edición y eliminarlo, y teclear “TABLA DE CORTE Y RELLENO”, en Justificación seleccionar “Center”, en “Precisión” seleccionar “0.003”, luego click izquierdo en  y luego click izquierdo en Ok. Este mismo procedimiento se repite para los subtítulos de la tabla, con la diferencia que estos tendrán por nombre: ÁREA DE RELLENO m2, ÁREA DE CORTE m2, VOLUMEN DE RELLENO m3, VOLUMEN DE CORTE m3, VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO m3, VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE m3.

Ver estas configuraciones en la figura 361. El resto de configuraciones se dejan por defecto.

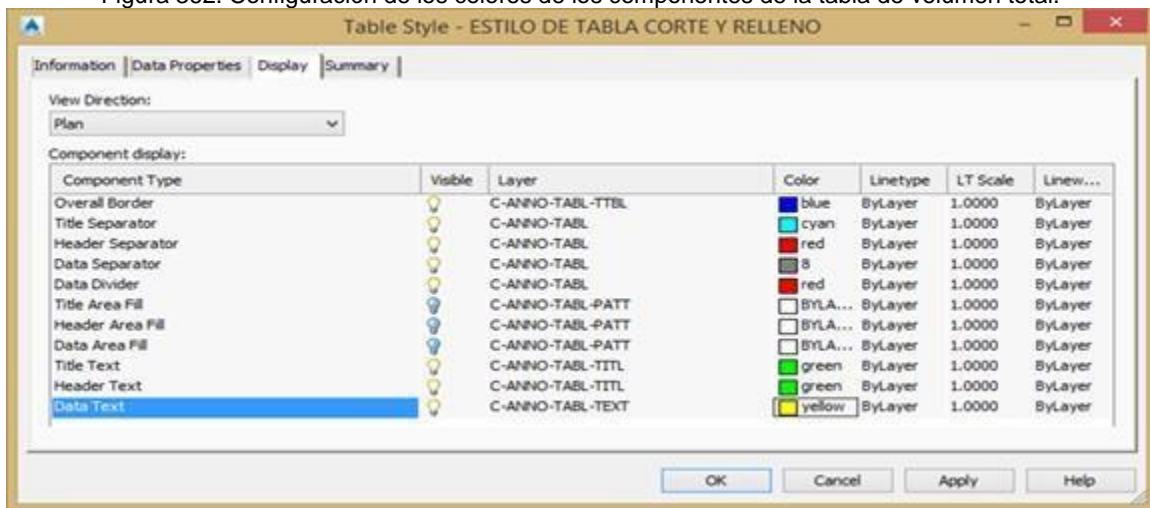
Figura 361. Propiedades de la tabla del volumen total.



Se añadirá una nueva columna a la tabla, para ello, hacer click izquierdo en  y nombrarla “VOLUMEN NETO”, y en la fila “Columna Value” hacer click izquierdo en la celda en blanco, luego en la ventana que se abre “Text componet editor” hacer click izquierdo en “Properties” y seleccionar “Net volumen” (Volumen neto), y click izquierdo en , luego click izquierdo en Ok.

Seguidamente en pestaña Display, a los componentes de la tabla asignarles los colores que se muestran en la figura 362, luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 362. Configuración de los colores de los componentes de la tabla de volumen total.



En la ventana que permanece abierta “Table Properties”, se deberá desactivar “Split table” y activar “Dinamic”. Finalmente hacer click izquierdo en Ok. Para que



la tabla sea insertada, hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo. Ver figura 363.

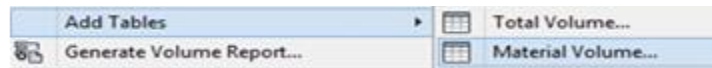
Figura 363. Tabla de movimiento de tierra.

TABLA DE CORTE Y RELLENO							
ESTACION	AREA DE RELLENO (m <sup>2</sup> )	AREA DE CORTE (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN DE RELLENO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE CORTE (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN NETO (m <sup>3</sup> )
0+000.000	0.000	4.389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+010.000	0.002	5.206	0.008	47.978	0.009	47.978	47.969
0+020.000	0.000	6.781	0.008	99.934	0.017	107.911	107.894
0+030.000	0.000	7.576	0.000	71.794	0.017	179.695	179.678
0+040.000	0.000	7.844	0.000	77.101	0.017	256.796	256.779
0+050.000	0.000	8.635	0.000	82.396	0.017	339.192	339.175

### 8.6.2 Cálculo de materiales

Para proceder al cálculo de materiales, ubicarse en el Menu “Section”, seleccionar “Add table” y seleccionar “Material Volume”, ver figura 364.

Figura 364. Creación de tabla de volúmenes de materiales



En el cuadro que se despliega “Create Material Volume Table”, se procederá a crear la tabla correspondiente al área y volumen del “Adoquín”, para ello, realizar las configuraciones que se muestran en la figura 365, luego click izquierdo en Ok. Finalmente hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo para que la tabla sea insertada.


Figura 365. Configuración de la tabla de volúmenes de materiales.



A continuación se procederá a configurar la tabla de la siguiente manera: Seleccionar la tabla, hacer click derecho y seleccionar “Table Properties”, en “Table style” hacer click izquierdo en y seleccionar “Copy Current Selection”. En el cuadro que se despliega “Table Style” configurar lo siguiente:



En pestaña “Information”, en “Name” nombrar al estilo de tabla como “ESTILO DE TABLA DE TIPOS DE MATERIALES”. Luego en pestaña “Data Properties”, configurar lo siguiente: En la opción “Text style” seleccionar “\_ETIQUETA” y en “Text Height” teclear “3mm”. En “Header text” y en “Data style” seleccionar “\_ETIQUETA” y en “Text Height” teclear “2.5mm”.

En la sección “Structure” hacer doble click sobre el título de la tabla y en la ventana que se despliega “Text component editor”, seleccionar el contenido que aparece en la pantalla de edición y eliminarlo, y teclear “MATERIAL” y en pestaña Properties seleccionar “Material Name” (para que cuando la tabla sea insertada aparezca el nombre del material que se está calculando, en este caso es el adoquín), en la columna “Modificar” seleccionar “Capitalización” y en columna “Value” seleccionar “Upper case” (para que el texto sea en mayúscula”, luego ir a la pestaña “Format” y en “Justificación” seleccionar “Center”, en “Precision” seleccionar “0.001”, luego click izquierdo en , y click izquierdo en Ok. Este mismo procedimiento se repite para los subtítulos de la tabla, con la diferencia que estos tendrán por nombre: ESTACIÓN, ÁREA (m2), VOLUMEN (m3), VOLUMEN ACUMULADO (m3).

En pestaña Display, dejar los colores de los componentes de la tabla, tal como se realizó en la figura 362 página 238, Luego click izquierdo en Apply y Ok. Finalmente hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo para que la tabla sea insertada, ver figura 366.

Figura 366. Tabla de volumen de material correspondiente al Adoquín.

MATERIAL : ADOQUIN			
ESTACION	AREA ( m^2)	VOLUMEN ( m^3)	VOLUMEN ACUMULADO ( m^3)
0+000.000	0.70	0.000	0.000
0+010.000	0.70	7.000	7.000
0+020.000	0.70	7.000	14.000
0+030.000	0.70	7.000	21.000
0+040.000	0.70	7.000	28.000

**Nota:** Repetir el procedimiento correspondiente al cálculo de materiales, para calcular cada uno de los materiales restantes, la única diferencia será que en la opción “Select material” se seleccionará el material a calcular, estos materiales corresponden a: La arena, suelo cemento base, concreto 210kg/cm<sup>2</sup> Bordillo, suelo cemento 24kg/cm<sup>2</sup> hombro, suelo cemento cuneta. Para efectos de demostración en la figura 367 se muestra parte de la tabla del Adoquín y de la arena (ya que son tablas extensas).

Para que la tabla del material “Arena”, tenga las propiedades de la tabla que se configuró respecto a la tabla del material “Adoquín”, teclear “MATCH PROPERTIES”, luego hacer click izquierdo en la tabla del material “Adoquín, y luego click izquierdo en la tabla del material “Arena”, Finalmente en la figura 367 se aprecia la tabla del material “Arena”, con el antes y después de aplicar el

MATCHPROPERTIES. Este mismo se realizó para las otras tablas de materiales.

Figura 367. Tablas de volúmenes de materiales con y sin aplicación del Match .

MATERIAL : ADOQUÍN				MATERIAL : ARENA				MATERIAL : ARENA			
ESTACIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )	ESTACIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )	ESTACIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )
0+000.000	0.700	0.000	0.000	0+000.000	0.410	0.000	0.000	0+000.000	0.410	0.000	0.000
0+020.000	0.700	14.000	14.000	0+020.000	0.410	8.200	8.200	0+020.000	0.410	8.200	8.200
0+040.000	0.700	14.000	28.000	0+040.000	0.410	8.200	16.400	0+040.000	0.410	8.200	16.400

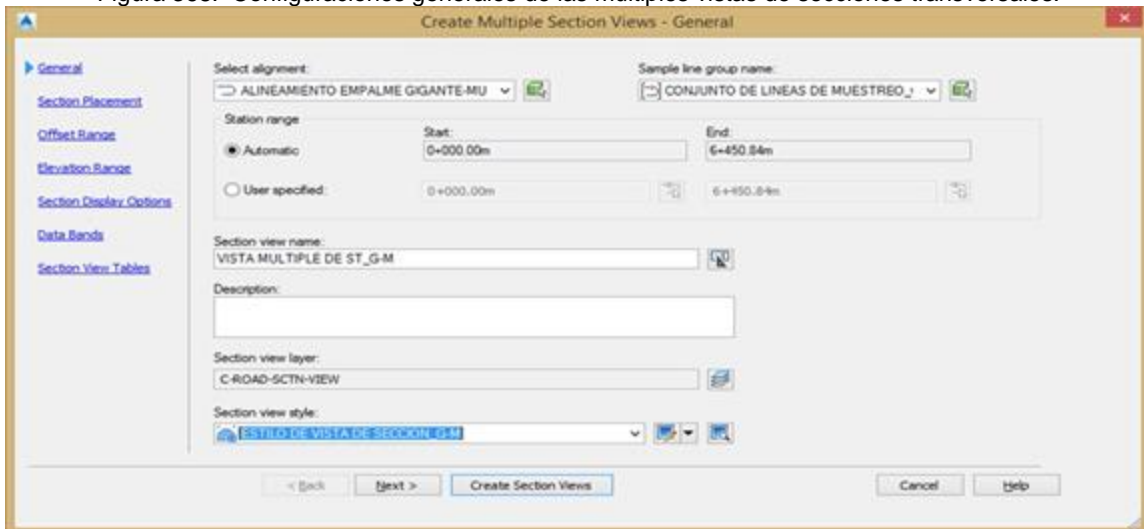
## 8.7 MÚLTIPLES VISTAS DE SECCIONES TRANSVERSALES

Para conocer el comportamiento de la sección típica a lo largo del alineamiento, se generan las múltiples vista de secciones transversales que representan las propiedades de dichas secciones, como sus áreas y volúmenes de los materiales que la componen. Esto se realizará a través de la pestaña Sections y la opción “Create multiple section views”, para ello realizar lo siguiente:




Inicialmente se deberá crear una nueva capa llamada “\_VIEWPORT” de color azul”, luego activar la escala 1:250, y activar la capa cero.

Posteriormente en el menu “Section”, seleccionar “Create multiple section view” . En el cuadro que se despliega “Create multiple section view” , realizar las configuraciones que se muestran en la figura 368. Luego click izquierdo en Next.

Figura 368. Configuraciones generales de las múltiples vistas de secciones transversales.

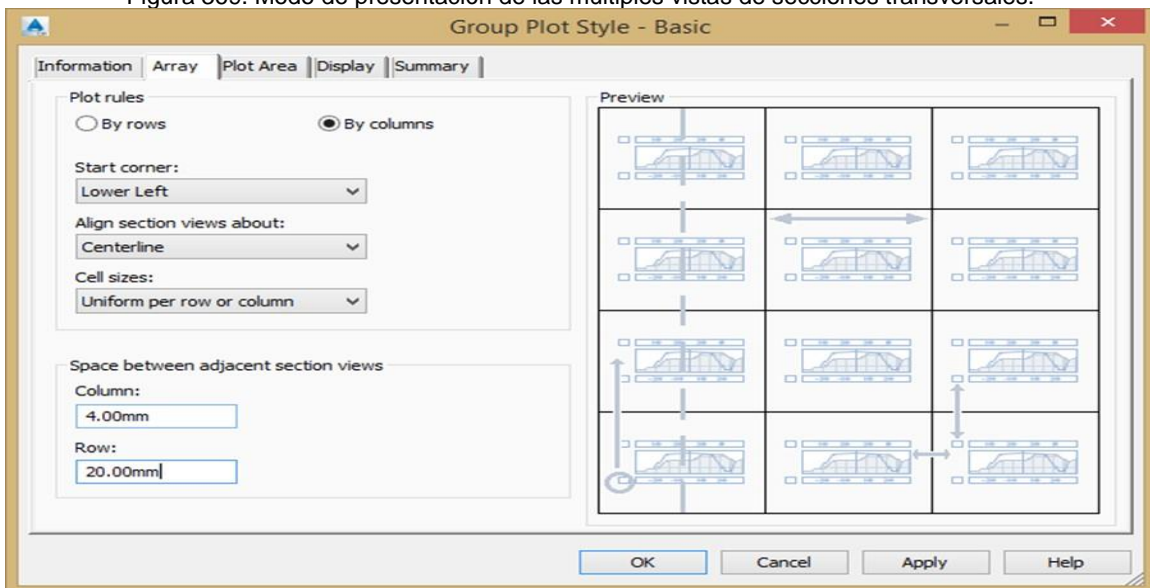


Luego en Section Placement: Activar “Production-use a Layout from a template file (dwt.) To place sections on sheets” (esta opción se activa para definir una

plantilla predeterminada), luego hacer click izquierdo en , y en la ventana que se despliega hacer click en  para buscar el archivo de la plantilla, en éste caso es “\_PLANTILLA\_A1\_1000\_250\_BLOCK” luego click izquierdo en Open y Ok. Seguidamente en la opción Group “Plot style” (estilo del ploteo), seleccionar “Basic” luego hacer click izquierdo en  para proceder a editarlo.

A continuación en el cuadro que se despliega “Group Plot Style-Basic”, seleccionar la pestaña “Array” y configurar lo siguiente: Activar la opción “By columns”, en “Start corner” seleccionar “lower left” (indica el punto de inserción de las secciones), en “Align section views about” seleccionar “Centerline” (para que las vistas de las secciones esten centradas), y en “Cell sizes” seleccionar “Uniform per row or Column” (para que las vistas en las columnas vayan uniformes), en la opción “Column” seleccionar “4” (distancia de separación entre las columnas) y en “Row” teclear “20mm” (indica la separación entre filas), ver figura 369.

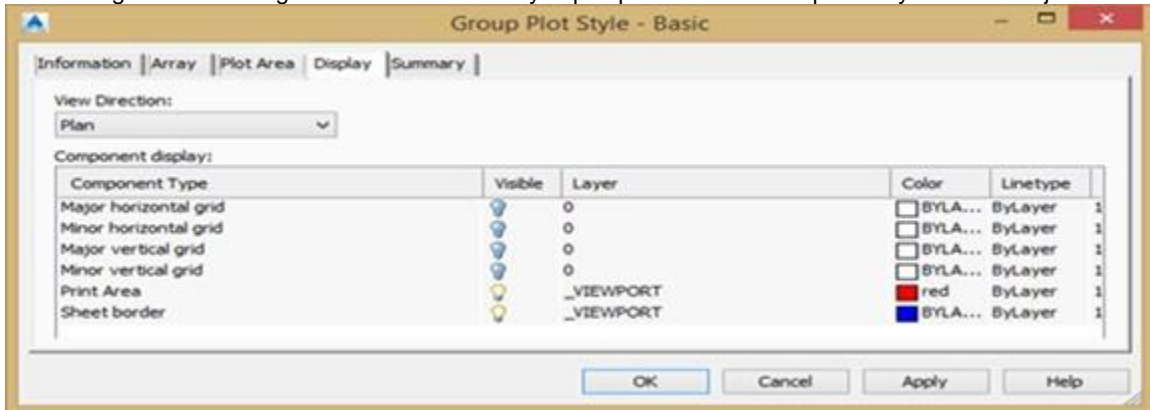
Figura 369. Modo de presentación de las múltiples vistas de secciones transversales.



En pestaña Plot Área: En “Gap between successive pages”, en “Gap” seleccionar “cero” (para que no exista separación entre páginas sucesivas).

En pestaña Display: Las capas “Print área” (área de impresión) irá de color “red” y para la capa “Sheet Border” (borde de hoja) ubicarse en layer y seleccionar “\_VIEWPORT”. Y en color seleccionar “By Layer”, ver figura 370.

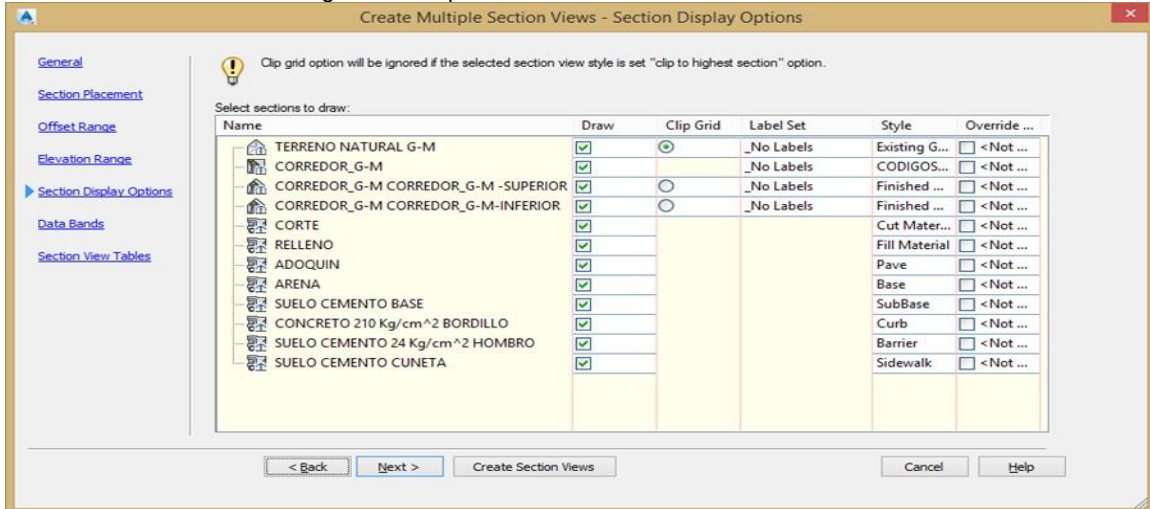
Figura 370. Configuración de los colores y capas para el área de impresión y borde de hoja.



Finalmente hacer click izquierdo en Apply, Ok, y Next; además corroborar que esté activa la opción “Automatic”. Luego click izquierdo en Next y Next.

En la ventana “Create Multiple Section View-Section Display Options”, se muestran las superficies que se van a representar en la vista de sección, además de las etiquetas, estilos, etc. Para ello, seleccionar “\_No labels” a todas las opciones correspondientes a la columna “Label Set”, ver figura 371. Luego click izquierdo en Next.

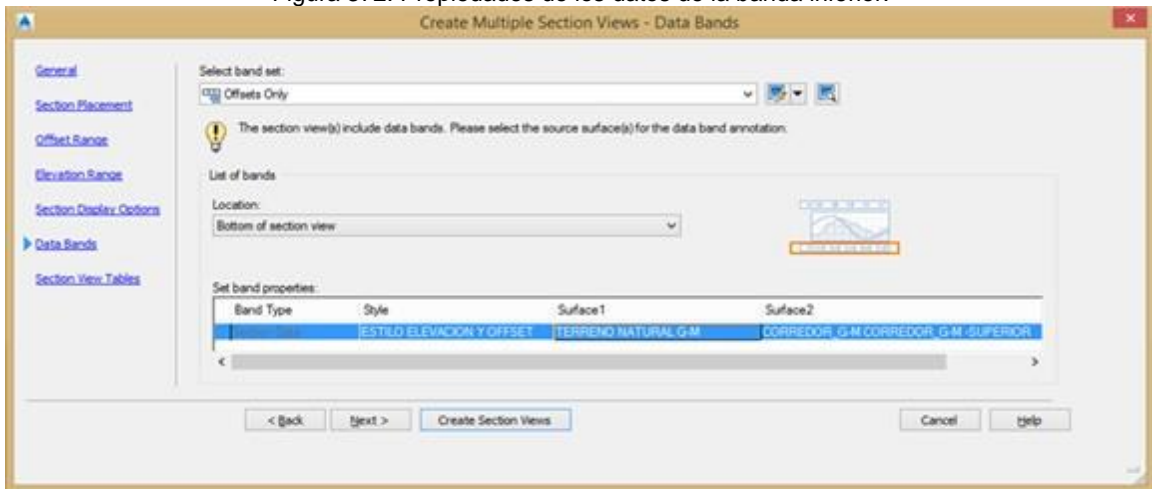
Figura 371. Opciones de la visualización de sección.



Luego de haber realizado lo anterior, se despliega el cuadro “Create Multiple Sections Views”. Para el cual se realizan las siguientes configuraciones: En “Select band set” seleccionar “Offset only”, en “Location” seleccionar “Bottom of section view”, en la sección “Set band Properties”, en columna “Style” seleccionar “ESTILO ELEVACIÓN Y OFFSET”, en columna “Surface1” seleccionar “TERRENO NATURAL G-M”, y en la columna “Surface2” seleccionar

“CORREDOR\_G-M CORREDOR\_G-M-SUPERIOR”, ver figura 372. Luego click izquierdo en Next.

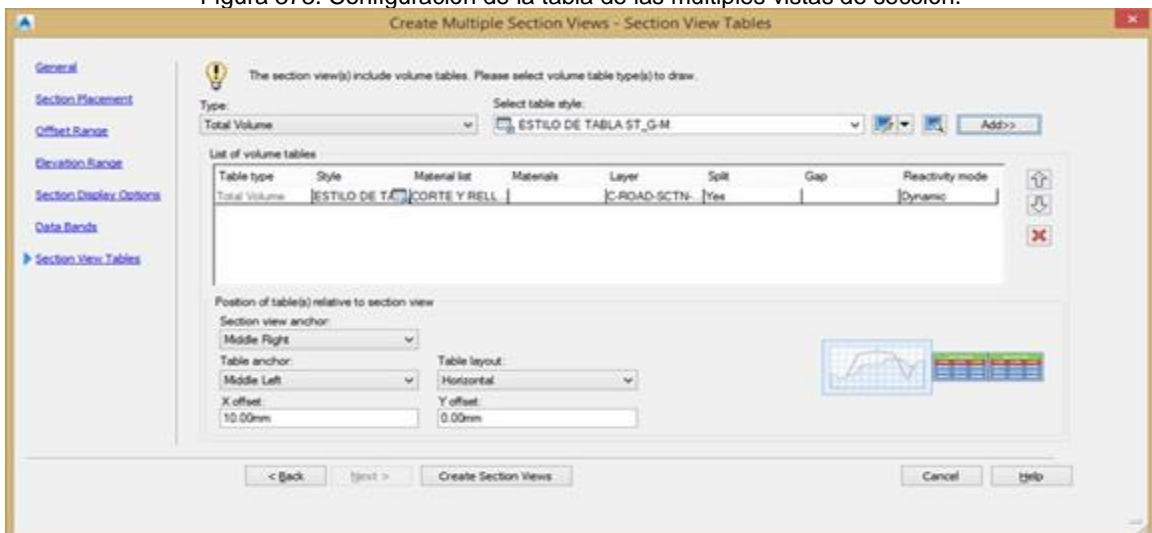
Figura 372. Propiedades de los datos de la banda inferior.



En la siguiente ventana que se despliega “Create Multiple Sections Views-Section View Tables” se configurará la tabla de las vistas de sección y para ello, en la opción “Type” seleccionar “Total volumen”, en “Select table style” seleccionar “ESTILO DE TABLAS ST\_G-M” Y click izquierdo en “Add”. Luego en la opción “Section view anchor” seleccionar “Middle right” (para que la vista de la sección se centre a la derecha).

En “Table anchor” seleccionar “middle left” (para que la tabla se centre a la izquierda). En “X Offset” teclear “10mm” y en “Y Offset” teclear “30mm”, finalmente hacer click izquierdo en “Create section views” (crear vistas de sección). Ver figura 373.

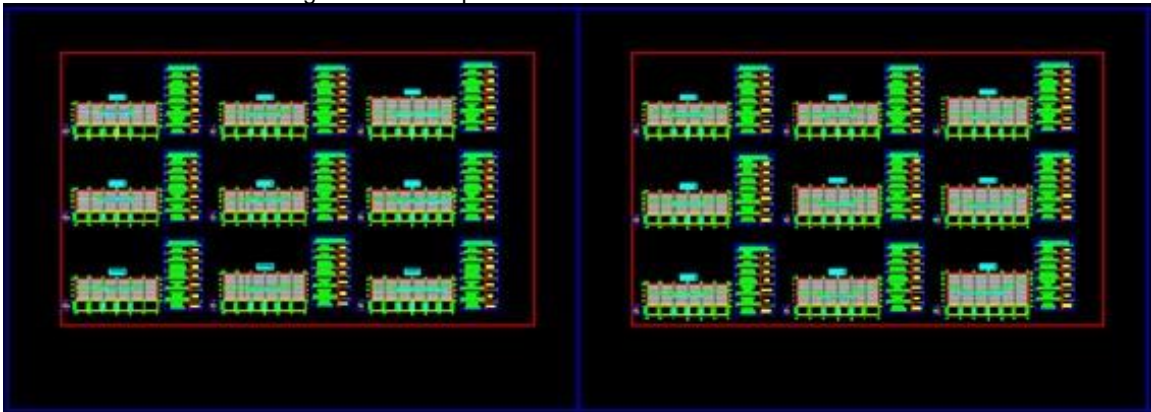
Figura 373. Configuración de la tabla de las múltiples vistas de sección.





Luego hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo para que las múltiples vistas de sección sean insertadas ver figura 374.

Figura 374. Múltiples vistas de secciones transversales creadas.



## 8.8 REPORTE Y PLANOS

### 8.8.1 Introducción

En este acápite del presente documento se abordará la parte final del diseño geométrico de la carretera auxiliado con el software Civil 3D, el cual comprende: inserción de plantillas, generación de informes, creación de planos planta-perfil, secciones transversales y diagrama de masa y edición de planos en general.

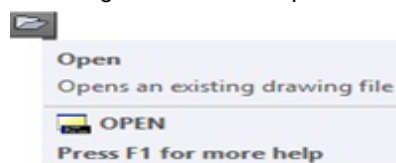
### 8.8.2 Inserción de plantillas

Las plantillas sirven para guardar todas las configuraciones previas como: Unidades, sistema de referencia, escalas, tamaños de letras, estilos de calidad de línea, cajetines, etcétera y aplicarlas a uno o varios dibujos.

Para la elaboración de este trabajo se empleará la inserción de dos plantillas específicas, una para calidad de línea y la otra para cajetines previamente establecidos.

A continuación se insertará la plantilla para los cajetines, para ello hacer click en el ícono Open, ver figura 375.

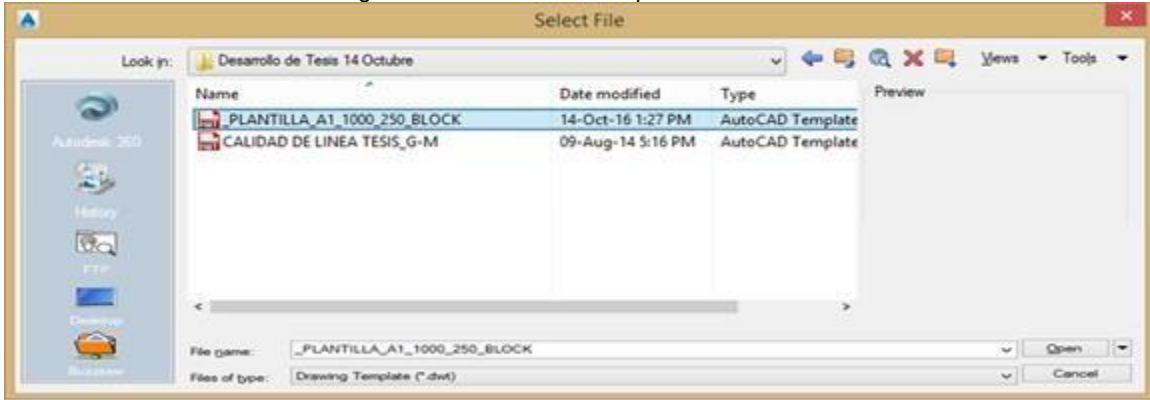
Figura 375. Ícono Open.





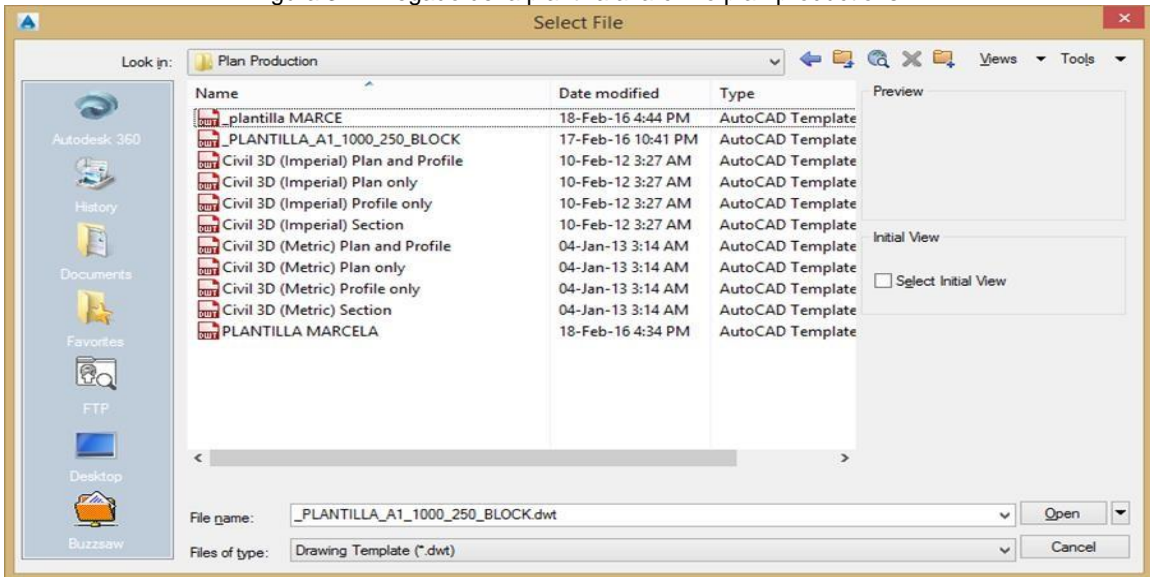
Luego buscar el archivo donde se encuentra la plantilla personalizada, en este caso es “PLANTILLA\_A1\_1000\_250\_BLOCK”, ver figura 376. A esa plantilla se le deberá sacar una copia, luego se cerrará la ventana donde se encuentra el archivo.

Figura 376. Selección de la plantilla a utilizar.



Luego hacer click izquierdo en el ícono Open y en “Files of Type” seleccionar “Drawing Template dwt” y abrir la carpeta “Plan Production” y pegar aquí la plantilla que se copió en el párrafo anterior. Ver figura 377, una vez realizado esto cerrar dicha ventana.

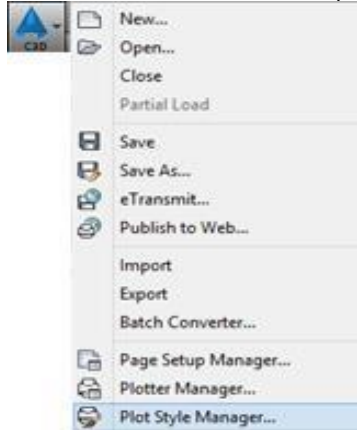
Figura 377. Pegado de la plantilla al archivo plan productions.



**Insertar el archivo de calidad de línea con formato .ctb:** Anteriormente se insertó la plantilla para los cajetines, ahora se procederá a insertar la plantilla correspondiente a la calidad de línea, para ello hacer click en el ícono “Open” y busque la carpeta donde se encuentra el archivo, que en este caso es “CALIDAD DE LÍNEA TESIS\_G-M”, a ésta plantilla se le deberá sacar una copia, luego cerrar la ventana donde se encuentra el archivo, seguidamente

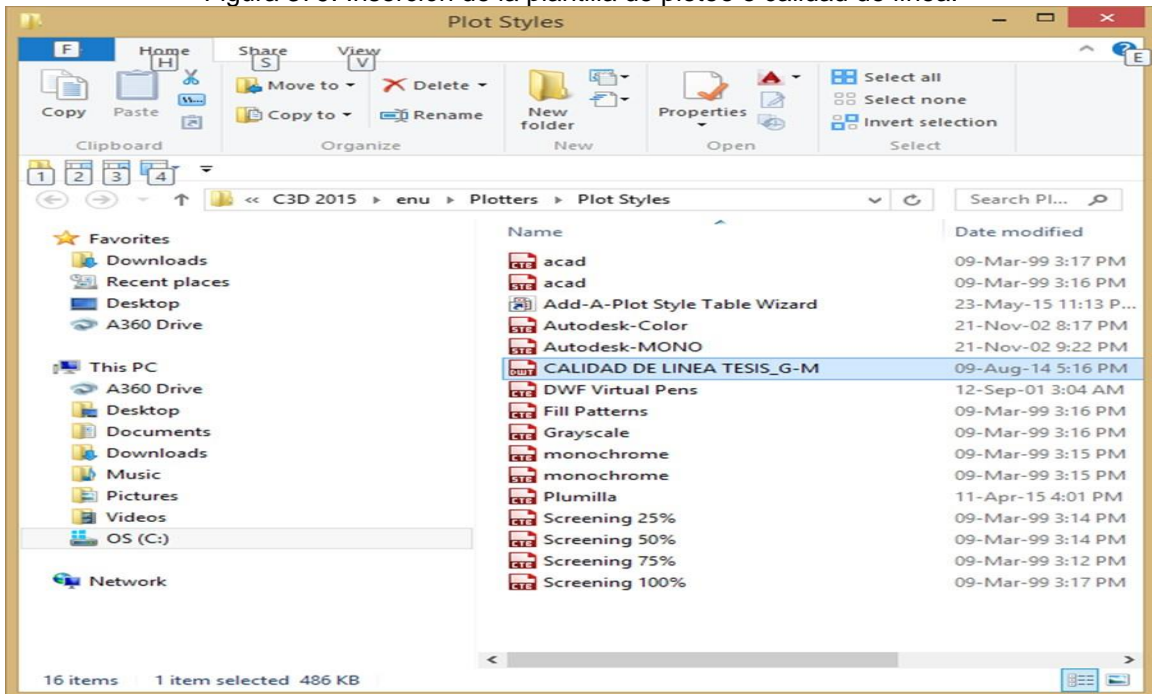
hacer click izquierdo en “File” y seleccionar “Plot Style Manager” tal como se muestra en la figura 378.

Figura 378. Administración del estilo de ploteo.



En el cuadro que se despliega “Plot Styles”, pegar aquí la plantilla que se copió en el párrafo anterior. Ver figura 379 y luego cerrar dicha ventana.

Figura 379. Inserción de la plantilla de ploteo o calidad de línea.



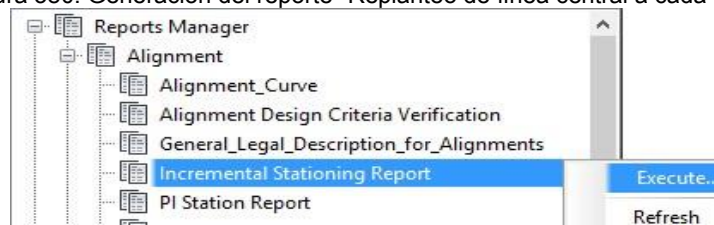
### 8.8.3 Informes

Los informes son documentos que contienen las características específicas de determinados elementos que componen el diseño geométrico de una carretera. A continuación se describe como generar los diferentes informes.

**Generación de informes:** El Administrador de informes (Toolbox) permite acceder a la mayoría de los tipos de informe disponibles en Civil 3D. Existen dos tipos de informes: LandXML y VBA. Los informes de LandXML se generan mediante la salida de datos de LandXML y en ellos se utilizan hojas de estilos XSL predefinidas o personalizadas para aplicar formato a los datos de los informes. Con los informes de VBA se utilizan cuadros de diálogo personalizados para seleccionar los datos y las opciones del informe.

**Generación del informe o reporte replanteo de la línea central (ver Pag. 249):** Para ello, seleccionar la pestaña Toolbox de Toolspace, luego extender “Alignment” y seleccionar “Incremental Stationing Report”, posteriormnete hacer click derecho y seleccionar “Execute”, ver figura 380.

Figura 380. Generación del reporte “Replanteo de línea central a cada 10m”.




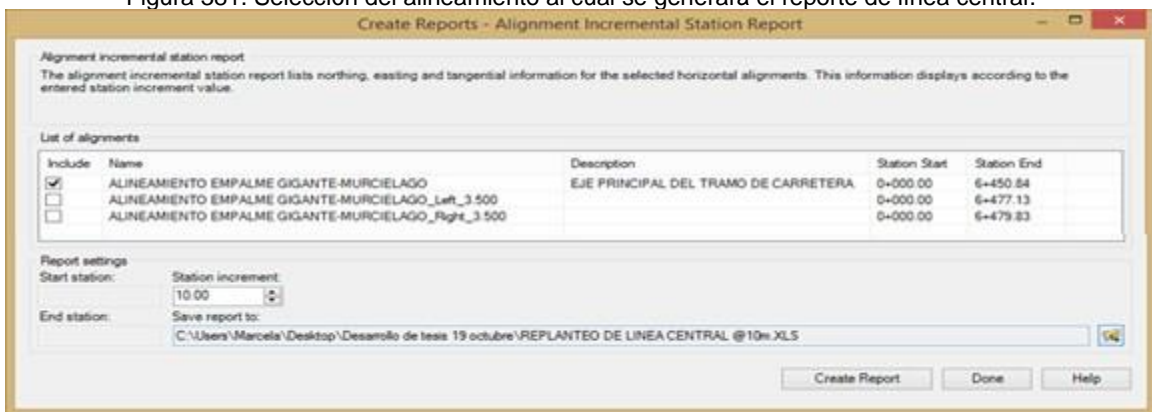
En el cuadro que se despliega “Create Reports-Alignment Incremental Station Report”, activar únicamente la opción “ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIELAGO”. Y en “Station increment” seleccionar “10”. En la opción “Save report to”, hacer click izquierdo en  (para definir la ruta y el formato donde se guardará el archivo), en este caso se nombrará como “REPLANTEO DE LÍNEA CENTRAL @10m” y el formato del archivo es “Excel 97-2003 workbook”, una vez realizado esto, hacer click izquierdo en “Save”. Ver figura 381.

Figura 381. Selección del alineamiento al cual se generará el reporte de línea central.




Finalmente hacer click izquierdo en “Create Report”, para generar dicho reporte.

En la figura 382 se muestra parte del reporte ya que es extenso; finalmente hacer click izquierdo en “Done” y cerrar el reporte.

Figura 382. Reporte de línea central.

<b>Alignment Incremental Station Report</b>			
<b>Client:</b>	<b>Prepared by:</b>		
Client	Preparer		
Client	Your Company		
Company	Name		
Address 1	123 Main Street		
Date:	25-Feb-17 2:51:29 PM		
<hr/>			
Alignment Name: ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIELAGO			
Description: EJE PRINCIPAL DEL TRAMO DE CARRETERA			
Station Range: Start: 0+000.00, End: 6+450.84			
Station Increment: 10.00			
Station	Northing	Easting	Tangential Direction
0+000.00	1,260,407.1000m	609,654.4430m	N49° 28' 58"W
0+010.00	1,260,413.5968m	609,646.8409m	N49° 28' 58"W
0+020.00	1,260,420.0935m	609,639.2388m	N49° 28' 58"W
0+030.00	1,260,426.5903m	609,631.6367m	N49° 28' 58"W
0+040.00	1,260,433.0870m	609,624.0345m	N49° 28' 58"W
0+050.00	1,260,439.5838m	609,616.4324m	N49° 28' 58"W
0+060.00	1,260,446.0805m	609,608.8303m	N49° 28' 58"W
0+070.00	1,260,452.5773m	609,601.2282m	N49° 28' 58"W
0+080.00	1,260,459.0740m	609,593.6261m	N49° 28' 58"W
0+090.00	1,260,465.5708m	609,586.0240m	N49° 28' 58"W
0+100.00	1,260,472.0507m	609,578.4075m	N49° 47' 37"W
0+110.00	1,260,478.4806m	609,570.7488m	N50° 10' 32"W
0+120.00	1,260,484.8594m	609,563.0474m	N50° 33' 28"W
0+130.00	1,260,491.1866m	609,555.3036m	N50° 56' 23"W
0+140.00	1,260,497.4620m	609,547.5179m	N51° 19' 18"W
0+150.00	1,260,503.6855m	609,539.6904m	N51° 42' 13"W
0+160.00	1,260,509.8565m	609,531.8217m	N52° 05' 08"W
0+170.00	1,260,515.9750m	609,523.9120m	N52° 28' 03"W
0+180.00	1,260,522.0407m	609,515.9616m	N52° 50' 58"W
0+190.00	1,260,528.0532m	609,507.9710m	N53° 13' 53"W
0+200.00	1,260,534.0123m	609,499.9405m	N53° 36' 48"W
0+210.00	1,260,539.9177m	609,491.8705m	N53° 59' 43"W
0+220.00	1,260,545.7692m	609,483.7613m	N54° 22' 39"W
0+230.00	1,260,551.5665m	609,475.6132m	N54° 45' 34"W

Generación del reporte datos del alineamiento horizontal (Ver Pag. 250): En la pestaña Toolbox de Toolspace, extender “Alignment”, seleccionar “Station\_and\_curve”, hacer click derecho y seleccionar “Execute” ver figura 383.

En el cuadro que se despliega “Export to XML Report”, hacer click izquierdo en  (Uncheck All), esto para desactivar todas las opciones y luego activar únicamente el nombre del alineamiento creado, es decir “ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIÉLAGO”, ver figura 384. Luego click izquierdo en Ok.

En el cuadro que se despliega “Save As”, se guardará el reporte con el nombre de “DATOS DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL G-M” y en “File of type” seleccionar el formato “Excel 97-2003 workbook (\*.xls)”, ver figura 385, finalmente hacer click izquierdo en “Save”.

Figura 383. Generación del reporte del alineamiento horizontal.



Figura 384. Selección del alineamiento al cual se generará el reporte.

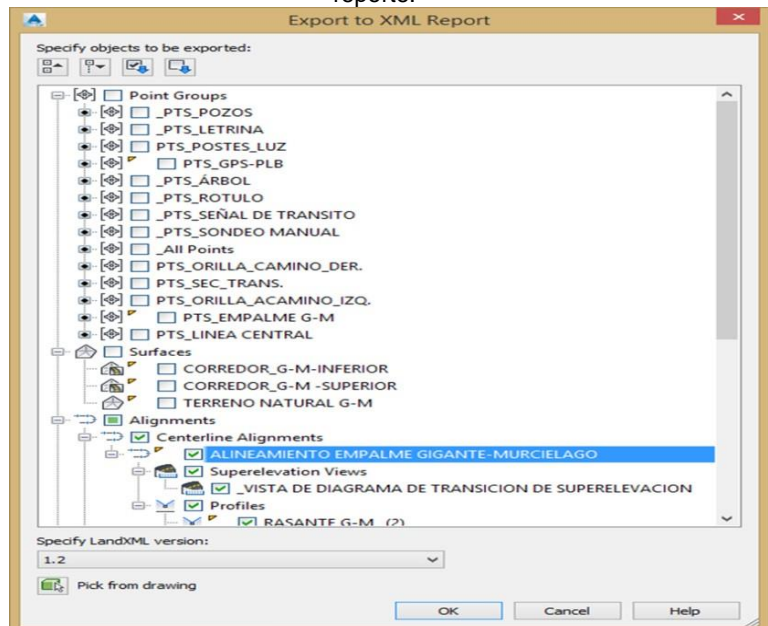
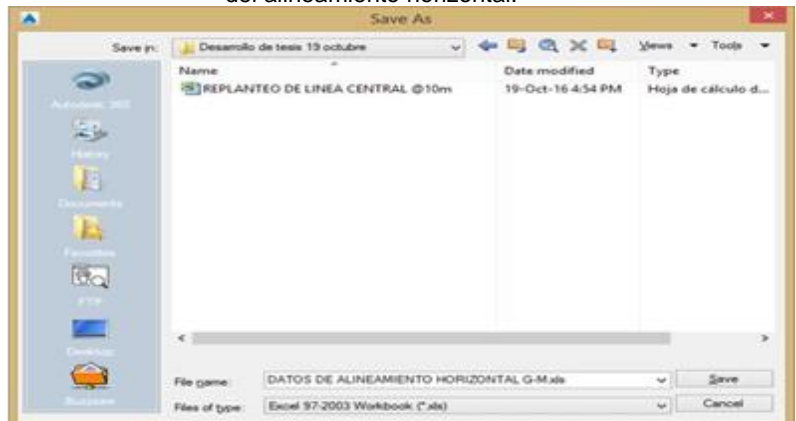


Figura 385. Definición de la ubicación donde se guardará el reporte del alineamiento horizontal.





El reporte creado se aprecia en la figura 386 (se muestra parte del reporte ya que es extenso).

Figura 386. Reporte del alineamiento horizontal.

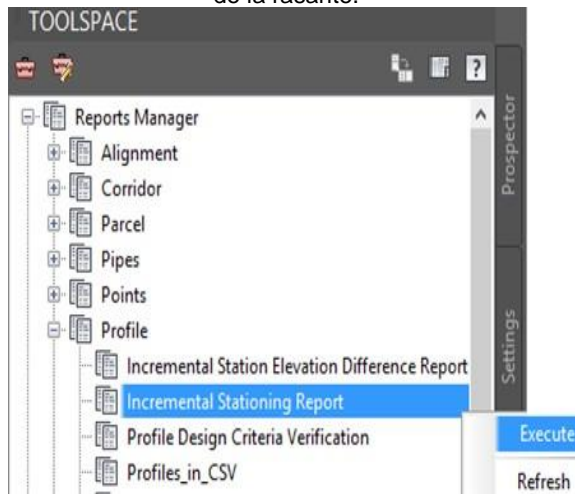
<b>Your Company Name</b> 123 Main Street Suite #321 City, State 01234			
<b>Alignment Station and Curve Report</b>			
Project Name: Empalme Gigante-Murcielago		Client: Client Company	
Report Date: 25-Feb-17 4:00:31 PM		Project Description: Prepared by: Preparer	
<b>Alignment: ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIELAGO</b>			
Description: EJE PRINCIPAL DEL TRAMO DE CARRETERA			
<u>Tangent Data</u>			
<b>Description</b>	<b>PT Station</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>
Start:	0+00.000	1260407.1	609654.443
End:	0+91.862	1260466.78	609584.609
<u>Tangent Data</u>			
<b>Parameter</b>	<b>Value</b>	<b>Parameter</b>	<b>Value</b>
Length:	91.862	Course:	N 49° 28' 58.3001" W
<u>Curve Point Data</u>			
<b>Description</b>	<b>Station</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>
PC:	0+91.862	1260466.78	609584.609
RP:		1259326.463	608610.095
PT:	2+58.890	1260568.008	609451.859
<u>Circular Curve Data</u>			
<b>Parameter</b>	<b>Value</b>	<b>Parameter</b>	<b>Value</b>
Delta:	06° 22' 47.9914"	Type:	LEFT
Radius:	1500		
Length:	167.028	Tangent:	83.6
Mid-Ord:	2.324	External:	2.328
Chord:	166.942	Course:	N 52° 40' 22.2958" W
<u>Tangent Data</u>			
<b>Description</b>	<b>PT Station</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>
Start:	2+58.890	1260568.008	609451.859
End:	3+35.532	1260611.018	609388.422
<u>Tangent Data</u>			
<b>Parameter</b>	<b>Value</b>	<b>Parameter</b>	<b>Value</b>
Length:	76.643	Course:	N 55° 51' 46.2915" W
<u>Curve Point Data</u>			
<b>Description</b>	<b>Station</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>
PC:	3+35.532	1260611.018	609388.422
RP:		1261852.563	610230.185
PT:	3+67.854	1260629.443	609361.867
<u>Circular Curve Data</u>			
<b>Parameter</b>	<b>Value</b>	<b>Parameter</b>	<b>Value</b>
Delta:	01° 14' 04.4981"	Type:	RIGHT
Radius:	1500		
Length:	32.321	Tangent:	16.161
Mid-Ord:	0.087	External:	0.087
Chord:	32.321	Course:	N 55° 14' 44.0425" W
<u>Tangent Data</u>			
<b>Description</b>	<b>PT Station</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>
Start:	3+67.854	1260629.443	609361.867
End:	4+99.317	1260705.544	609254.67
<u>Tangent Data</u>			
<b>Parameter</b>	<b>Value</b>	<b>Parameter</b>	<b>Value</b>
Length:	131.463	Course:	N 54° 37' 41.7935" W
<u>Curve Point Data</u>			
<b>Description</b>	<b>Station</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>
PC:	4+99.317	1260705.544	609254.67
RP:		1259482.424	608386.352
PT:	5+33.978	1260725.28	609226.178



### Generación del reporte elevación de rasante (ver Pag. 253):

En la pestaña Toolbox de Toolspace, extender “Profile” y seleccionar “Incremental Stationing Report”, hacer click derecho y seleccionar “Execute”, ver figura 387.

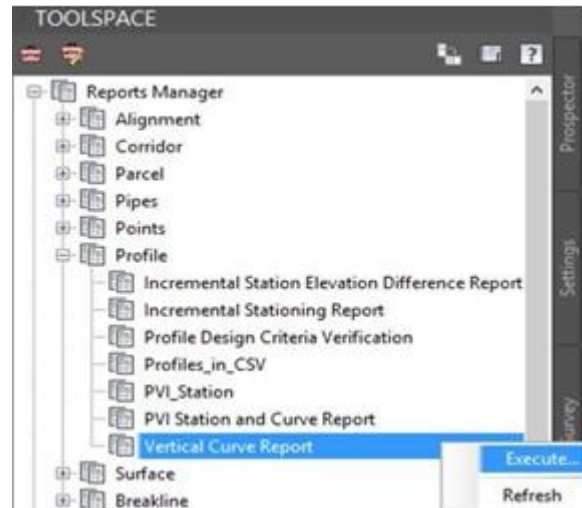
Figura 387. Selección del reporte de las estaciones de la rasante.





### Generación del reporte datos de curvas verticales (ver Pag. 254):

En la pestaña Toolbox de Toolspace, extender “Profile” y seleccionar “Vertical curve report”, hacer click derecho y seleccionar “Execute”, ver figura 388.

Figura 388. Selección del reporte de la curvas verticales.



En el cuadro que se despliega, activar la única opción que aparece y en la opción “Station increment” seleccionar “10”. En “Save report to” hacer click izquierdo en  y nombrar el archivo como “REPLANTEO DE ELEVACIÓN RASANTE @10m”, y en “File of type” seleccionar el formato “Excel 97-2003 workbook”, luego click izquierdo en “Save”. Y finalmente hacer click izquierdo en “Create Report”, luego click izquierdo en “DONE”.

En el cuadro que se despliega, activar la única opción que aparece, en “Save report to” hacer click izquierdo en  y nombrar el archivo como “DATOS DE CURVAS VERTICALES”, el formato del archivo es el mismo que se ha seleccionado para los reportes anteriores, es decir “Excel 97-2003 workbook”, luego hacer click izquierdo en Save. Finalmente hacer click izquierdo en “Create Report” y click izquierdo en DONE.

Los reportes generados anteriormente, tanto para las estaciones de la rasante y para los datos de curvas verticales se muestran en las figura 389 y 390. (Se muestra una parte de los reportes, ya que son extensos).

Figura 389. Reporte de la elevación de la rasante.

<b>PVI Station Increment Report</b>			
<b>Client:</b> Client		<b>Prepared by:</b>	
<b>Client Company:</b>		Your Company Name	
<b>Address 1:</b>		123 Main Street	
<b>Date:</b> 19-Oct-16 5:12:00PM			
Vertical Alignment: RASANTE G-M_ (2)			
Description:			
Station Range: Start: 0+000.00, End: 6+450.84			
Station Increment: 10.00			
Station	Elevation	Grade Percent (%)	Location
0+000.00	54.758m		PVI
0+010.00	54.684m	-0.74%	
0+020.00	54.610m	-0.74%	
0+030.00	54.536m	-0.74%	
0+040.00	54.462m	-0.74%	
0+050.00	54.388m	-0.74%	
0+060.00	54.314m	-0.74%	
0+070.00	54.239m	-0.74%	
0+080.00	54.165m	-0.74%	
0+090.00	54.091m	-0.74%	
0+099.68	54.020m	-0.74%	PVC
0+100.00	54.017m	-0.75%	
0+110.00	53.924m	-0.93%	
0+120.00	53.795m	-1.29%	
0+130.00	53.631m	-1.64%	
0+140.00	53.431m	-2.00%	
0+150.00	53.195m	-2.36%	
0+160.00	52.923m	-2.72%	Crest
0+170.00	52.616m	-3.07%	
0+180.00	52.273m	-3.43%	
0+190.00	51.894m	-3.79%	
0+200.00	51.480m	-4.14%	
0+210.00	51.029m	-4.50%	
0+220.00	50.543m	-4.86%	
0+220.32	50.528m	-5.04%	PVT
0+226.65	50.208m	-5.05%	PVC
0+230.00	50.043m	-4.92%	
0+240.00	49.602m	-4.41%	
0+250.00	49.239m	-3.64%	
0+260.00	48.952m	-2.87%	
0+264.60	48.846m	-2.31%	Sag
0+270.00	48.742m	-1.92%	
0+280.00	48.609m	-1.33%	
0+290.00	48.553m	-0.56%	
0+300.00	48.574m	0.21%	
0+302.54	48.591m	0.69%	PVT
0+310.00	48.650m	0.79%	
0+320.00	48.729m	0.79%	
0+330.00	48.808m	0.79%	
0+340.00	48.887m	0.79%	
0+350.00	48.966m	0.79%	
0+360.00	49.045m	0.79%	
0+370.00	49.124m	0.79%	

Figura 390. Reporte de curvas verticales.

Profile Vertical Curve Report			
Client: Client	Prepared by:		Your Company Name
Client Company:			123 Main Street
Address 1:			
Date: 19-Oct-16 5:12:00PM			
Vertical Alignment: RASANTE G-M_ (2)			
Description:			
Station Range: Start: 0+000.00, End: 6+450.84			
Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	0+099.68	Elevation:	54.020m
PVI Station:	0+160.00	Elevation:	53.573m
PVT Station:	0+220.32	Elevation:	50.528m
High Point:	0+099.68	Elevation:	54.020m
Grade in:	-0.74%	Grade out:	-5.05%
Change:	4.31%	K:	28.000m
Curve Length:	120.631m	Curve Radius	2,800.000m
Passing		Stopping	
Distance:	419.245m	Distance:	214.572m
Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Station:	0+226.65	Elevation:	50.208m
PVI Station:	0+264.60	Elevation:	48.292m
PVT Station:	0+302.54	Elevation:	48.591m
Low Point:	0+292.28	Elevation:	48.551m
Grade in:	-5.05%	Grade out:	0.79%
Change:	5.84%	K:	13.000m
Curve Length:	75.896m	Curve Radius	1,300.000m
Headlight			
Distance:	103.001m		
Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Station:	0+467.98	Elevation:	49.897m
PVI Station:	0+530.00	Elevation:	50.386m
PVT Station:	0+592.02	Elevation:	54.692m
Low Point:	0+467.98	Elevation:	49.897m
Grade in:	0.79%	Grade out:	6.94%
Change:	6.15%	K:	20.161m
Curve Length:	124.046m	Curve Radius	2,016.096m
Headlight			
Distance:	131.967m		
Vertical Curve Information:(crest curve)			
PVC Station:	0+612.95	Elevation:	56.145m
PVI Station:	0+665.02	Elevation:	59.759m
PVT Station:	0+717.10	Elevation:	57.719m
High Point:	0+679.52	Elevation:	58.455m
Grade in:	6.94%	Grade out:	-3.92%
Change:	10.86%	K:	9.589m
Curve Length:	104.148m	Curve Radius	958.935m
Passing		Stopping	
Distance:	194.454m	Distance:	113.264m
Vertical Curve Information:(sag curve)			
PVC Station:	0+829.62	Elevation:	53.309m
PVI Station:	0+870.00	Elevation:	51.727m
PVT Station:	0+910.38	Elevation:	50.603m
Low Point:	0+910.38	Elevation:	50.603m
Grade in:	-3.92%	Grade out:	-2.78%
Change:	1.14%	K:	71.012m
Curve Length:	80.768m	Curve Radius	7,101.159m
Headlight			
Distance:			

## 8.9 CREACIÓN DE PLANOS PLANTA PERFIL, SECCIONES TRANSVERSALES Y DIAGRAMA DE MASA

En este apartado se representará todos los procedimientos usados para la realización del diseño geométrico, los cuales se plasmará en un juego de planos que contendrá planos planta-perfil, secciones transversales y diagrama de masa, esto se realizará a través de la herramienta “Plan Production Tools”.

### 8.9.1 Creación de marcos

Las marcos o View Frame son regiones de forma rectangular a lo largo de la alineación que definen el área que se mostrará en el plano, el tamaño, la forma y la escala de estos proceden de una escala gráfica designada en la ficha de presentación de una plantilla específica.

#### Creación de marcos para planos

**Planta- Perfil:** Previo a la creación de marcos, activar la capa cero, luego seleccionar la escala anotativa con la que se creó el alineamiento horizontal, en este caso es “1:1000”, luego ir al menú General y seleccionar “Plan Production tools” (herramientas para la producción de planos) y seleccionar “Create view frames”, ver figura 391.

Figura 391. Herramientas para la producción de planos.



En el cuadro que se despliega “Creat View Frames- Alignment”: En pestaña Alignment, en la opción “Aligment” se selecciona el alineamiento “ALINEAMIENTO EMPALME GIGANTE-MURCIÉLAGO”, en “Station Range”(rango de estacionamiento) activar “Automatic” (para que sea en todo el alineamiento). Ver figura 392, luego click izquierdo en Next.

Figura 392. Creación de las vistas de los marcos para planos Planta- Perfil.




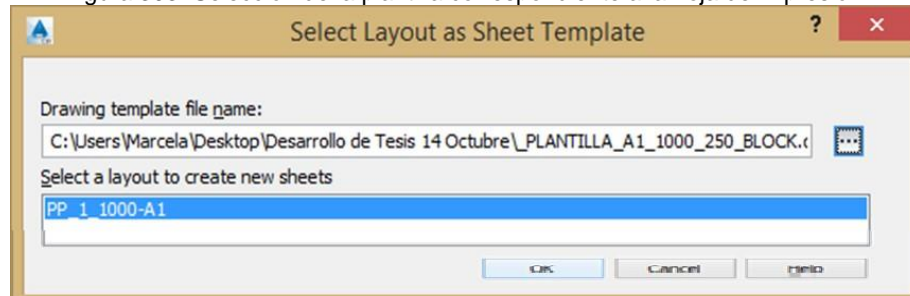
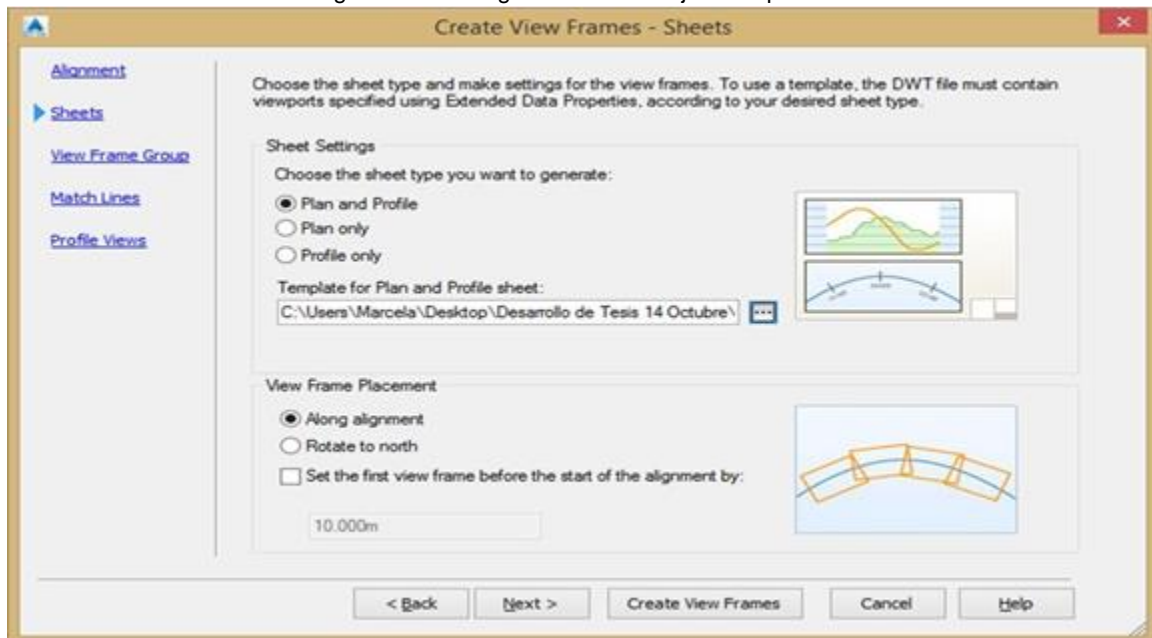
En la pestaña Sheets (hojas): Se configurarán los componentes del plano, por tanto en la opción “Sheets Settings” se indica el tipo de hoja, que para este caso será planta-perfil, para ello, activar “Plant and Profile”, luego hacer click izquierdo en  para seleccionar la plantilla a utilizar, para ello en “Plan Production” seleccionar la plantilla personalizada “PLANTILLA\_A1\_1000\_250 BLOCK” y click izquierdo en Open. Luego esperar a que cargue la plantilla, una vez realizado esto, ver la figura 393 y click izquierdo en Ok.

Figura 393. Selección de la plantilla correspondiente a la hoja de impresión.



En la pestaña Sheets, en la sección “View frame placement” se define la posición de los marcos, en este caso será a lo largo del alineamiento, por ende activar “A long alignment”, ver figura 394, luego click izquierdo en Next.

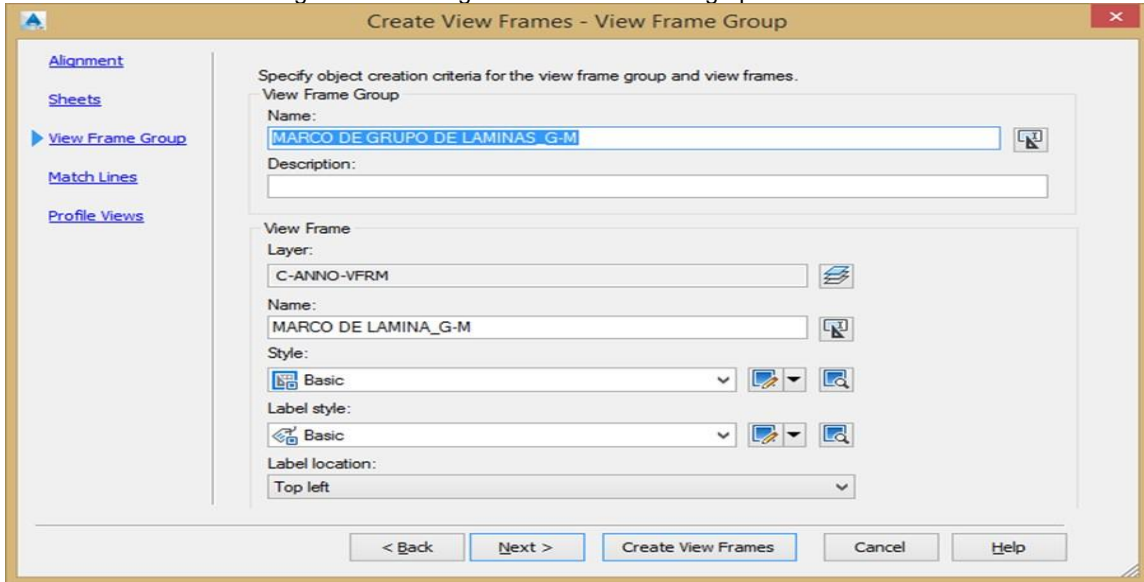
Figura 394. Configuración de la hoja de Impresión.



En la ventana desplegable “View frame Group” se define el nombre del grupo de marcos y si se desea se escribe alguna descripción. El grupo se llamará “MARCO DE GRUPO DE LAMINAS\_G-M”, en la opción “View frame” se define el nombre de la hoja, la capa donde se alojarán, estilo y etiquetas de las

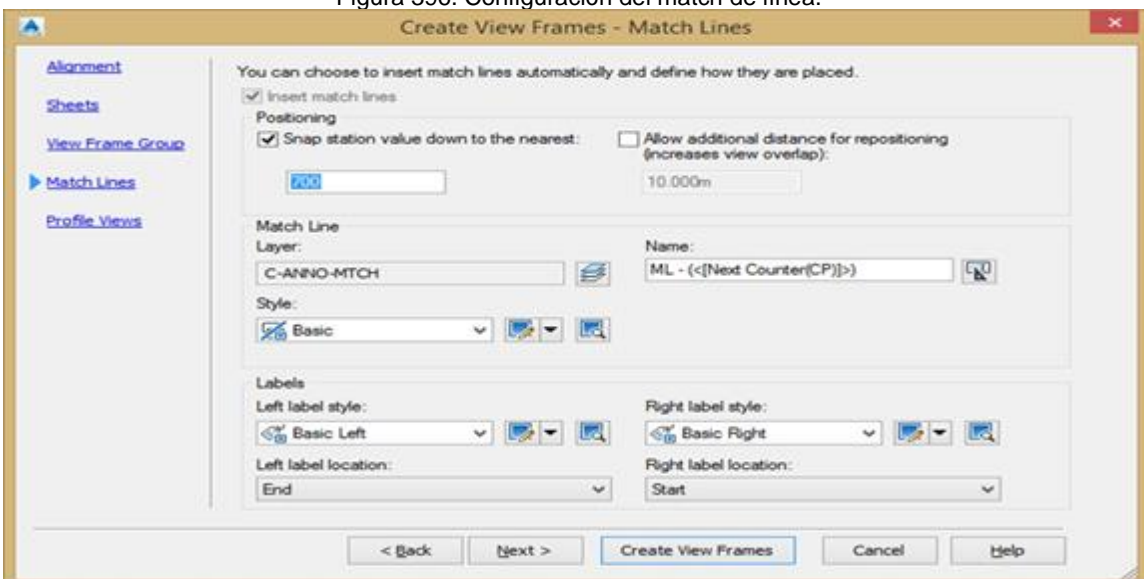
mismas, para ello, se nombrará al marco de la lámina como “MARCO DE LAMINA\_G-M”, y el resto de configuraciones se muestran en la figura 395, luego click izquierdo en Next.

Figura 395. Configuración de la vista de grupo de lámina.




En la siguiente pestaña “Match Lines” (líneas de intersección entre marcos), del cuadro “Create view frame- Match Lines”, activar la opción “Snap Station value Down to the nearest” y teclear “700m” (es la longitud del alineamiento que alcanza aproximadamente en la lámina A1), en la sección “Match Line” se establece la capa, nombre y estilo, así como etiquetas a la derecha e izquierda y su ubicación, estas configuraciones se muestran en la figura 396, luego click izquierdo en Next.

Figura 396. Configuración del match de línea.





En la pestaña Profile views (visualización del perfil), se indica el estilo del perfil a mostrar en el plano y las bandas. Para ello, en “Select profile view” seleccionar el estilo que se creó para la vista de sección, es decir “\_ESTILO DE VISTA DE PERFIL G-M”, luego en la opción “Select band set style” seleccionar “Plan profile sheets- Elevation and Station” y hacer click izquierdo en  para editar la banda existente.


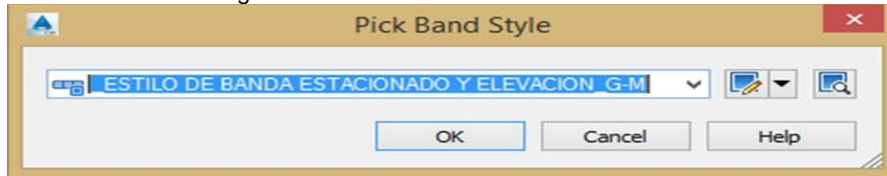
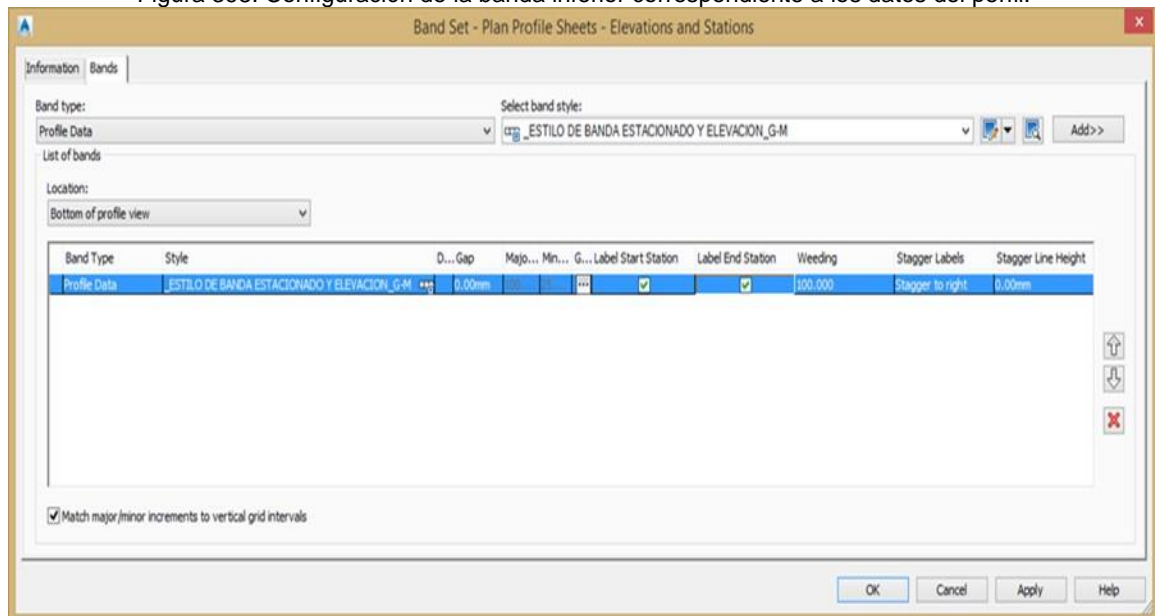
En pestaña Bands, se establece el tipo de banda (Profile data, vertical geometry, etc) y el estilo (Cut data, fill data, etc.). Por tanto en la opción “Band Type” seleccionar “Profile data”. En “Location” seleccionar “Bottom of profile view”, y eliminar la segunda banda que aparece en la parte inferior. En la única banda que queda, ubicarse en la columna “Style” y hacer click izquierdo en , y en el cuadro que se despliega seleccionar “\_ESTILO DE BANDA ESTACIÓN Y ELEVACIÓN\_G-M” ver figura 397. Y click izquierdo en OK.

Figura 397. Selección del estilo de la banda.



Luego ubicarse en la columna “Gap” y teclear “cero” y activar las opciones que aparecen en las columnas “Label star Station” y “Label end Station”, ver figura 398.

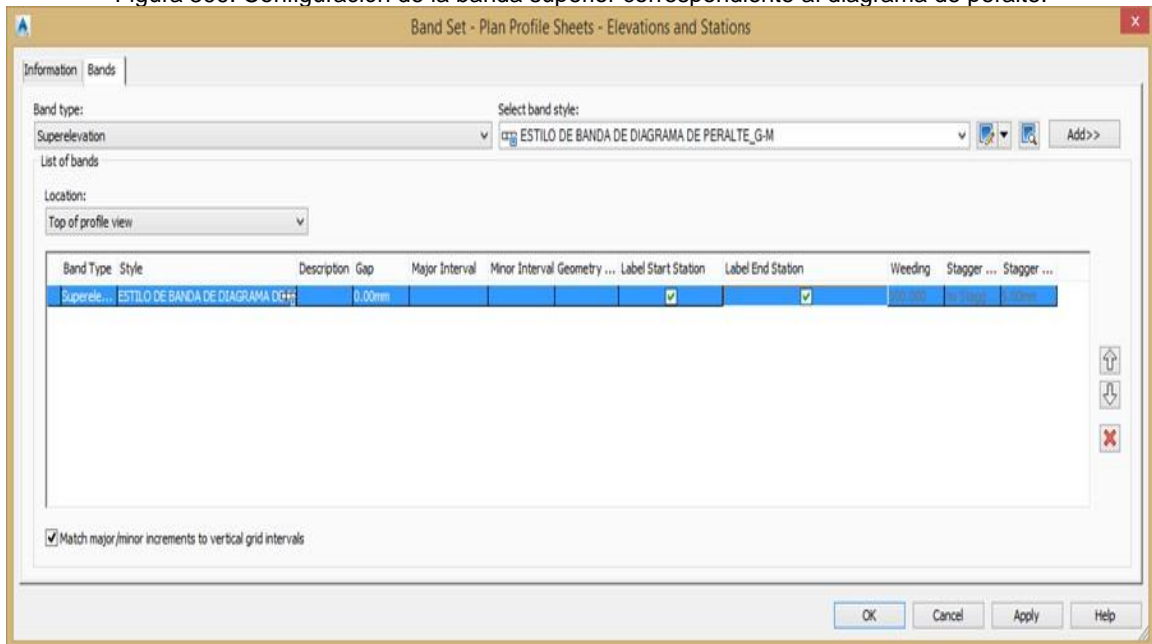
Figura 398. Configuración de la banda inferior correspondiente a los datos del perfil.



Luego en Location seleccionar “Top of profile view”, y eliminar la banda que aparece en la parte inferior. En la columna “Band Type” seleccionar

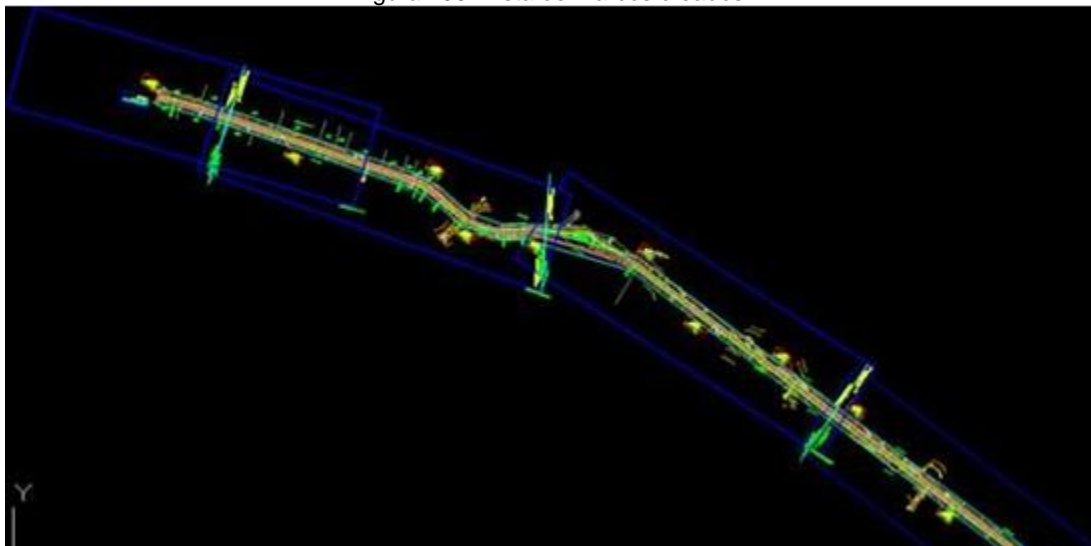
“Superelevation”. En “Select band style” seleccionar “ESTILO DE DIAGRAMA DE PERALTE\_G-M” y click izquierdo en “Add”. Luego en la Columna “Gap” teclear “cero” y activar las opciones que aparecen en las columnas “Label start Station” y “Label end Station” ver figura 399. Luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 399. Configuración de la banda superior correspondiente al diagrama de peralte.



Finalmente hacer click izquierdo en la opción “Create view frames”(creación de vista de marcos). En el modelo se podrá observar los marcos creados, ver figura 400.

Figura 400. Vista de marcos creados.



## Creación de hojas Layout

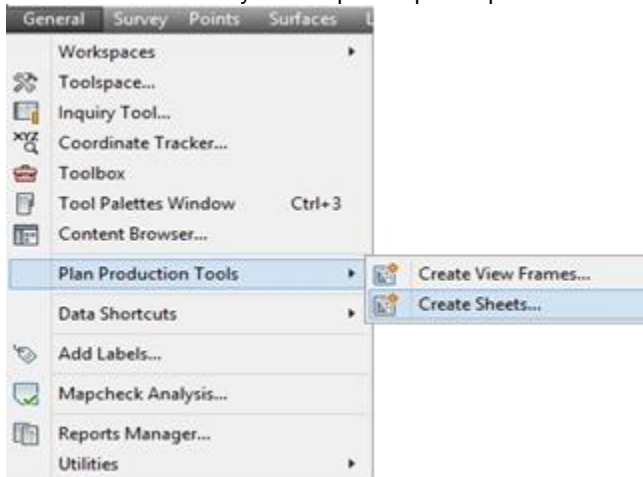
### ➤ Planos planta perfil

En esta sección se crearán los planos concretamente listos para imprimirse a partir de los View Frames creados anteriormente.

Previo a este procedimiento, se procederá a guardar el estilo de la etiqueta de la rasante, para ello se selecciona la rasante, hacer click derecho y seleccionar “Edit labels”, luego en la opción “Save label set” nombrar al estilo como “ESTILO DE ETIQUETA DE RASANTE\_G-M”, luego click izquierdo en Apply, Ok, Apply, y Ok.

A continuación se procederá a crear las hojas Layout, para ello, seleccionar el menú “General”, ubicarse en “Plan Production tools” y seleccionar “Create sheets”, ver figura 401.

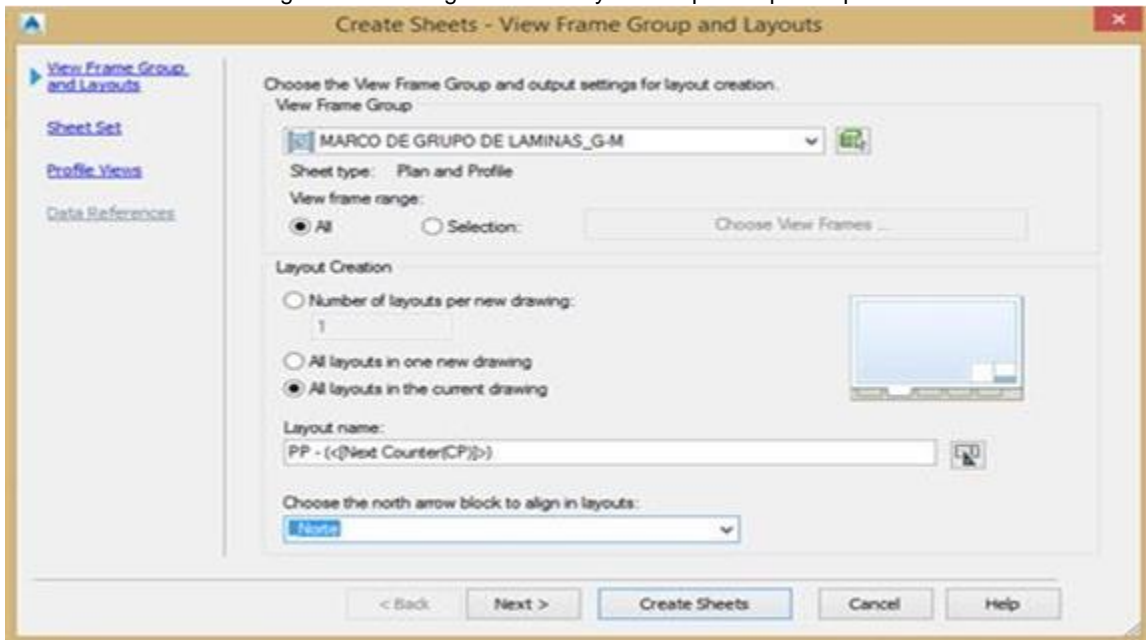
Figura 401. Creación de layouts de planos planta-perfil.



En View frame Group and Layouts: En “View frame Group” seleccionar “MARCO DE GRUPO DE LAMINAS\_G-M, en “View frame range” activar la opción “All”, en la sección “Layout creation” se indica el número de Layouts por dibujo, es decir crear un layout por plano o mas, incluirlos todos en un dibujo o en el área de dibujo actual.

Activar “All Layout in the Current drawing” (todos los dibujos en un diseño actual), en “Layout Name” teclear “PP” (y dejar el contador), en “Choose the north arrow block to align in layouts” seleccionar “\_Norte”, ver figura 402, luego hacer click izquierdo en Next.

Figura 402. Configuración de layouts de planos planta-perfil.




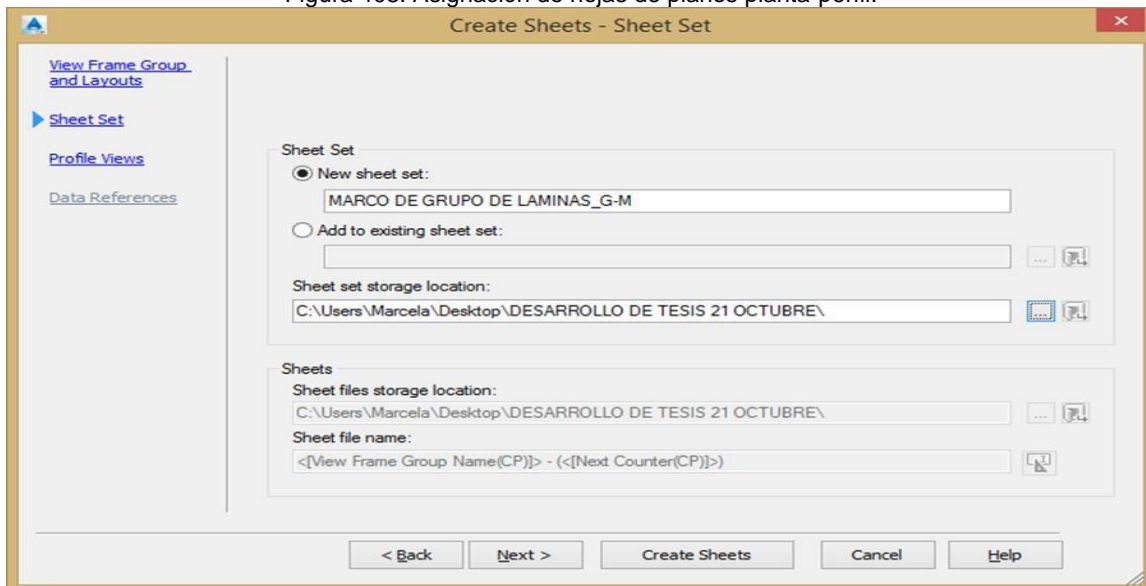
En la pestaña Sheet set: Se establece el nombre del grupo de hojas, la ubicación de los archivos y nombre del mismo, para ello, se procede a activar la opción “New sheet set” y en “Sheets set storage location” hacer click izquierdo en  para guardarlo, luego click izquierdo en Next, ver figura 403, y click izquierdo en Next.

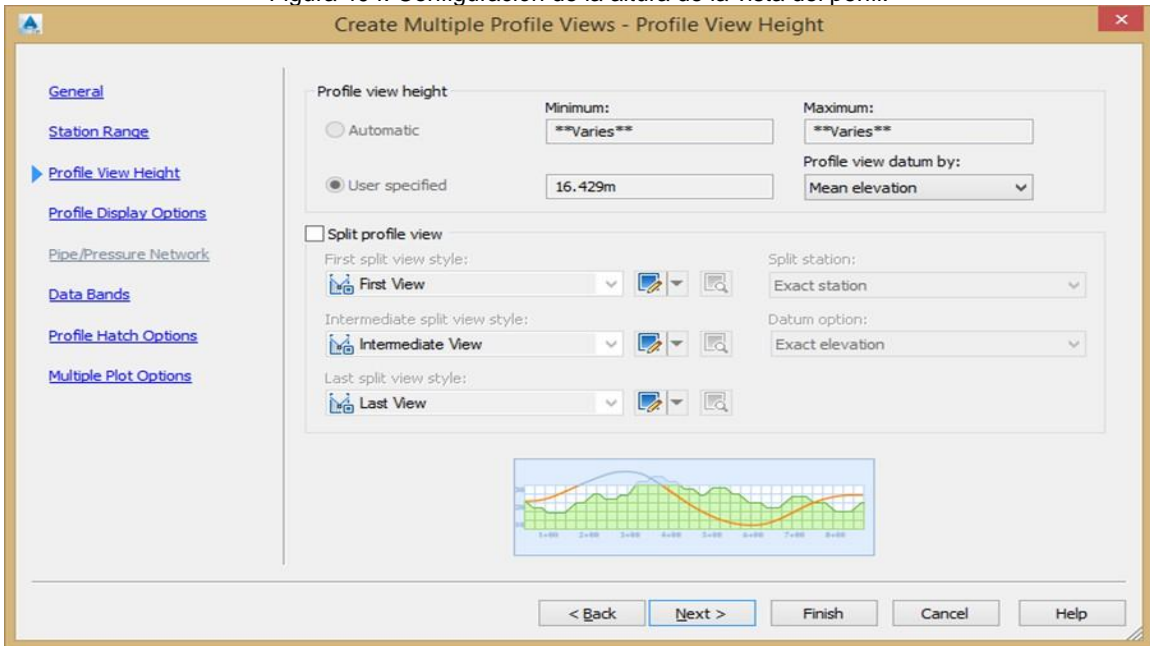
Figura 403. Asignación de hojas de planos planta-perfil.



En pestaña Profile Views, se visualiza el estilo de perfil a utilizar y las bandas; para ello activar la opción “Choose Settings” y hacer click izquierdo en la opción “Profile view wizard”, posteriormente en “Profile view Height”, en la opción

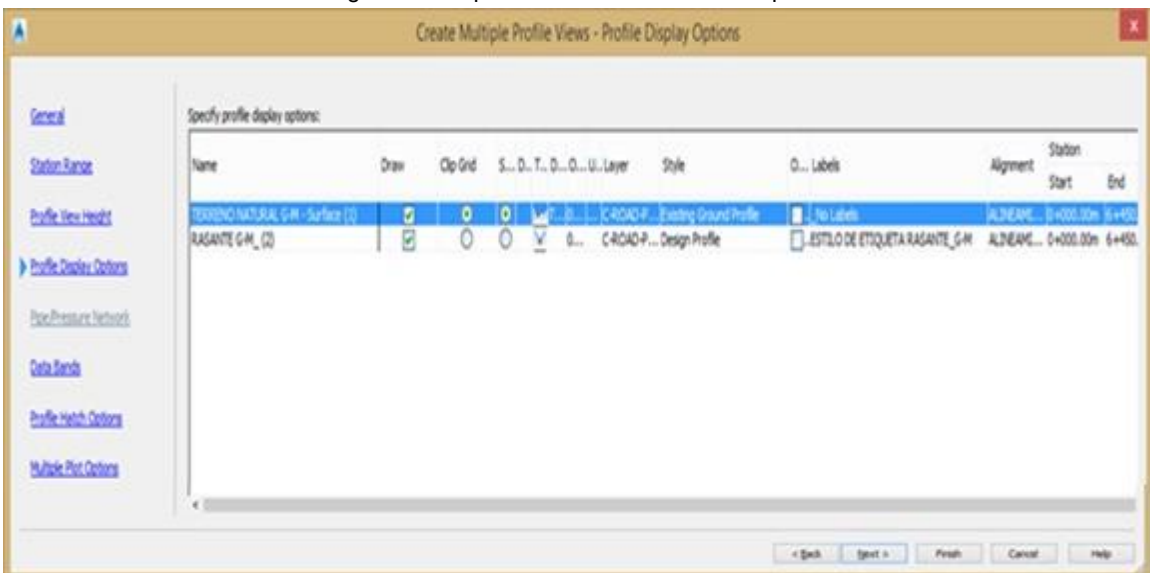
“Profile view Datum By” seleccionar “Mean Elevation” (elevación promedio) y desactivar “Split profile view”, ver figura 404, luego click izquierdo en Next.

Figura 404. Configuración de la altura de la vista del perfil.



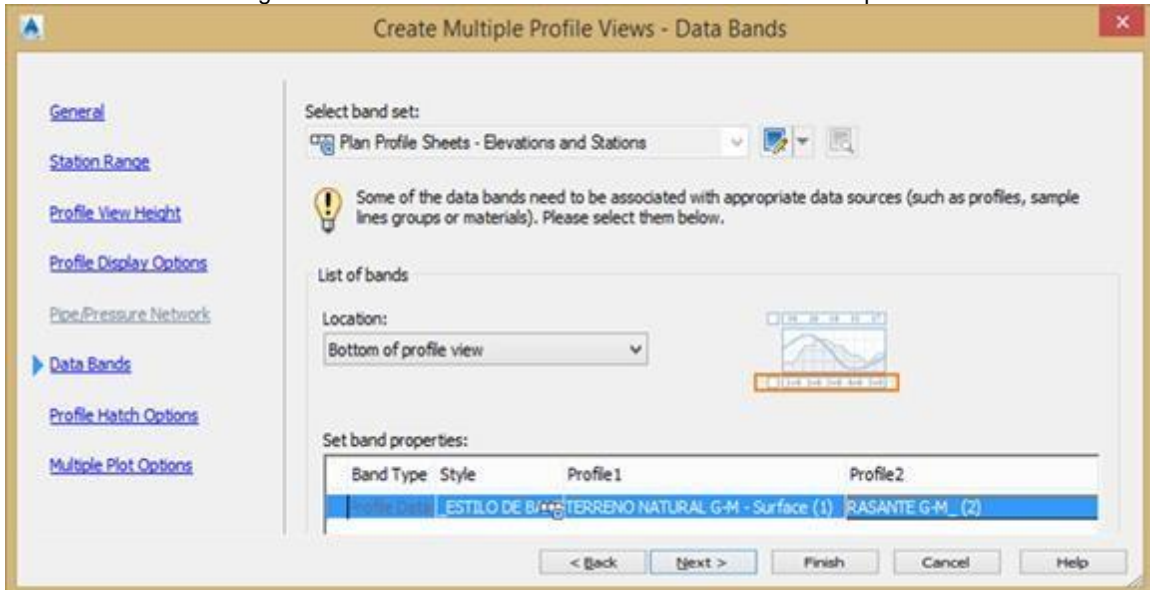
En el cuadro desplegable “Create Multiple Profile Views-Profile Display Options”, en la fila “TERRENO NATURAL G-M- Surface (1)” ubicarse en la columna “Style” y seleccionar “Existing ground profile” y en la columna “Label” seleccionar “No labels”. En la fila “RASANTE G-M\_2” ubicarse en la columna “Style” y seleccionar “Design Profile” y en la columna “Label” seleccionar “ESTILO DE ETIQUETA RASANTE\_G-M” ver figura 405 y click izquierdo en Next.

Figura 405. Opciones de visualización de perfil.



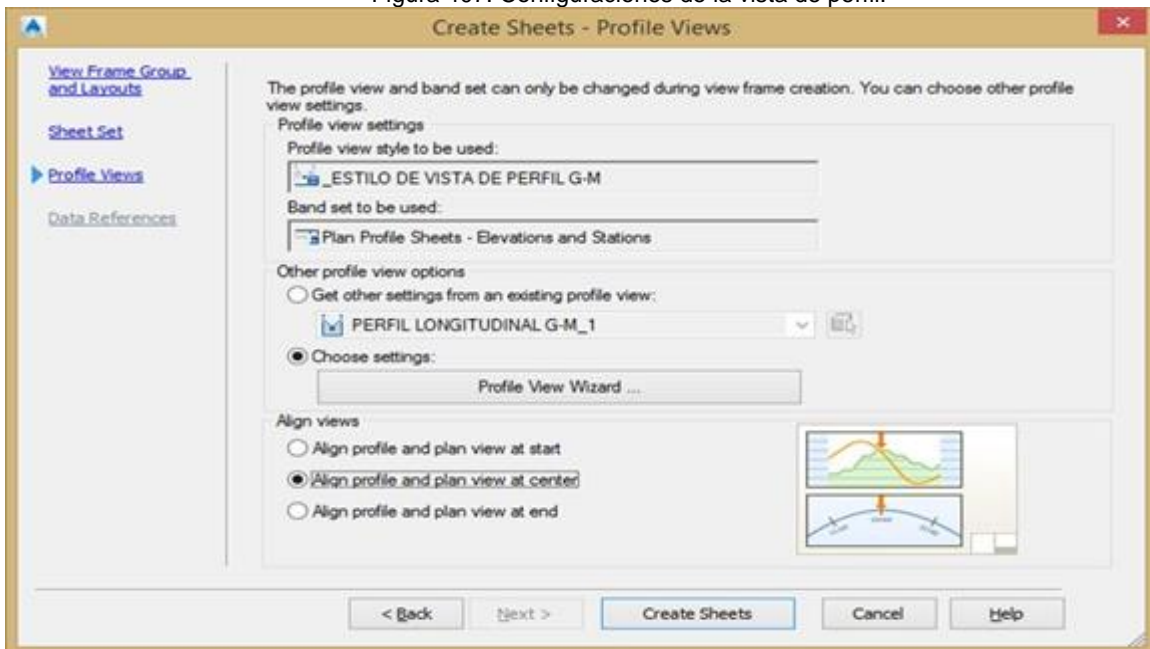
En Data Bands: En la sección “Set band properties”, en la columna “Profile1” seleccionar “TERRENO NATURAL G-M-Surface (1)” y en la columna “Profile2” seleccionar “RASANTE G-M\_2”, ver figura 406 y click izquierdo en Finish.

Figura 406. Definición de los datos de la banda inferior del perfil.



En el cuadro que se despliega “Create Sheets-Profile Views” se establece la ubicación de las vistas a utilizar, para ello, activar la opción “Align profile and plan view at center”, es decir alineado el perfil y la planta al centro, ver figura 407. Luego hacer click izquierdo en la opción “Creat Sheets”, y click izquierdo en Ok.

Figura 407. Configuraciones de la vista de perfil.





Hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo y se podrá apreciar que en la parte inferior del modelo aparecen los Layout de nombre “PP” los cuales fueron creados para las respectivas vistas del perfil. Ver figura 408.

Figura 408 Generación de vistas del perfil.



Al hacer click en uno de los Layout se aprecia la vista del plano planta perfil, ver figura 409.

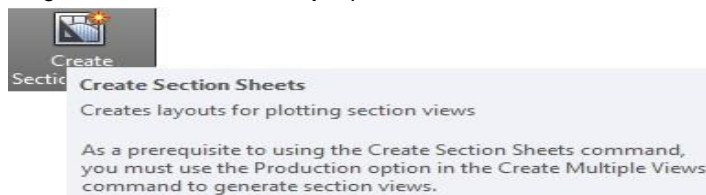
Figura 409. Layout correspondiente al plano planta-perfil.



### ➤ Planos de secciones transversales

Inicialmente activar la escala 1:250. Luego en el modelo seleccionar el marco de color azul (donde están las secciones transversales), y hacer click izquierdo en el ícono “Create section sheets”, ver figura 410.

Figura 410. Creación de hojas para las secciones transversales.




En el cuadro que se despliega “Create Section Sheets”, en “Sample line Group Name” seleccionar “CONJUNTO DE LÍNEAS DE MUESTREO”. En “Select section view Group” seleccionar “Section view Group-1”, en Layout Name escribir “ST” (y dejar el contador). Seguidamente activar la opción “Add to existing sheet set” y hacer click izquierdo en  para buscar el archivo, en este caso es “MARCO DE GRUPO DE LAMINAS\_G-M” ver figura 411. Luego hacer click izquierdo en la opción “Create sheets” y Ok.

Figura 411. Configuración de las hojas de secciones transversales.



Luego de haber realizado el lo anterior. Se puede apreciar que en la parte inferior del modelo aparecen los Layout de nombre “ST” que fueron creados para las respectivas vistas de las secciones transversales y al hacer click izquierdo en uno de los Layout se aprecia la vista del plano de secciones transversales, ver figura 412.

Figura 412. Layout correspondiente al plano de secciones transversales.



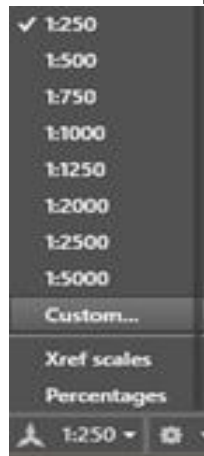
### 8.9.2 Creación de diagrama de masa

Los movimientos de tierra y su relación con las curvas de masa, siempre han sido inseparables debido, a que su correcta proyección, dará el equilibrio económico y calidad de las explanaciones, además brinda información de los sentidos de corte, la calidad del relleno y la localización de ellos a lo largo de la alineación.

Previo a la creación del diagrama de masa, es necesario determinar la escala con la que se dibujará, esto con la finalidad que el diagrama de masa alcance en una sola lamina A1. Para ello, se debe contar el número de divisiones del perfil, en este caso son 9.5, y éste valor multiplicarlo por el denominador de la escala con la que se creó el perfil, en este caso 1000, cuyo resultado es 9500. Por lo tanto la escala será 1:9500.

Para crear una escala personalizada, que en este caso será la de 1:9500, hacer click izquierdo en el desplegable **1:250** (el que esta enmarcado de color rojo) Para desglosar las escalas que estan predeterminadas, luego seleccionar “Custom” (ver figura 413).

Figura 413. Creación de escalas personalizadas.



En el cuadro que se despliega “Edit Drawing Scales”, seleccionar “Add”; en la ventana que se abre “Add Scale”, en la opción “Name appearing in scale list” teclear la escala con la que se dibujará el diagrama de masa, en este caso es “1:9500”, luego en “Paper units” teclear “1”, y en “Drawing units” teclear “9.5”, ver figura 414, luego click izquierdo en Ok y Ok. Posteriormente en el modelo se deberá activar la escala creada.

Activar el MENUBAR, luego ubicarse en el menú “Section” y seleccionar “Create Mass Haul diagram” (Crear diagrama de masa), ver figura 415.

Figura 414. Propiedades de escala personalizada.

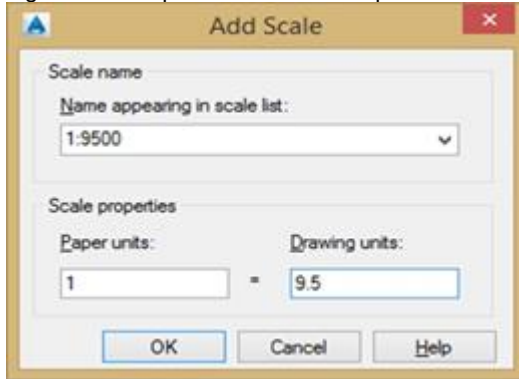
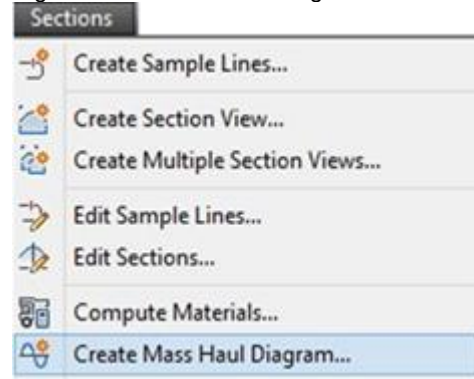



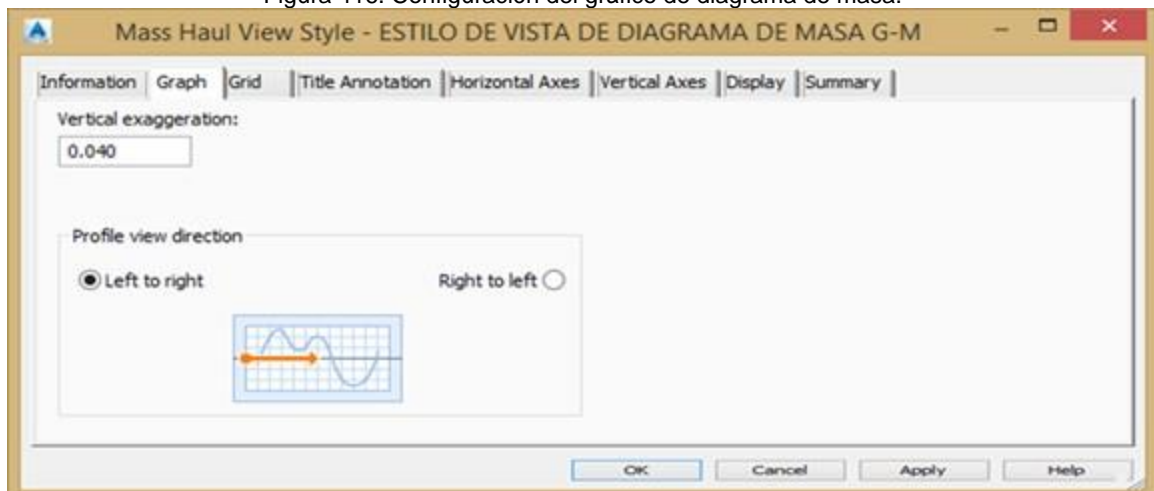
Figura 415. Creación de diagrama de masa.



En el cuadro desplegable en “Select alignment” seleccionar el eje de diseño “ALINEAMIENTO EMPLAME EL GIGANTE EL MURCIELAGO”, en “Sample line Group” seleccionar “CONJUNTO DE LÍNEAS DE MUESTREO\_G-M”, en “Mass Haul View Name” teclear “VISTA DE DIAGRAMA DE MASA G-M”, en “Mass haul view style” seleccionar “Basic” y hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy current selection”. En Name nombrarlo como “ESTILO DE VISTA DE DIAGRAMA DE MASA G-M”.

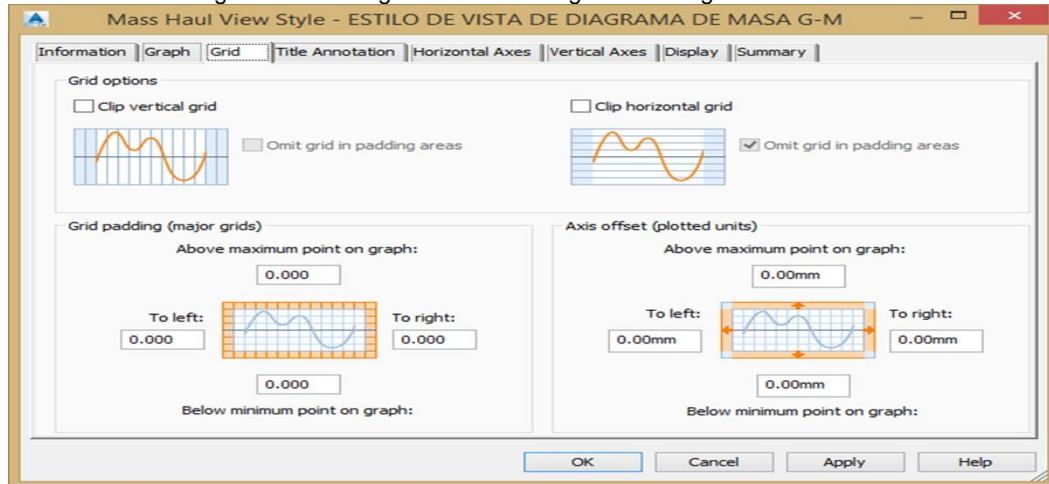
En pestaña Graph (gráfico): Se cambiará el valor de la deformación vertical, por ende en “Vertical exaggeration” digitar “0.04” y activar “Left to right” ver figura 416.

Figura 416. Configuración del gráfico de diagrama de masa.



En pestaña Grid (rejilla): Se encuentran las opciones de relleno y delimitación de rejilla, para este caso se desactivará las opciones “Clip vertical grid y Clip horizontal grid” (delimitar la rejilla vertical y la rejilla de áreas de relleno). Ver figura 417.

Figura 417. Configuración de las regillas del diagrama de masa.




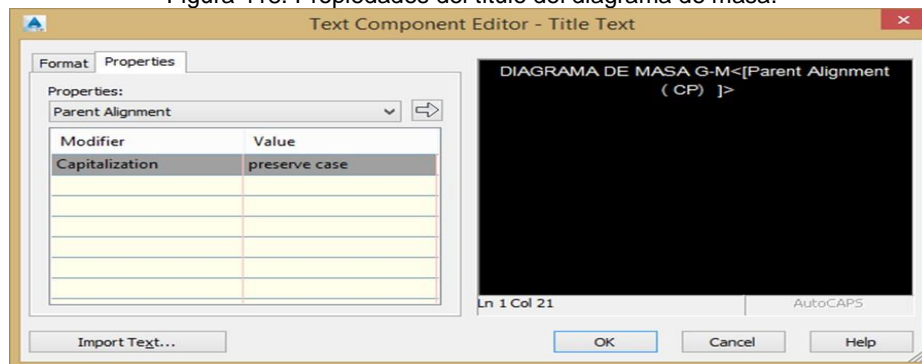



En pestaña Title annotation (anotación del título): Se editará el contenido del título de la vista del diagrama de masa, para ello, en “Graph view title”, en “Text style” seleccionar “\_ETIQUETA” y en “Text Height” teclear “7mm”, luego hacer click izquierdo en  y en el cuadro “Text component editor”, en la pantalla de edición borrar el contenido que aparece y teclear “DIAGRAMA DE MASA G-M”. figura 418.

Figura 418. Propiedades del título del diagrama de masa.



Luego seleccionar todo el contenido e ir a la pestaña Format y seleccionar la capa “By block” y click izquierdo en , luego click izquierdo en Ok.

Continuando en la pestaña Title annotation:

- En la sección Axis title text: Activar Bottom y hacer click izquierdo en  y en el cuadro “Text component editor”, en la pantalla de edición teclear “ESTACIONAMIENTO”, luego seleccionar todo el contenido e ir a pestaña Format y en color seleccionar “By block” y click izquierdo en , luego click izquierdo en Ok. En “Text style” seleccionar “\_ETIQUETA” y en “Text Height” seleccionar “5mm”, en “X offset” teclear “0” y en “Y Offset” teclear “-10mm”.




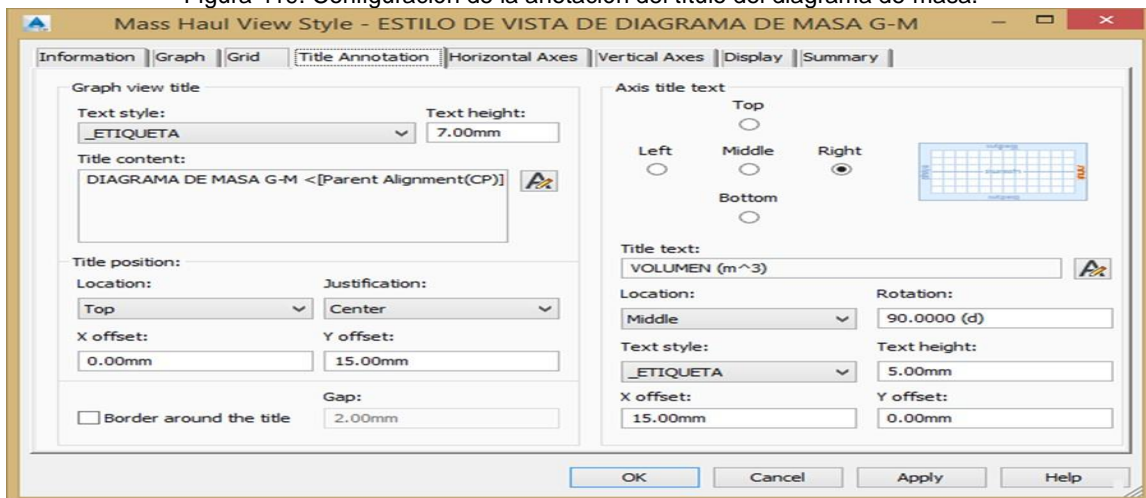
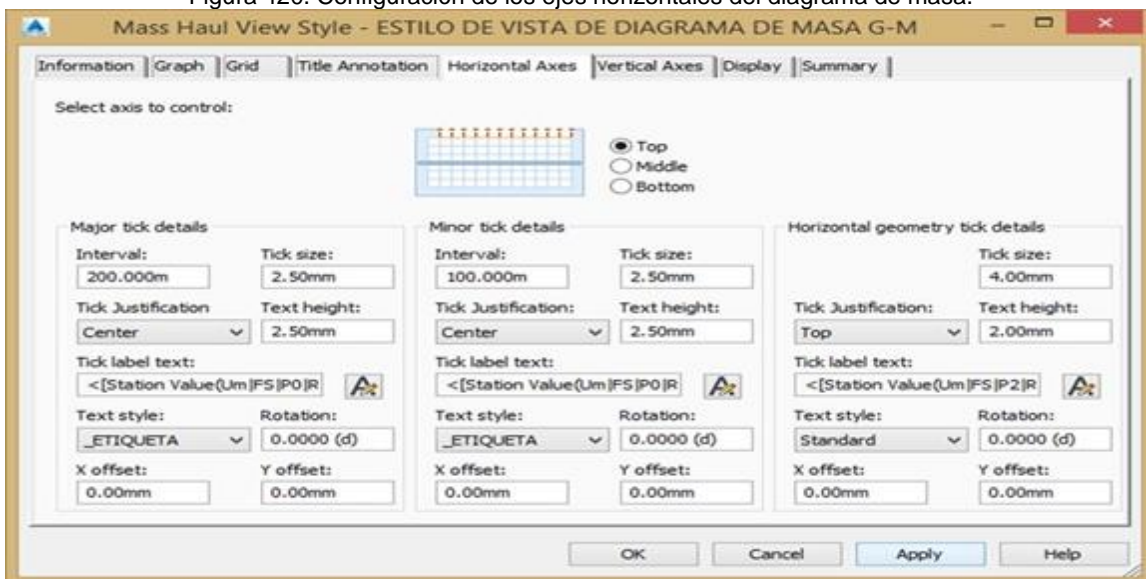
- En Axis title text Activar Left: Hacer click izquierdo en  y en el cuadro “Text component editor”, en la pantalla de edición teclear “VOLUMEN m<sup>3</sup>” y click izquierdo en Ok. En Text style seleccionar “\_ETIQUETA” y en “Text Height” teclear “5mm” en “X offset” teclear “-15” y en Y offset “0mm”.
- En Axis title text Activar “Right” y repetir el paso anterior, con la diferencia que en X offset teclear “15”, ver figura 419.

Figura 419. Configuración de la anotación del título del diagrama de masa.





En pestaña Horizontal Axes (ejes horizontales): Se configurará los espacios de las líneas de rejilla vertical y sus textos. Para ello: Activar Top y realizar las configuraciones que se muestran en la figura 420.

Figura 420. Configuración de los ejes horizontales del diagrama de masa.



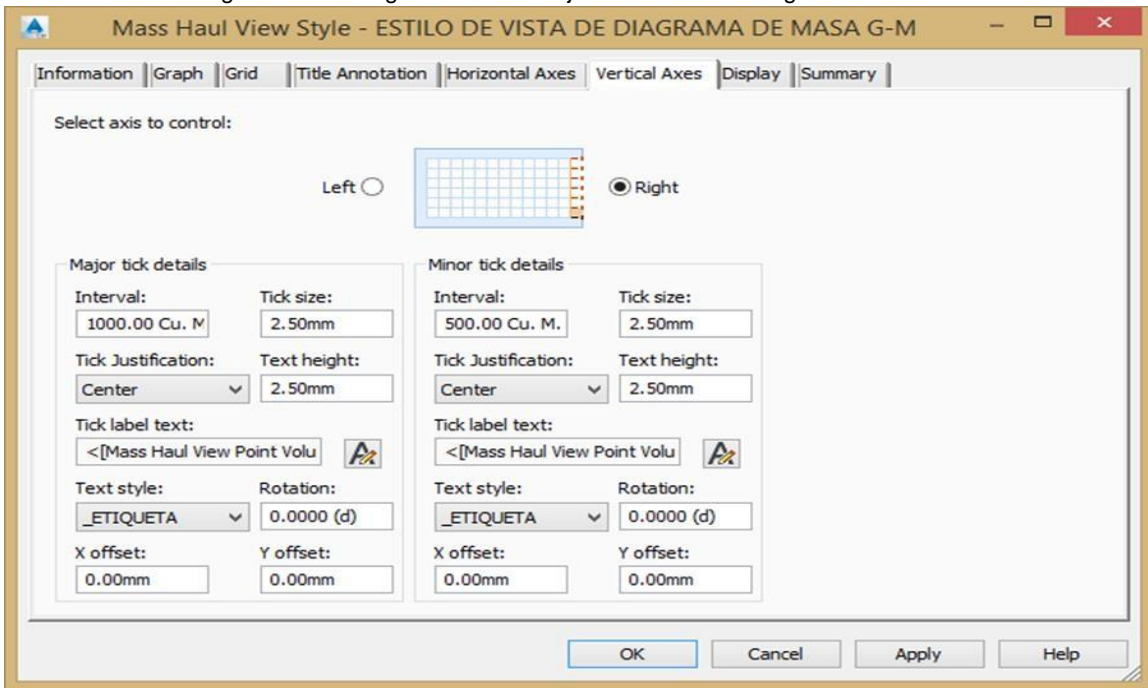




Continuando con la configuración de la figura anterior, tanto para “Major y Minor tick details”, hacer click izquierdo en  y en el cuadro “Text component editor”, seleccionar el texto de la pantalla de edición e ir a pestaña Properties y en precisión seleccionar “1”, y en “Station carácter positivo” seleccionar “+1+000”, y click izquierdo en  para actualizar los cambios, luego click izquierdo en Ok.

A continuación, activar la opción Bottom y repetir las mismas configuraciones que se realizaron cuando se activó Top.

En pestaña Vertical axes (ejes verticales): Se configuran los valores de rejilla horizontal (divisiones y espaciamentos de volumen), para ello activar “Right” y realizar las configuraciones que se muestran en la figura 421.

Figura 421. Configuración de los ejes verticales del diagrama de masa.

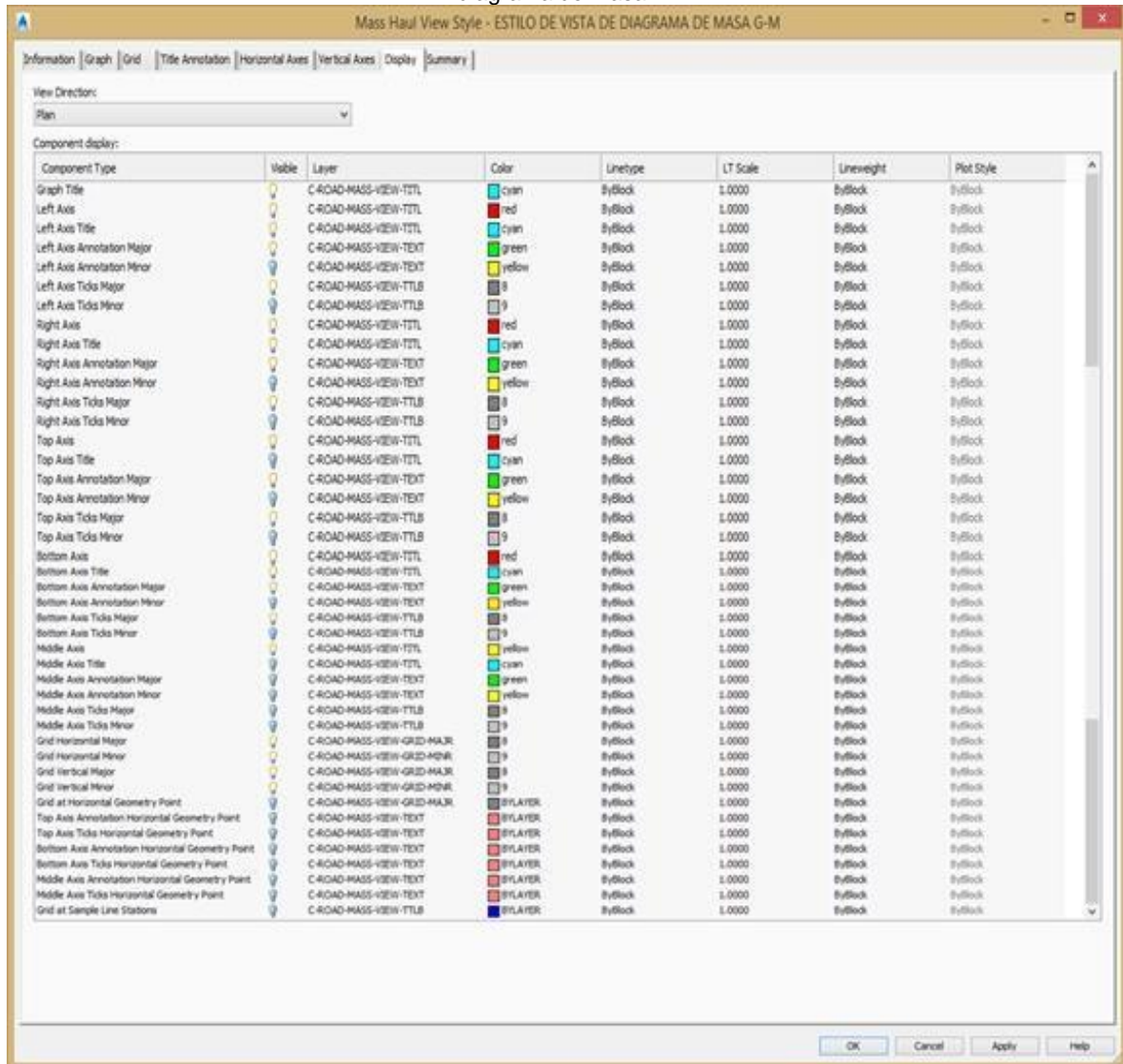


Continuando con la configuración de la figura anterior, tanto para “Major y Minor tick details”, hacer click izquierdo en  y en el cuadro “Text component editor”, seleccionar el texto de la pantalla de edición e ir a pestaña Properties y en precisión seleccionar “0.001” y click izquierdo en , luego click izquierdo en Ok.

A continuación, activar la opción Left y repetir las mismas configuraciones que se realizaron cuando se activó Right.

En pestaña Display, dejar las configuraciones de los colores de los componentes del diagrama tal como se muestra en la figura 422, así también su encendido y apagado. luego click izquierdo en Apply y Ok.

Figura 422. Configuración de los colores de los componentes de la vista en planta, que conforman el diagrama de masa.




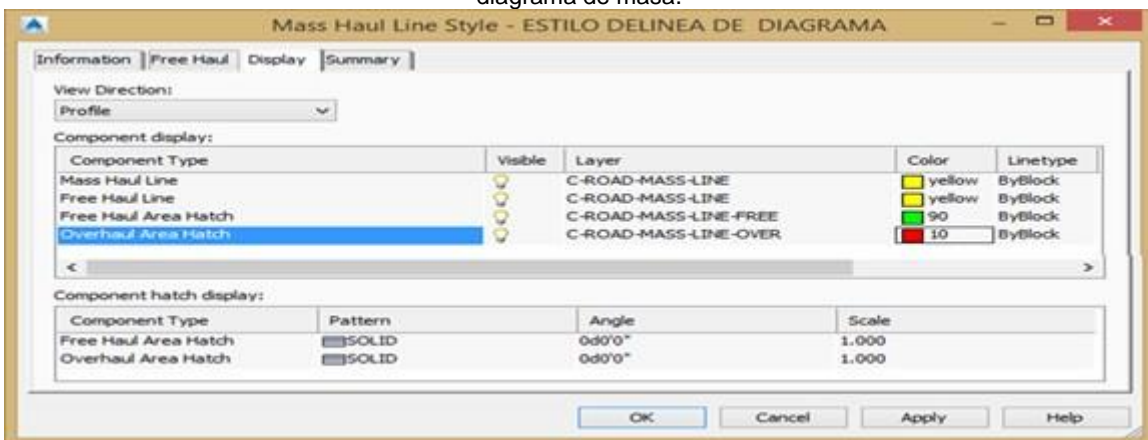
En el cuadro que permanece abierto, hacer click izquierdo en “Next”. Luego en la opción “Material List” seleccionar “CORTE Y RELLENO\_G-M”. Seguidamente en la opción “Choose a material to display as mass haul line” seleccionar “Total volume” y hacer click izquierdo en el desplegable  y seleccionar “Copy current selection”. Luego en el cuadro que se despliega “Mass Haul Line Style”, en pestaña Information nombrar al estilo como “ESTILO DE LÍNEA DE DIAGRAMA”. Luego en pestaña Free Haul activar la opción “Measure from grade point” ver figura 423.

Figura 423. Opciones de acarreo de material.



En menú Display dejar las configuraciones de los colores de los componentes tal como se muestra en la figura 424.

Figura 424. Configuración de los colores de los componentes de la vista en perfil, que conforman el diagrama de masa.




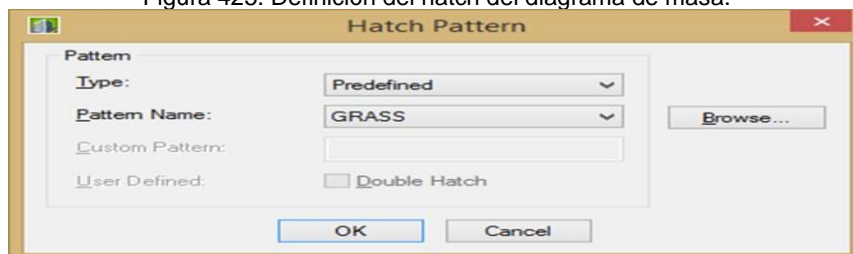
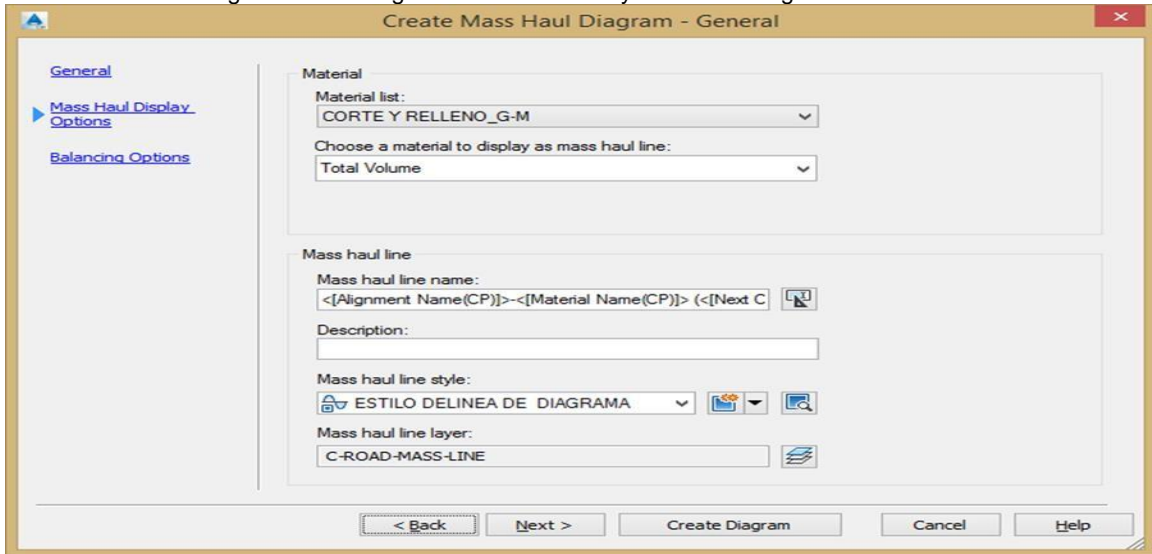
En la pestaña Display, seleccionar “Free Haul Area Hatch” que se encuentra en la parte inferior y ubicarse en la columna “Pattern”, hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega “Hatch Pattern”, en la opción “Type” seleccionar “Predefined” y en “Pattern Name” seleccionar “Grass”, ver figura 425 , luego click izquierdo en Ok.

Figura 425. Definición del hatch del diagrama de masa.



Luego repetir este mismo procedimiento para la fila “Overhaul Area Hatch”, una vez realizado, hacer click izquierdo en Ok, Apply y Ok. En la ventana que permanece desplegada (ver figura 426), hacer click en izquierdo en Next.

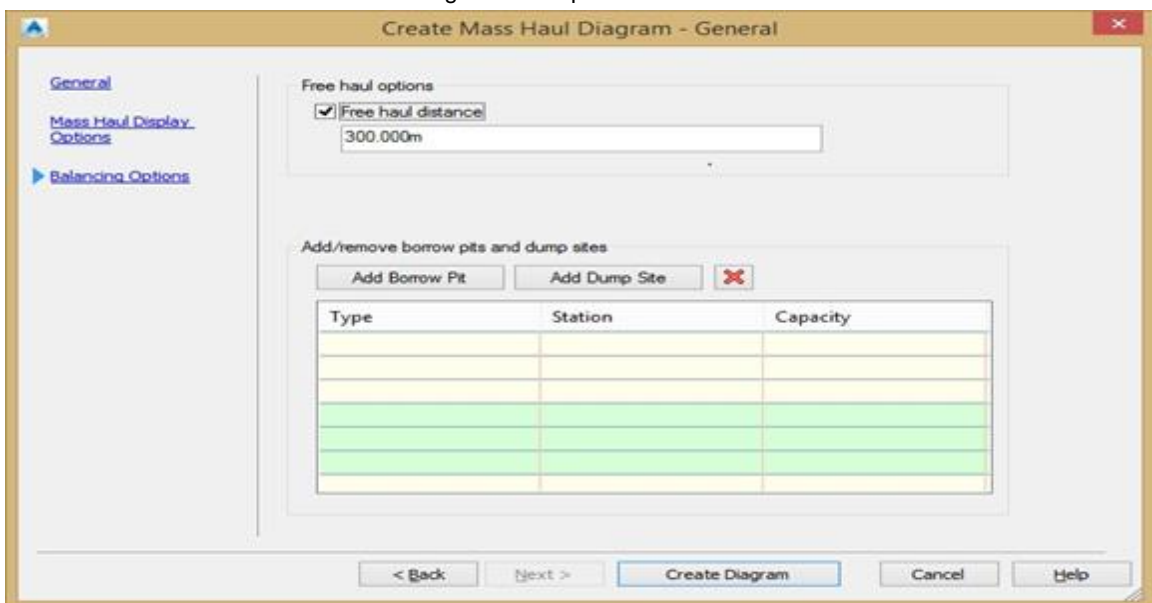
Figura 426. Configuración del material y líneas del diagrama de masa.



A continuación en “Balancing Options”, en la opción “Free haul options” (opciones de acarreo libre), se especificará la distancia de acarreo libre, que corresponde a la distancia que el material excavado deberá ser transportado sin compensación adicional, a no ser que se estipule otra cosa. Esta distancia de acarreo libre sera de 300m, según la NIC 2000, sección 206. Pag. 123.

En la opción antes mencionada se digita la distancia de 300m, tal como se muestra en la figura 427. Luego hacer click izquierdo en la opción “Create Diagram”. Y finalmente hacer click izquierdo en un punto cualquiera del modelo para que se inserte el diagrama.

Figura 427. Opciones de acarreo libre.



## ➤ Plano del diagrama de masa

Para generar los planos del diagrama de masa, se deberá seleccionar la última hoja de Layout correspondiente a la sección típica, luego hacer click derecho y seleccionar “Move or Copy”, ver figura 428.

En la ventana que se despliega activar la opción “Creaty a Copy”, y en “Before Layout” seleccionar “Move to end”, ver figura 429, luego click izquierdo en Ok.

Luego ir a la última hoja de Layout de la sección típica (En las ventanas de la parte inferior de la pantalla), hacer doble click izquierdo y nombrarla DM-G-M, luego seleccionar el Viewport (el de color Cyan), y teclear “PR” (properties) ver figura 430.

En el cuadro que se despliega “Properties”, en la opción “Viewport Type” seleccionar “Undefined”, luego en “Display locked” seleccionar “NO”, luego hacer doble click izquierdo dentro del Viewport y buscar el diagrama de masa para ubicarlo dentro del Layout.

Figura 428. Selección de la última hoja de layout.

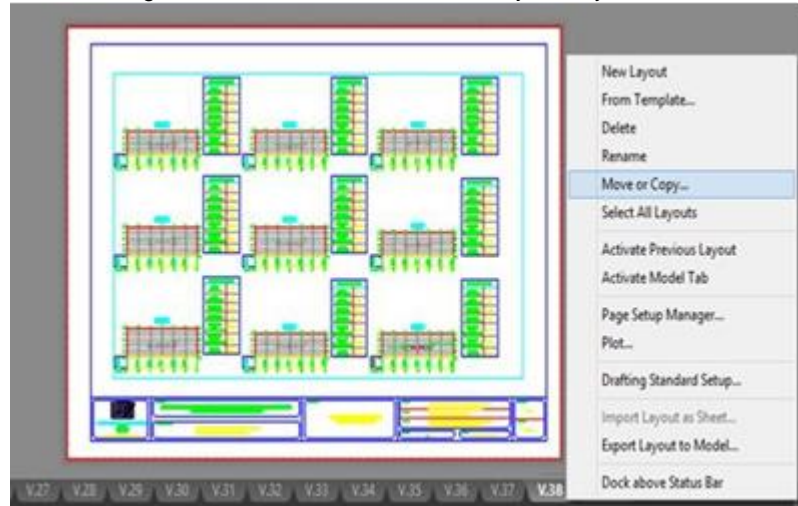


Figura 429. Mover o copiar layout.

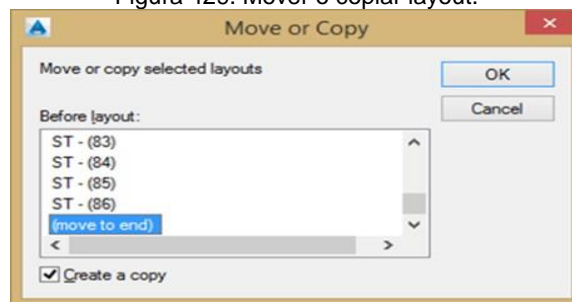
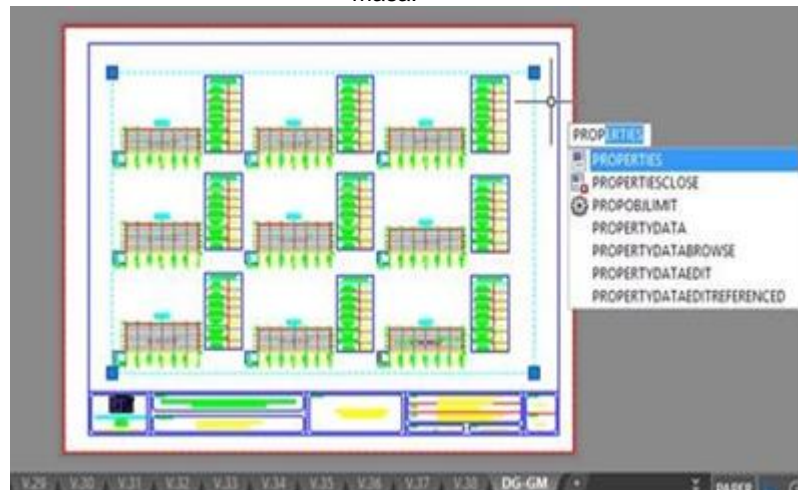


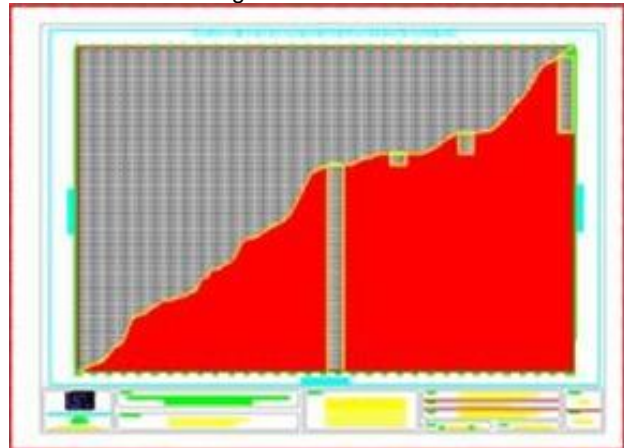
Figura 430. Propiedades del layout correspondiente al diagrama de masa.





Luego hacer click izquierdo fuera de la ventana (para salir del Viewport). Nuevamente seleccionar el Viewport y en la ventana de Properties en el nivel “Misc”, en “Annotation scale” seleccionar “1:9500” (escala con la que se creó el diagrama de masa). Luego en “Display locked” seleccionar “Yes”. Finalmente hacer click izquierdo dentro del Viewport y teclear “RE” (regenerar). Ver Figura 431.

Figura 431. Layout correspondiente al plano de diagrama de masa.



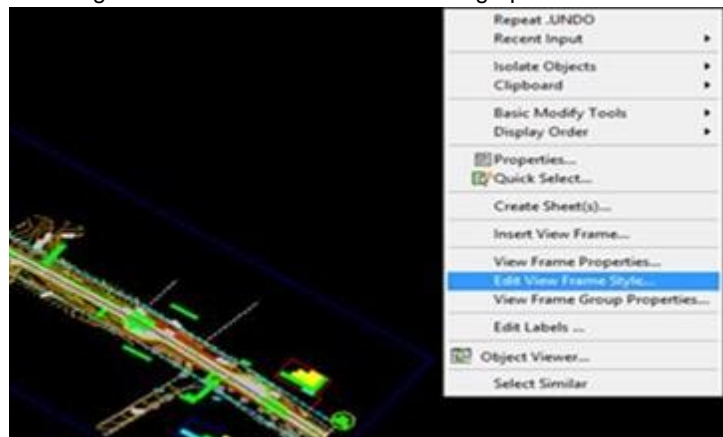
### 8.9.3 Edición de planos en general

Los planos generados con las configuraciones por defecto que contiene el software, por lo general requieren ciertas modificaciones en el estilo de dichos planos, para que cumplan estéticamente con su presentación, esto se realizará en los layouts a través de pinzamientos.

#### 8.9.3.1 Edición de los marcos de grupos de láminas

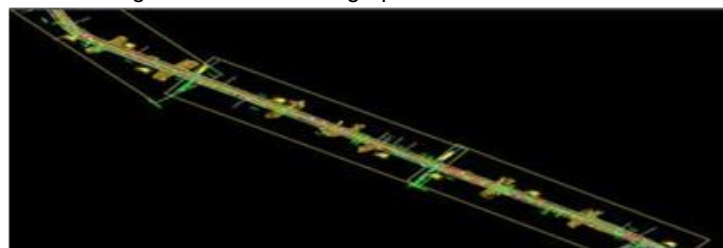
Seleccionar uno de los bordes de los marcos, hacer click derecho y seleccionar “Edit view frame style”, para editar el estilo del marco, ver figura 432.

Figura 432. Edición de los marcos de grupo de láminas.



En el cuadro que se despliega “View Frame Style” seleccionar la pestaña Display y al componente “View Frame Border” asignarle el color “Yellow”, luego hacer click izquierdo en Ok, Apply y Ok. Ver figura 433

Figura 433. Marco de grupo de láminas editado.






### 8.9.3.2 Cambiar el estilo del match de línea

Para cambiar el estilo del match de línea, se selecciona la primera hoja de Layout, correspondiente a "PP-(1)", luego hacer doble click izquierdo dentro del Viewport correspondiente a la vista en planta, luego seleccionar el Match de línea, hacer click derecho y seleccionar "Edit match line style", para editar el estilo del Match, ver figura 434.

Figura 434. Edición del match de línea.



En el cuadro "Match Line Style", en pestaña Display, al componente "Lines" asignarle el color "Cyan" y a "Match line must" asignarle el "color 8". En la sección "Component hatch Display", en la columna Pattern, hacer click izquierdo en  y en la ventana que se despliega "Hatch Pattern", en "Type" seleccionar "Predefined", en "Pattern Name" seleccionar "ANSI37", ver figura 435. Luego click izquierdo en Ok, Apply y Ok.

En la figura 436 se muestra el "Match de línea" con los colores que se seleccionaron.

Figura 435. Definición del hatch de línea



Figura 436. Match de línea editado.



## CONCLUSIONES

El diseño geométrico de carretera aplicando la herramienta Civil 3D 2015, permite agilizar y observar de forma más acertada los procedimientos para su ejecución e implementación de las normativas, esto con el uso de vistas en tres dimensiones por modelado, sin embargo, se requiere de principios básicos en el manejo de Autodesk y el conocimiento de definiciones propias de los proyectos gestionados con el programa, como son: El ambiente del software, los puntos, superficies, alineamientos, perfiles, ensambles, subensambles y corredores. Cada uno de estos elementos fué debidamente abordado a medida que se requería su utilización.

Las obras para el diseño geométrico de una vía abarcados en la elaboración del proyecto y que son válidos de forma básica para cualquier diseño, consistieron en:

**PRIMERA.-** Realizar el archivo de proyecto, el cual facilitó un alto nivel de productividad y optimización de tiempo, gracias a su funcionamiento dinámico.

**SEGUNDA.-** Modelar la superficie del terreno a través de la importación de puntos COGO suministrados por la topografía y que alimentaron el archivo de superficie. Este proceso de modelado, si bien es automatizado, no puede dejarse librado a los resultados arrojados por el software, inevitablemente el control exhaustivo por parte de un profesional es necesario, el cual en numerosas ocasiones debe intervenir y modificar elementos fundamentales que definen a la superficie.

**TERCERA.-** Como resultado del diseño geométrico del alineamiento horizontal y vertical conforme a las normas A Policy on Geometric Design of Highways and Streets de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) versión 2004, Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial. 3a Edición, 2011, además de las especificaciones de diseño; se obtuvo un diseño vial consistente en todos sus aspectos, en el cual se logró vencer en la medida de lo posible, todas las restricciones con que cuenta la geometría existente.

- CUARTA.-** Precisar los diferentes parámetros que componen la sección típica por medio de los Assemblies, apoyado con las plantillas existentes del software; modificándolas a conveniencia permitieron lograr la correcta representación de la sección típica.
- QUINTA.-** La conjugación de los elementos que conforman el diseño geométrico del tramo en estudio facilitó el modelado 3D de la vía y la creación de las múltiples secciones transversales a lo largo del alineamiento horizontal para representar su comportamiento, desarrollo de peralte, taludes de corte, relleno, así como los corte y relleno de la terracería, permitiendo realizar ajustes necesarios al proyecto antes de continuar, esto con la finalidad de lograr una vista más real de la carretera.
- SEXTA.-** La producción del conjunto de planos planta-perfil, secciones transversales y diagrama de masa se realizaron de manera ordenada y facilitaron la identificación de cada elemento del proyecto. En los planos se representa gráficamente el proyecto, los criterios y los datos contenidos tanto en el trazo en planta y perfil, además los resultados de cálculos, las estimaciones y otros elementos primordiales del diseño geométrico de la carretera elaborados para llegar a una comprensión visual del conjunto; además se generaron los reportes que contienen los datos del proyecto del alineamiento horizontal y vertical.
- SÉPTIMA.-** Finalmente, considerando los temas abordados en la elaboración de este documento, se puede concluir de manera efectiva, que el documento se establece como una guía práctica para estudiantes, docentes o profesional interesado en el campo de la ingeniería civil, en el cual se hace uso de las configuraciones fundamentales que se requieren para realizar el diseño vial asistido por el Software Civil3D 2015, con el objetivo de facilitar el conocimiento y generalizar su aplicación en el campo de la ingeniera civil.

## RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda establecer como un documento de referencia para los estudiantes de ingeniería civil con conocimiento o bien que cursen la asignatura de diseño geométrico de vías para la implementación de proyectos de desarrollo, teniendo en cuenta que cada proyecto es único y que por ende sólo se establece como referencia.
- b. Se advierte estudiar las normativas de forma independiente y no solamente aplicarlas al proyecto a través del software, esto para establecer en base a criterio propio el comportamiento más idóneo de los elementos.
- c. Para trabajos de diseño geométrico de carreteras, se recomienda la aplicación del Software Civil 3D, dado que su modelo de ingeniería facilita completar más rápido los proyectos de obras viales. El vínculo dinámico que posee este software entre superficie, alineamientos, perfiles, secciones transversales y anotaciones agiliza y facilita la evaluación de múltiples alternativas, la toma de mejores decisiones y la producción de planos actualizados. La tecnología con que trabaja no puede ser comparada hasta el momento con otros programas de computadora en el ámbito de la ingeniería civil.
- d. Considerar todos los elementos que componen la sección típica de la vía, tales como taludes, cunetas, contra cunetas, entre otros, esto de acuerdo a los estudios de suelos realizados por especialistas, para diferentes materiales y distancias de intersección.
- e. Para aplicar correctamente el software se recomienda actualizar el modelo siempre que se realicen modificaciones en los elementos del dibujo que estén ligados a otros, para obtener los resultados deseados, los cuales deben verificarse de acuerdo a las normativas utilizadas. Guardar un archivo adicional del proyecto por seguridad, puesto que pueden generarse errores en el archivo y consecuentemente la pérdida de la información.

## BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO (2004). ***A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.***
2. Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2014). ***Anuario de Aforos de Tráfico.***
3. Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2015). ***Anuario de Aforos de Tráfico.***
4. Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, Subdirección de Apoyo Técnico (2008). ***Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Colombia.***
5. Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2008), ***Manual para la Revisión de Diseños Geométricos.***
6. Ministerio de Transporte , Comunicaciones, Vivienda y Construcción MTC (DG-2001). ***Manual de Diseño Geométrico Para Carreteras. Lima, Perú.***
7. Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2015). ***Revista Red Vial de Nicaragua.***
8. Sistema de Integración Económica Centroamericana SIECA (Ed. 2). (2004). ***Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales.***
9. SIECA, CEPREDENAC, AECID (Ed. 3). (2011). ***Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial.***
10. Zamora A. J. ***Documento de Apoyo de la Asignatura de Diseño Geométrico de Vías de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI.***

# **ANEXOS**



# **ANEXO A - PLANOS**