



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES  
(UCC)**

**ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO DE CARRETERAS (EDC)**

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE  
CARRETERAS UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D 2018.**

**CASO DE TRAMO DE CAMINO DE 29.66 KM ENTRE GRANADA Y  
MALACATOYA**

**ELABORADO POR:**

***OSMAR RAFAEL AYESTAS HERNÁNDEZ***

**Managua, Nicaragua**

**Julio, 2018**



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**

**ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO DE CARRETERAS (EDC)**

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE  
CARRETERAS UTILIZANDO EL PROGRAMA CIVIL 3D 2018.**

**CASO DE TRAMO DE CAMINO DE 29.66 KM ENTRE GRANADA Y  
MALACATOYA**

**ELABORADO POR:**

***OSMAR RAFAEL AYESTAS HERNÁNDEZ***

**Managua, Nicaragua**

**Julio, 2018**

Agradezco a Dios por permitirme estar en este punto de mi vida, por las personas que puso en la trayectoria de mi camino, en la transición de esta vida y la realización de esta tesis.

A mis padres por proyectar en mí, su confianza, su esfuerzo y dedicación en estos años de estudios, principalmente por creer en que algún día lo lograría.

A mi tutor, quien ha sido durante varios años un excelente maestro quien por su forma transparente de enseñar con ejemplos de la vida real hace que uno crezca en conocimiento y enseñanzas, crezca como ciudadano y vayamos creando conciencia para ser quienes velemos por el futuro de nuestro país, siendo esa voz de reflexión para todos, el Msc. Gerardo Bonilla Rueda.

Finalmente, a todos aquellos que en algún momento pudieron aportar su pequeña dosis de conocimiento, tiempo, e información para lograr mis objetivos.

*Este trabajo de tesis está dedicado a una persona muy especial, a mi esposa, Rossangeles Itzamara Urroz Selva quien sembró en mí el deseo de seguir estudiando, quien con mucho amor y entusiasmo transmitió en mí el deseo de superación, de llegar a ser alguien en la vida y ser cada día mejor.*

*Específicamente a mi persona, por el esfuerzo que a pesar de las complicadas actividades de trabajo que requerían mucho tiempo logré cumplir con la demanda que cada una de las etapas educativas esperaba de mí, por tener en cuenta que al final de todo fue un compromiso que adquirí y que debía cumplir.*

## INDICE DE CAPITULOS

CAPÍTULO	PÁGINA
I. RESUMEN EJECUTIVO .....	12
II. ASPECTOS GENERALES.....	13
II.1 INTRODUCCIÓN.....	13
II.2 ANTECEDENTES.....	16
II.3 JUSTIFICACIÓN.....	18
II.4 OBJETIVOS.....	19
II.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	19
II.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	19
II.4.3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	19
III. DESARROLLO .....	21
CAPITULO 1 - ENTORNO Y CONFIGURACIÓN DE AUTOCAD CIVIL 3D .....	21
1.1 ENTORNO DEL PROGRAMA.....	21
CAPITULO 2 – PUNTOS.....	28
2.1 IMPORTAR PUNTOS.....	28
2.2 FORMATO DE PUNTOS.....	33
2.3 MANEJO DE PUNTOS (CLASIFICACIÓN Y ESTILO POR GRUPO) .....	41
2.4 TABLAS Y REPORTES DE PUNTOS.....	44
CAPITULO 3 – SUPERFICIE DE TERRENO.....	50
3.1 LÍNEAS DE QUIEBRE (BREAKLINES).....	50
3.2 CREACIÓN DE SUPERFICIES TIN.....	54
3.3 DEFINICIÓN DE SUPERFICIES TIN .....	61
3.4 ETIQUETAS DE SUPERFICIES TIN .....	63
CAPITULO 4 – ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	67
4.1 TRAZADO DE ALINEAMIENTOS SIMPLES.....	67
4.2 ESTILO DE ALINEAMIENTOS.....	76
4.3 EDICIÓN AL TRAZADO DE ALINEAMIENTOS.....	78

CAPÍTULO	PÁGINA
4.4. ETIQUETAS DE ALINEAMIENTOS .....	87
4.5 NUMERACIÓN DE CURVAS DEL ALINEAMIENTO .....	93
4.6 TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS .....	97
 CAPITULO 5 – TRANSICIÓN DE PERALTES .....	 104
5.1 CÁLCULO DE PERALTES.....	104
 CAPITULO 6 – ALINEAMIENTO VERTICAL .....	 109
6.1 CREACIÓN VISTA PERFIL LONGITUDINAL .....	109
6.2 ESTILO DE PERFILES .....	114
6.3 TRAZADO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (RASANTE).....	118
6.4 ESTILO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (RASANTE) .....	121
6.5 ETIQUETAS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (RASANTE) .....	122
6.6 EDICIÓN DEL TRAZADO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (RASANTE).....	126
 CAPITULO 7 – MODELACIÓN DEL CORREDOR (OBRA LINEAL).....	 130
7.1 CREACIÓN DE ENSAMBLAJE (SECCIÓN TRANSVERSAL).....	130
7.2 CREACIÓN DEL CORREDOR.....	136
 CAPITULO 8 – LÍNEAS DE MUESTREO (SAMPLE LINES) .....	 140
8.1 CREACIÓN DE SAMPLE LINES.....	140
 CAPITULO 9 – SECCIONES TRANSVERSALES .....	 143
9.1 CREACIÓN DE VISTAS DE SECCIONES.....	143
9.2 ESTILO DE VISTAS DE SECCIONES.....	147
 CAPITULO 10 – REPORTES DE DISEÑO .....	 153
10.1 GENERACIÓN DE REPORTES.....	153
 2 CONCLUSIONES.....	 162
 3 RECOMENDACIONES .....	 163
 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	 165
 ANEXOS .....	 166

CAPÍTULO	PÁGINA
TABLA 1 – MENÚ PERSONALIZACIÓN.....	23
TABLA 2.- FORMATOS PARA IMPORTACIÓN DE PUNTOS.....	32
TABLA 3 – CREACIÓN DE COMPONENTES VARIOS.....	101
TABLA 4 –PROPIEDADES DE ETIQUETA DE CURVAS (1).....	124
TABLA 5 –PROPIEDADES DE ETIQUETA DE CURVAS (2).....	125
TABLA 6 – PROPIEDADES DE ETIQUETA DE CURVAS (3).....	125

## INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO	PÁGINA
FIGURA NO. 1 – INTERFAZ AUTOCAD CIVIL 3D .....	21
FIGURA NO. 2 – CINTA DE OPCIONES .....	22
FIGURA NO. 3 - BOTÓN DE AUTOCAD CIVIL 3D.....	22
FIGURA NO. 4 – BOTÓN DE PERSONALIZACIÓN.....	23
FIGURA NO. 5 – ESPACIO DE HERRAMIENTAS (TOOLSPACE).....	24
FIGURA NO. 6 – CONFIGURACIONES DEL DIBUJO .....	26
FIGURA NO. 7 – CONFIGURACIÓN DE UNIDADES DEL DIBUJO .....	27
FIGURA NO. 8 – HERRAMIENTAS DE CREACIÓN DE PUNTOS .....	29
FIGURA NO. 9 – VENTANA CREAR PUNTOS .....	29
FIGURA NO. 10 – VENTANA IMPORTAR PUNTOS.....	30
FIGURA NO. 11 – PUNTOS MALACATOYA FORMATO PNEZDZ DELIMITADO POR COMAS (,).....	31
FIGURA NO. 12 – VISUALIZACIÓN DE PUNTOS IMPORTADOS .....	33
FIGURA NO. 13 – FORMATO PREDETERMINADO DE PUNTOS IMPORTADOS .....	33
FIGURA NO. 14 – CONFIGURACIÓN DE FORMATO DE PUNTOS IMPORTADOS .....	34
FIGURA NO. 15 – CONFIGURACIÓN DE FORMATO DE PUNTOS IMPORTADOS .....	35
FIGURA NO. 16 – CONFIGURACIÓN ESTILO DE PUNTOS - INFORMACIÓN...36	36
FIGURA NO. 17 – CONFIGURACIÓN ESTILO DE PUNTOS – MARCA .....	36
FIGURA NO. 18 – CONFIGURACIÓN ESTILO DE PUNTOS – VISUALIZACIÓN	37
FIGURA NO. 19 – CONFIGURACIÓN ETIQUETA DE PUNTOS – INFORMACIÓN .....	37
FIGURA NO. 20 – CONFIGURACIÓN ETIQUETA DE PUNTOS – GENERAL .....	38
FIGURA NO. 21 – CONFIGURACIÓN ETIQUETA DE PUNTOS – COMPOSICIÓN .....	38
FIGURA NO. 22 – CONFIGURACIÓN ETIQUETA DE PUNTOS – COMPOSICIÓN .....	39
FIGURA NO. 23 – CONFIGURACIÓN ETIQUETA DE PUNTOS – ETIQUETA ARRASTRADA.....	40
FIGURA NO. 24 – CONFIGURACIÓN DE COLORES CAPA OBJETOS – COMANDO LAYER.....	40
FIGURA NO. 25 – ESTILO FINAL DE LA ETIQUETA DE PUNTO.....	40
FIGURA NO. 26 – CREACIÓN DEL SUBGRUPO DE PUNTOS ARBOLES (1)....	41
FIGURA NO. 27 – CREACIÓN DEL SUBGRUPO DE PUNTOS ARBOLES (2)....	42
FIGURA NO. 28 – CREACIÓN DEL SUBGRUPO DE PUNTOS ARBOLES (3)....	43
FIGURA NO. 29 – ESTILO FINAL DEL SUBGRUPO DE PUNTOS ÁRBOLES ...	43
FIGURA NO. 30 – INSERCIÓN DE TABLAS DINÁMICAS .....	44
FIGURA NO. 31 – CONFIGURACIÓN DE TABLA DINÁMICA .....	45
FIGURA NO. 32 – VISUALIZACIÓN DE TABLA DINÁMICA .....	45
FIGURA NO. 33 – CREACIÓN DE REPORTE PARA PUNTOS .....	46

FIGURA NO. 34 – VENTANA SELECCIÓN DE REPORTES PARA PUNTOS .....	47
FIGURA NO. 35 – VISUALIZACIÓN DE REPORTES PARA PUNTOS.....	47
FIGURA NO. 36 – CREACIÓN DE REPORTES PARA PUNTOS (2).....	48
FIGURA NO. 37 – EXTENSIÓN DEL REPORTE GENERADO .....	49
FIGURA NO. 38 – VISUALIZACIÓN DE REPORTES PARA PUNTOS FORMATO “*.XLS” .....	49
FIGURA NO. 39 – FUNCIÓN SNAP .....	51
FIGURA NO. 40 – DIBUJO MANUAL DE LÍNEAS DE QUIEBRE.....	52
FIGURA NO. 41 – SELECCIÓN EN ARCHIVO EXTERNO DE LÍNEAS DE QUIEBRE .....	53
FIGURA NO. 42 – OPCIÓN PEGAR EN COORDENADAS ORIGINALES.....	53
FIGURA NO. 43 – VISUALIZACIÓN DE PUNTOS Y LÍNEAS DE QUIEBRE .....	54
FIGURA NO. 44 – CREACIÓN DE SUPERFICIE DE TERRENO.....	55
FIGURA NO. 45 – VENTANA CREACIÓN DE SUPERFICIE DE TERRENO.....	56
FIGURA NO. 46 – OPCIONES DE SUPERFICIE DE TERRENO.....	57
FIGURA NO. 47 – VENTANA GRUPOS DE PUNTOS .....	58
FIGURA NO. 48 – SUPERFICIE DE TERRENO GENERADA CON GRUPO DE PUNTOS .....	59
FIGURA NO. 49 – HERRAMIENTA AISLAR OBJETOS .....	60
FIGURA NO. 50 – VENTANA AGREGAR LÍNEAS DE QUIEBRE .....	60
FIGURA NO. 51 – HERRAMIENTA SURFACE PROPERTIES .....	61
FIGURA NO. 52 – VENTANA SURFACE PROPERTIES .....	61
FIGURA NO. 53 – VENTANA SURFACE PROPERTIES (2).....	62
FIGURA NO. 54 – HERRAMIENTA ETIQUETAS DE SUPERFICIE.....	63
FIGURA NO. 55 – VENTANA AGREGAR ETIQUETAS .....	65
FIGURA NO. 56 – VENTANA CREADOR DE ESTILO DE ETIQUETA.....	65
FIGURA NO. 57 – ADICIÓN DE ETIQUETAS A LA SUPERFICIE DE TERRENO	66
FIGURA NO. 58 – HERRAMIENTA DE CREACIÓN DE ALINEAMIENTOS .....	67
FIGURA NO. 59 – VENTANA CREAR ALINEAMIENTO .....	68
FIGURA NO. 60 – VENTANA CREAR ALINEAMIENTO (2).....	69
FIGURA NO. 61 – VENTANA HERRAMIENTA DE COMPOSICIÓN DE ALINEAMIENTO.....	70
FIGURA NO. 62 – VENTANA CONFIGURACIÓN Y DIBUJO DE ALINEAMIENTOS CON TANGENTES .....	70
FIGURA NO. 63 – VENTANA CONFIGURACIÓN DE CURVA Y ESPIRAL .....	71
FIGURA NO. 64 – OPCIONES DE CREACIÓN ENTIDAD TIPO LÍNEA .....	72
FIGURA NO. 65 – OPCIONES DE CREACIÓN ENTIDAD TIPO CURVA .....	72
FIGURA NO. 66 – OPCIONES DE CREACIÓN ENTIDAD DE GRUPO TIPO LÍNEA CON ESPIRAL.....	72
FIGURA NO. 67 – OPCIONES DE CREACIÓN ENTIDAD DE GRUPO CURVAS ESPECIALES.....	73
FIGURA NO. 68 – OPCIONES DE CREACIÓN ENTIDAD DE GRUPO CURVAS ESPECIALES (2).....	73
FIGURA NO. 69 – TRAZADO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	75
FIGURA NO. 70 – CREACIÓN DE ALINEAMIENTO A PARTIR DE UN OBJETO	75
FIGURA NO. 71 – TRAZADO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL - GENERAL	76
FIGURA NO. 72 – HERRAMIENTA EDICIÓN DEL ESTILO DE ALINEAMIENTO	76

FIGURA NO. 73 – CONFIGURACIÓN ESTILO DE ALINEAMIENTO.....	77
FIGURA NO. 74 – ESTILO FINAL DEL ALINEAMIENTO .....	78
FIGURA NO. 75 – TIPOS DE NODOS EN UN ALINEAMIENTO .....	79
FIGURA NO. 76 – DESPLAZAMIENTO DE UN PI .....	79
FIGURA NO. 77 – MODIFICACIÓN DE LONGITUD DE CURVA (INTERNA).....	80
FIGURA NO. 78 – MODIFICACIÓN DE LONGITUD DE CURVA (EXTERNO) ....	80
FIGURA NO. 79 – HERRAMIENTA INSERTAR PI .....	81
FIGURA NO. 80 – HERRAMIENTA ELIMINAR PI .....	81
FIGURA NO. 81 – CREACIÓN DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE .....	82
FIGURA NO. 82 – CREACIÓN DE UNA CURVA ESPIRAL-CIRCULO-ESPIRAL.....	83
FIGURA NO. 83 – CREACIÓN DE UNA CURVA ESPIRAL – ESPIRAL .....	84
FIGURA NO. 84 – VENTANA PANORAMA – EDICIÓN DE ENTIDADES ESPECIALES .....	85
FIGURA NO. 85 – VISUALIZACIÓN DEL TRAZADO RECTIFICADO .....	86
FIGURA NO. 86 – VENTANA ETIQUETAS DE ALINEAMIENTO.....	87
FIGURA NO. 87 – VENTANA SELECCIÓN ETIQUETAS DE ALINEAMIENTO...87	
FIGURA NO. 88 – VENTANA DE ETIQUETAS DE ALINEAMIENTO IMPORTADAS.....	88
FIGURA NO. 89 – RESUMEN DE CONFIGURACIÓN DE ESTILO DE ETIQUETA MAYOR .....	89
FIGURA NO. 90 – RESUMEN DE CONFIGURACIÓN DE ESTILO DE ETIQUETA MENOR .....	90
FIGURA NO. 91 – RESUMEN DE CONFIGURACIÓN DE ESTILO DE ETIQUETA TICK .....	91
FIGURA NO. 92 – RESUMEN DE CONFIGURACIÓN DE ESTILO DE ETIQUETAS DE ALINEAMIENTO .....	92
FIGURA NO. 93 – ESTILO FINAL DE ETIQUETAS DE ALINEAMIENTO.....	92
FIGURA NO. 94 – SECCIÓN Y MENÚ PARA TABLAS Y ETIQUETAS DEL ALINEAMIENTO.....	93
FIGURA NO. 95 – VENTANA AGREGAR ETIQUETAS .....	96
FIGURA NO. 96 – ESTILO FINAL DE ETIQUETAS DE SUBENTIDADES .....	97
FIGURA NO. 97 – MENÚ - TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS .....	97
FIGURA NO. 98 – VENTANA ESTILO DE TABLA.....	98
FIGURA NO. 99 – EDICIÓN ENCABEZADO DE TABLA DE ELEMENTOS .....	99
FIGURA NO.100–EDICIÓN COMPONENTE DE TABLA DE ELEMENTOS .....	100
FIGURA NO. 101 – CONVENCION DE COMPONENTES.....	101
FIGURA NO. 102 – EDICIÓN DE COLORES DE TABLA DE ELEMENTOS.....	102
FIGURA NO. 103 – EDICIÓN GEOMETRÍA DE TABLA DE ELEMENTOS.....	103
FIGURA NO. 104 – ESTILO FINAL DE TABLA DE ELEMENTOS.....	103
FIGURA NO. 105 – SELECCIÓN HERRAMIENTA CALCULAR PERALTE.....	104
FIGURA NO. 106 – OPCION CALCULAR PERALTE.....	104
FIGURA NO. 107 – SELECCIÓN TIPO DE CARRETERA.....	105
FIGURA NO. 108 – ASIGNACIÓN BOMBEO Y ANCHO DE CARRIL.....	105
FIGURA NO. 109 – SELECCIÓN TRANSICIÓN EN BERMAS.....	106
FIGURA NO. 110 – SELECCIÓN DE NORMATIVIDAD.....	106
FIGURA NO. 111 – REPORTE DE PERALTES Y LONG. DE TRANSICIÓN.....	107
FIGURA NO. 112 – VENTANA CREACIÓN VISTA DE PERALTE.....	108

FIGURA NO. 113 – VISTA DIAGRAMA DE PERALTES.....	108
FIGURA NO. 114 – HERRAMIENTA CREAR PERFIL SUPERFICIE.....	109
FIGURA NO. 115 – VENTANA CREAR PERFIL SUPERFICIE.....	110
FIGURA NO. 116 – VENTANA CREAR VISTA DE PERFIL.....	111
FIGURA NO. 117 – CREAR VISTA DE PERFIL – SECCIÓN GUITARRAS.....	113
FIGURA NO. 118 – VISTA DE PERFIL.....	113
FIGURA NO. 119 – VISUALIZACIÓN DE ENTIDADES CREADAS.....	114
FIGURA NO. 120 – CONFIGURACIÓN ESTILO DE PERFIL DE TERRENO.....	115
FIGURA NO. 121 – INFORMACIÓN ESTILO DE PERFIL DE TERRENO.....	116
FIGURA NO. 122 – ESTILO FINAL PERFILES DE VISTA DE PERFIL.....	117
FIGURA NO. 123 – HERRAMIENTAS DE CREACIÓN DE PERFIL.....	118
FIGURA NO. 124 – VENTANA CREACIÓN DE PERFIL.....	119
FIGURA NO. 125 – HERRAMIENTA DE COMPOSICIÓN DE PERFIL.....	119
FIGURA NO. 126 – VISUALIZACIÓN DE RASANTE PROYECTADA.....	121
FIGURA NO. 127 – VISUALIZACIÓN ESTILO DE RASANTE PROYECTADA...	122
FIGURA NO. 128 – ETIQUETAS DE PERFIL.....	122
FIGURA NO. 129 – CONTENIDO DE COMPONENTE LINE.....	123
FIGURA NO. 130 – ESTILOS FINALES DE ETIQUETAS DE PERFIL.....	126
FIGURA NO. 131 – TRAZO FINAL DEL ALINEAMIENTO VERTICAL.....	129
FIGURA NO. 132 – VENTANA CREAR ENSAMBLAJE.....	131
FIGURA NO. 133 – VISUALIZACIÓN DE OBJETO TIPO ENSAMBLAJE.....	131
FIGURA NO. 134 – PALETA DE HERRAMIENTAS Y PROPIEDADES.....	132
FIGURA NO. 135 – CONFIGURACIÓN SUB-ENSAMBLAJE LANE.....	133
FIGURA NO. 136 – VISUALIZACIÓN DE SUB-ENSAMBLAJE DERECHO.....	133
FIGURA NO. 137 – VISTA DE SUB-ENSAMBLAJES CARRIL Y CUNETAS.....	134
FIGURA NO. 138 – GEOMETRÍA SUB-ENSAMBLAJE TALUD.....	135
FIGURA NO. 139 – VISUALIZACIÓN FINAL DE SECCIÓN.....	136
FIGURA NO. 140 – VENTANA CREAR OBRA LINEAL.....	137
FIGURA NO. 141 – CONF. FRECUENCIA DEL MODELO DEL CORREDOR....	138
FIGURA NO. 142 – VISUALIZACIÓN DEL CORREDOR.....	139
FIGURA NO. 143 – CREACIÓN DEL GRUPO DE LÍNEA DE MUESTREO.....	140
FIGURA NO. 144 – HERRAMIENTAS DE LINEAS DE MUESTREO.....	141
FIGURA NO. 145 – LÍNEAS DE MUESTREO POR RANGO DE ESTACIÓN....	141
FIGURA NO. 146 – VISUALIZACIÓN DEL GRUPO LÍNEAS DE MUESTREO...	142
FIGURA NO. 147 – VISTAS MULTIPLES – GENERAL.....	143
FIGURA NO. 148 – VISTAS MULTIPLES – INSERCIÓN DE SECCIÓN.....	144
FIGURA NO. 149 – VISTAS MULTIPLES – INTERVALO DE DESFAZ.....	144
FIGURA NO. 150 – VISTAS MULTIPLES – INTERVALO DE ELEVACIÓN.....	145
FIGURA NO. 151 – VISTAS MULTIPLES – OPCIONES DE VISUALIZACIÓN...	145
FIGURA NO. 152 – VISTAS MULTIPLES – BANDAS.....	146
FIGURA NO. 153 – ESTILO FINAL DE VISTA DE SECCIÓN.....	146
FIGURA NO. 154 – OBJETOS Y ENTIDADES DE DISEÑO.....	147
FIGURA NO. 155 – ESTILO DE VISTA DE SECCIÓN (1).....	148
FIGURA NO. 156 – ESTILO DE VISTA DE SECCIÓN (2).....	148
FIGURA NO. 157 - ESTILO DE VISTA DE SECCIÓN (3).....	149
FIGURA NO. 158 - ESTILO DE VISTA DE SECCIÓN (4).....	149
FIGURA NO. 159 - ESTILO DE VISTA DE SECCIÓN (5).....	150

FIGURA NO. 160 - ESTILO DE VISTA DE SECCIÓN (6).....	150
FIGURA NO. 161 - ESTILO DE VISTA DE SECCIÓN (7).....	151
FIGURA NO. 162 – ESTILO FINAL VISTA SECCIÓN TRANSVERSAL.....	152
FIGURA NO. 163 – CREACIÓN DE REPORTE EJE Y BORDES DE VÍA.....	154
FIGURA NO. 164 – VISUALIZACIÓN REPORTE EJE Y BORDES DE VÍA.....	154
FIGURA NO. 165 – CREACIÓN DE REPORTE DE CHAFLANES.....	155
FIGURA NO. 166 – VISUALIZACIÓN REPORTE DE CHAFLANES.....	156
FIGURA NO. 167 – CREACIÓN DE REPORTE DE PERALTES.....	157
FIGURA NO. 168 – VISUALIZACIÓN REPORTE DE PERALTES.....	157
FIGURA NO. 169 – CREACIÓN DE REPORTE DE RASANTE DE DISEÑO.....	158
FIGURA NO. 170 – VISUALIZACIÓN REPORTE DE RASANTE DE DISEÑO...	159
FIGURA NO. 171 – CREACIÓN DE REPORTE DE PI's.....	160
FIGURA NO. 172 – VISUALIZACIÓN DE REPORTE DE PI's.....	160

## INDICE DE ANEXOS

CAPÍTULO	PÁGINA
ANEXO 1.....	167
ANEXO 2.....	167
ANEXO 3.....	168

## **I. RESUMEN EJECUTIVO**

El presente manual consiste en mostrar, de manera detallada, como realizar el diseño geométrico de carreteras, tomando como ejemplo un tramo de vía con una longitud de 29.66 Km que corresponde a un proyecto realizado en Granada, tramo que va desde el casco urbano de dicha ciudad, hasta la comunidad de Malacatoya. De igual manera, se presenta la forma de cómo se diseña la geometría y todo lo referente a un diseño vial utilizando el programa AutoCAD Civil 3D 2018, con base en las normas AASHTO 2011.

Toda la información utilizada en el procesamiento de datos en este documento forma parte de bases de datos que han sido recopiladas por mi persona a través de la realización de diversos proyectos de diseño de carreteras, estudios de factibilidades, estudios geotécnicos y ambientales, entre otros, los cuales fueron ejecutados en diversos sectores del país, y la misma ha sido presentada como proyectos o consultorías al Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Este manual contiene información relevante sobre las diferentes especialidades que se deben de tomar en consideración para el diseño de una estructura vial, pero por efectos del manual únicamente se presentaran los resultados obtenidos en cada uno de los estudios y/o ensayos realizados durante todo el proceso de planificación y diseño, sin profundizar en ellos, aunque sin restar importancia a cada una de las facetas que incluye el diseño, como son los estudios geotécnicos, hidrogeológicos, hidráulicos, tránsito, y demás.

En los anexos se mostrarán los resultados de campo obtenidos los cuales serán empleados a lo largo del desarrollo del presente manual. Dicha información puede

ser verificada, calculada y revisada a detalle si se desea comprobar que el diseño geométrico cumple con todos los requerimientos de las normas. Esta información es el resultado de diferentes estudios realizados por ingenieros especialistas en cada materia.

## **II. ASPECTOS GENERALES**

### **II.1 INTRODUCCIÓN**

El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera, la configuración geométrica en una carretera debe satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental en su entorno, la armonía o estética y la economía. Por lo tanto, antes de diseñar una carretera es necesario conocer la definición de una carretera, su clasificación y los criterios a tomar en cuenta en el diseño.

Las carreteras son vías de comunicación que permiten el transporte de mercancías, personas y animales, mediante vehículos, de un lugar a otro, de forma racional y económica. Es adecuada al tipo, característica y volumen de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una suficiente velocidad de operación ya que es un sistema de vialidad que permite la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo y que requiere de cierto nivel de seguridad que permita rapidez y comodidad al circular sobre sí. Puede ser de una o varias calzadas, cada calzada puede estar conformada por uno o varios carriles y tener uno o ambos sentidos de circulación, de acuerdo a los volúmenes en la demanda del tránsito, la composición vehicular, su clasificación funcional y distribución direccional.

La gran necesidad de caminos en muchos países y principalmente en Nicaragua, ha requerido que se brinde atención preferente al aspecto estructural de los mismos, a fin de lograr el mayor kilometraje en el menor tiempo y con la menor cantidad de recursos posibles y disponibles, así como la obtención de una mayor duración de la obra que se llevará a cabo.

El desarrollo de este trabajo está estructurado en 10 capítulos los cuales vamos a resumir a continuación:

Capítulo 1: ENTORNO Y CONFIGURACIÓN DE AUTOCAD CIVIL 3D, donde se muestra la interfaz del software como tal y las configuraciones básicas necesarias para nuestro diseño.

Capítulo 2: PUNTOS, se refiere a la manipulación de información topográfica manejada en grupo de puntos que describen tanto la planimetría y altimetría de los levantamientos en campo y como se importan al programa, sus formatos respectivos y reportes, además del manejo y utilización que le daremos a cada uno de ellos durante el proceso de dibujo y diseño.

Capítulo 3: SUPERFICIE DE TERRENO, Definición de terrenos tridimensionales a partir de puntos de levantamientos topográficos, creación de superficies por medio de triangulaciones, etiquetados y líneas de quiebre (Breaklines)

Capítulo 4: ALINEAMIENTO HORIZONTAL, en este capítulo veremos la creación de alineamientos, ejes simples, estilos, edición, etiquetados y numeración de curvas del alineamiento, tablas de elementos de curvas.

Capítulo 5: TRANSICIÓN DE PERALTE, en esta sección veremos cómo realizar el cálculo de peraltes en nuestro diseño geométrico de carreteras.

Capítulo 6: ALINEAMIENTO VERTICAL, Creación de perfiles longitudinales, estilos de perfiles, trazado de alineamiento, estilos de alineamiento, etiquetas del alineamiento, edición del trazado del alineamiento todo referente a la rasante propuesta de diseño lo cual será reflejada en la parte vertical del mismo.

Capítulo 7: MODELACIÓN DEL CORREDOR (OBRA LINEAL) creación de un ensamblaje definiendo su sección transversal, creación del corredor como modelo tridimensional de nuestra carretera ya diseñada en AUTOCAD CIVIL 3D.

Capítulo 8: LINEAS DE MUESTREO (SAMPLE LINES), en este capítulo veremos la creación de líneas como cortes perpendiculares al eje de la carretera que estamos diseñando para la visualización de secciones transversales.

Capítulo 9: SECCIONES TRANSVERSALES, creación de vistas de secciones del terreno, eje o alineamiento que diseñamos en el programa, modificación de las vistas, estilos y escalas.

Capítulo 10: REPORTES DE DISEÑO, en este capítulo se generan los reportes correspondientes a cada uno de los diferentes elementos del diseño en cuestión y se describe una pequeña reseña de cómo interpretar cada uno de ellos.

## II.2 ANTECEDENTES

El diseño geométrico del tramo en estudio incluye la determinación de velocidad de diseño, sección transversal, ancho de calzada, sobreechamientos, bombeo, taludes de corte y relleno, peraltes y parámetros de diseño del alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad de parada, distancia de visibilidad de sobrepaso, radio mínimo para el peralte máximo, longitud de transición y pendiente máxima.

Como principal antecedente se tiene el Estudio de Factibilidad y Diseño Final para el mejoramiento del tramo Granada - Malacatoya, realizado por la empresa Consultoría y Diseños S.A (CONDISA) y El Gobierno de la República de Nicaragua, por medio de la Coordinación Técnica del Proyecto 1545/SF-NI del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP) y con Financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del Convenio de Préstamo 1545/SF-NI y Fondos del Tesoro Nacional

Este manual consta de un ejemplo de diseño Geométrico de una carretera la cual se encuentra ubicada territorialmente en lo que anteriormente se denominaba como la Región IV, en el Departamento y Municipio de Granada, perteneciendo al tramo 39GG00 - Instituto Nacional de Oriente (Granada) - Quebrada de Acoto (Lim. Mun. Granada - Sn. Lorenzo) que cuenta con una longitud de aproximadamente 29.66 Km, clasificado como Colectora Principal (CP).

Esta ruta de camino corresponde a la vía de comunicación terrestre que sirve de acceso a los pobladores de las comunidades y caseríos ubicados a orilla y a largo de la costa del Lago Cocibolca, tales como Malacatoya, Paso Panaloya, Tepalón, Osagay, El Guayabo, Cauloa, La Calzada y otras.

El lugar de inicio del tramo de Proyecto está localizado en la Nic. 39; Km. 48+070 (Municipio y Dpto de Granada), ubicado sobre la vía frente al portón principal del Instituto Nacional de Oriente Pedro Arauz Palacio, sitio que se localiza en las coordenadas Geográficas; Latitud  $11^{\circ} 56' 26.80''$  N; y en la Longitud  $85^{\circ} 56' 46.57''$  W; El final del Tramo de Proyecto se localiza aproximadamente 1.8 Km atravesando el poblado y río de Malacatoya, en el lugar conocido como cruce del canal o sitio de los transformadores, el cual se localiza en las coordenadas Geográficas Latitud  $12^{\circ} 09' 15.07''$  N; y en la Longitud  $85^{\circ} 49' 48.67''$  W

La superficie de rodamiento del tramo actualmente está dividida en dos sectores, el primer sector que cubre de la estación 0+000 hasta aproximadamente la estación 5+260, tramo en el cual se inició un proceso a nivel de mantenimiento para su Rehabilitación y Mejoramiento, consistente en la pavimentación de dicha superficie a base de tratamiento superficial asfáltico.

El segundo sector que cubre hasta la longitud final del proyecto, en el cual se han realizado trabajos de revestimiento de la superficie de rodado con material granular proveniente de banco de préstamo, lo cual se realiza de manera improvisada por tramos de camino de conformidad con la disponibilidad de equipo y maquinaria de la empresa COERCO

La infraestructura vial de Nicaragua ha venido sufriendo cambios a través del paso de los años, para ello la Contraloría General de la República emitió en el año 2005, las Normas Técnicas de Control Interno (NTCI), a través de las cual el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), se ve obligado a contar con un plan estratégico actualizado, que conlleve a tomar decisiones técnicas con mayor conocimiento posible de su carácter futuro.

## II.3 JUSTIFICACIÓN

El diseño geométrico es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues ahí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera, de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente y eso es lo que trata este manual.

Para diseñar geoméricamente una vía resulta más sencillo abstraerse de su carácter tridimensional y asumir parejas bidimensionales que faciliten los cálculos y el entendimiento. Entonces se tienen, el diseño en planta, en el que la vía es vista “desde arriba” proyectando el eje de la misma sobre un plano horizontal, suprimiendo su dimensión vertical; el diseño vertical, o perfil longitudinal, tomando una de las dimensiones horizontales (longitud, por supuesto) y combinándola con la vertical (cota); y el diseño transversal, considerando el ancho de la vía y la dimensión vertical.

En cada uno de ellos nosotros como ingenieros tendremos la oportunidad de aprender a crear todos los elementos que componen el diseño geométrico de una carretera o camino como propuesta de proyecto vial, pudiendo así al menos adentrarnos por medio de este manual en esta faceta importantísima como parte medular de un diseñador o en nuestro caso un ingeniero especialista en diseños de carreteras, cabe mencionar que durante la creación del proyecto surgen diferentes modalidades, aspectos y otros temas en los cuales podemos especializarnos, ya sea topografía, estudios de suelos, diseño geométrico como tal y diseño de estructuras viales.

## **II.4 OBJETIVOS**

### **II.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaboración de un manual de procedimientos para el diseño geométrico para carreteras (Caso de tramo de camino de 29.66 Km entre Granada y Malacatoya)

### **II.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Describir el diseño geométrico utilizando las normas AASHTO 2011.

Emplear información levantada en campo para diseñar carretera de 29.66 Km.

Descripción General de reportes del diseño creado con CIVIL 3D 2018.

Interpretación de los datos suministrados por el programa.

### **II.4.3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

Como disciplina de conocimiento encargada de elaborar, definir y sintetizar el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos que se deben seguir durante el desarrollo de un proceso de investigación tenemos lo siguiente:

El manual mostrará detalladamente cada uno de los pasos a seguir según el capítulo a tratar, por ejemplo, para la realización de una poligonal topográfica se indicará paso a paso el proceso de inserción, manipulación y dibujo de la poligonal a partir de datos del levantamiento topográfico realizado en campo.

Para poder ser más explícito se mostrarán recortes de pantalla donde se indicará cada una de las opciones que vamos a ir ejecutando, así se podrá seguir cada uno de los pasos fácilmente y evitar resultados inesperados.

Adicional a la ayuda visual con los recortes de pantalla, se incluirán en anexos de este manual toda la información disponible de la cual me estoy basando, dicha información está bajo el poder del autor de este manual, información real levantada en campo durante un proceso de estudio de factibilidad presentado por la empresa de diseños CONDISA (Consultorías y Diseños S.A) al MTI (Ministerio de Transporte e Infraestructura), el autor del manual fue participe en el involucramiento de dicha consultoría y dispone del conocimiento e información necesarios para poder emplearlo en el diseño a ejemplificar durante este proceso.

Se considera que la información aquí mostrada está orientada para personas con un nivel de conocimiento avanzado en los términos ingenieriles y de diseños de carretera, conocimientos de topografía y uso básico de programas como autoCAD y Excel como hoja de cálculo para la limpieza y manipulación previa de información recibida de las libretas de campo e información digital proveniente de campo.

Se pretende que por medio de lo que se explique aquí, el interesado sea capaz de poder analizar, ingresar y diseñar un proyecto de carretera en Civil 3D, siempre y cuando pueda emplear también sus criterios propios como profesional de la construcción o ingeniero de diseño, muchas de las funciones son similares desde la versión del programa 2010 hasta la versión tratada en este manual 2018 por lo que el modo de emplear lo explicado no será problema en ninguna de esas versiones del programa.

### III. DESARROLLO

## CAPITULO 1 - ENTORNO Y CONFIGURACIÓN DE AUTOCAD CIVIL 3D

### 1.1 ENTORNO DEL PROGRAMA

Para comenzar debemos de conocer la interfaz del programa AutoCAD Civil 3D el cual lo estaremos usando bajo la configuración de unidades métricas (METRIC) ya que al instalarlo en una computadora se instalan 2 configuraciones preestablecidas la de unidades inglesas (IMPERIAL) y las de unidades métricas (METRIC). En nuestro caso trabajaremos con la versión 2018 en ingles por ser la más comúnmente usada entre los usuarios dedicados al diseño.

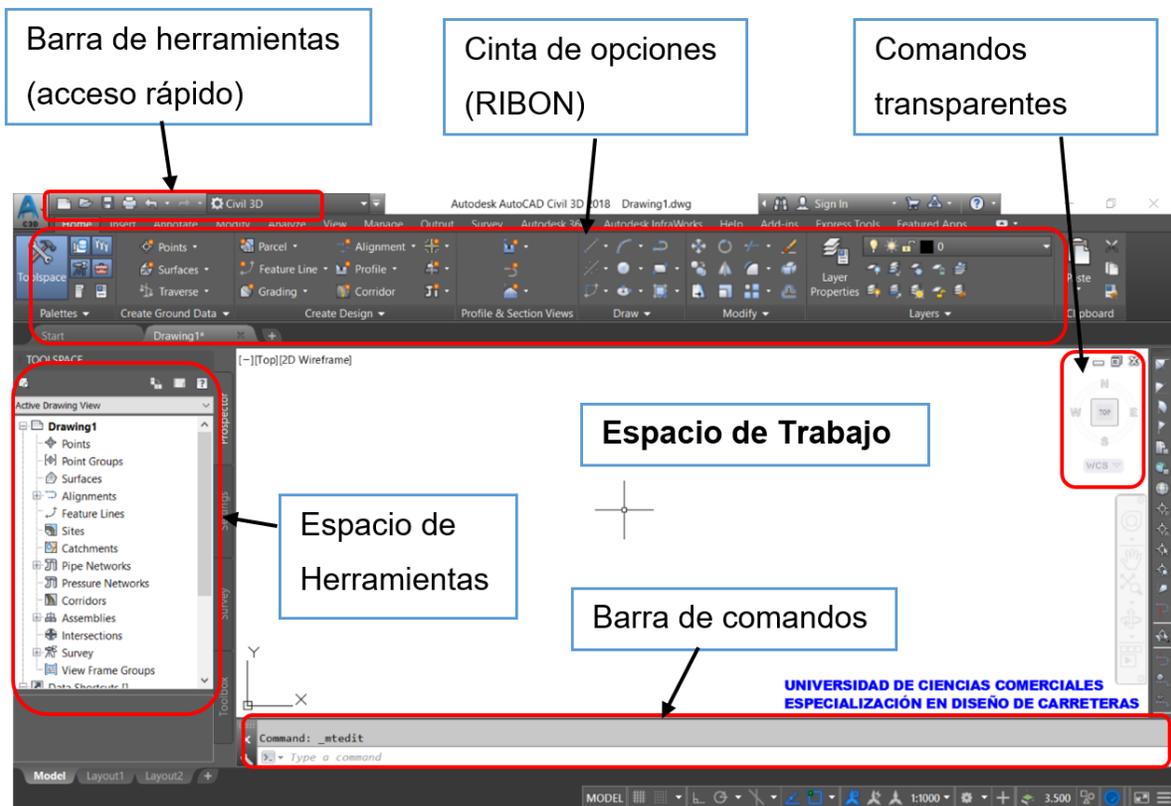


Figura No. 1 – Interfaz AutoCAD Civil 3D

**Cinta de opciones:** Los botones aquí mostrados se utilizan para realizar tareas específicas. Para efectos de este manual trataremos alguno de ellos, ya que todos son utilizados para el diseño de vías, pues el programa ofrece otras opciones de modelación en cuanto a topografía e hidráulica.

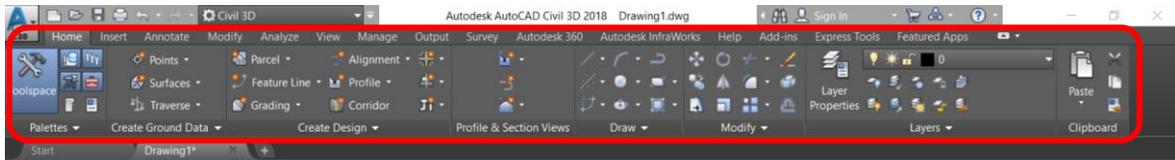


Figura No. 2 – Cinta de opciones

**Botón de AutoCAD CIVIL 3D** : El botón contiene un submenú desde el cual podemos realizar múltiples tareas entre las cuales tenemos: Crear archivos, abrir archivos, guardar, exportar, enviar por correo, imprimir, etc. Más adelante utilizaremos el menú de abrir un archivo con el fin de verificar las diferentes plantillas de trabajo que maneja el programa

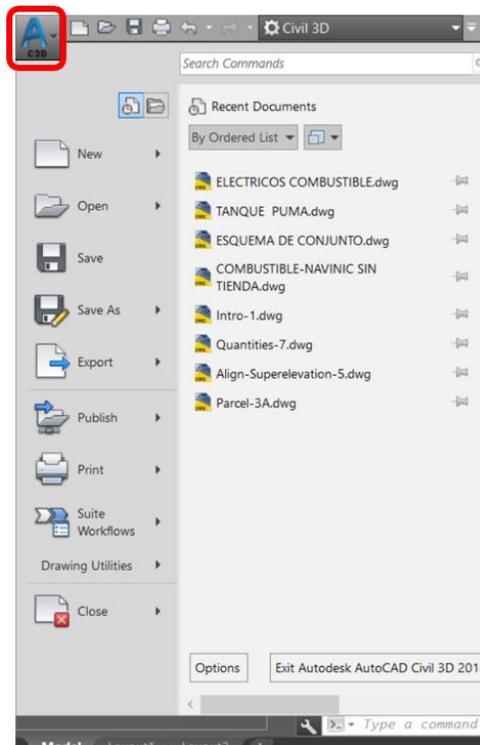


Figura No. 3 - Botón de AutoCAD CIVIL 3D

**Personalización de AutoCAD Civil 3D:** En la parte inferior derecha del programa encontramos el botón de personalización. Este botón contiene un menú que integra los parámetros para la optimización de la interfaz, en el podemos realizar ajustes rápidamente como son escala, marcas de objetos (vértices, centro, punto inicial y final, etc.).



Figura No. 4 – Botón de personalización

1	Coordinates	11	2D Object Snap	21	Annotation Monitor
2	Model Space	12	LineWeight	22	Units
3	Grid	13	Transparency	23	Quick Properties
4	Snap Mode	14	Selection Cycling	24	Lock UI
5	Infer Constraints	15	3D Object Snap	25	Cut Plane Icon
6	Dynamic Input	16	Dynamic UCS	26	Cut Plane Text
7	Ortho Mode	17	Selection Filtering	27	Isolate Objects
8	Polar tracking	18	Gizmo	28	Graphics Performance
9	Isometric Drafting	19	Annotation Visibility	29	Clean Screen
10	Objet Snap Tracking	20	AutoScale		

Tabla 1 – Menú personalización

## 1.2 CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA

Espacio de herramientas (Toolspace): Es el menú de trabajo más importante cuando se realiza un diseño vial. Se puede acceder al mismo mediante el comando “TOOLSPACE” o mediante el botón principal inicio “HOME”

Se compone de 4 paletas como se describe a continuación:

**Prospector:** Explorador de objetos de diseño (puntos, superficies, alineamientos, corredores, ensamblajes, intersecciones, Data Shortcuts).

**Settings** (configuración): Edición y creación de etiquetas, estilos y formatos que deseamos presentar, para cada objeto de diseño,

**Survey** (Topografía): Herramientas de topografía

**Toolbox** (Caja de herramientas): Reportes de cada objeto creado durante el proceso de diseño.

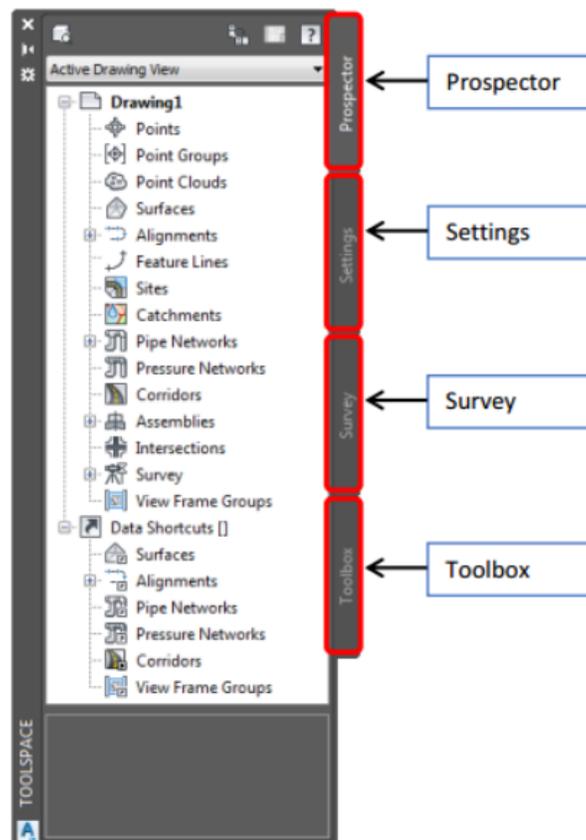


Figura No. 5 – Espacio de Herramientas (Toolspace)

**Georreferenciación de un proyecto (configuración regional):** En el proceso de revisión topográfica es indispensable conocer la ubicación del proyecto con respecto a una base cartográfica o sistema de coordenadas preestablecido en cada país.

Para acceder a la configuración regional damos click en el **botón de AutoCAD** (menú inicio), clic en **“Drawing Utilities”** y clic en **“Drawing Settings”**, esta configuración es primordial para poder ingresar nuestros levantamientos en el espacio de autocad correcto, el que corresponda a nuestra región. Se inicia la ventana **“Drawing Settings”** que contiene las siguientes pestañas:

**Units and zone (unidades y huso):** corresponde a las configuraciones regionales donde se localiza el proyecto. Según el Universal Transverse Mercator (UTM) Nicaragua se ubica en la designación **P zona 16** en **87°** Oeste utilizando el elipsoide WGS-84.

**Transformation (transformación):** corresponde a configuraciones con el fin de realizar transformaciones de coordenadas mediante el uso de factores de escala, puntos de referencia y ángulos de rotación de la rejilla.

**Object Layers (capas de objetos):** corresponde a la configuración de valores preestablecidos de capas de objetos de diseño.

**Abbreviations (abreviaturas):** corresponde a la configuración de valores preestablecidos de abreviaturas en los objetos de diseño (puntos de geometría de alineamientos, rasante, peraltes, etc.).

**Ambiental Settings (configuración ambiental):** corresponde a la configuración de valores adicionales en cuanto a precisión del dibujo, unidades de trabajo y convenciones de signos.

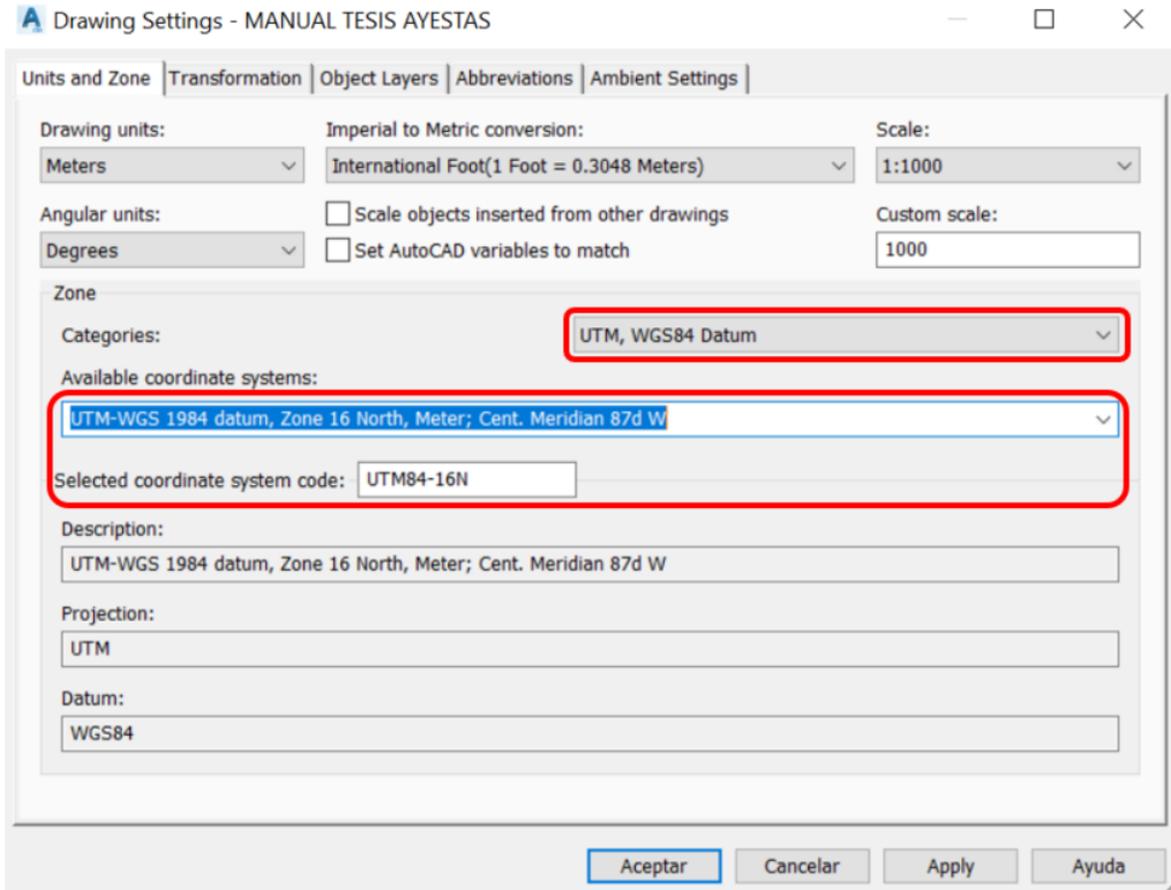


Figura No. 6 – Configuraciones del dibujo

Configuración de unidades del dibujo: antes de iniciar el proceso de diseño, es necesario configurar las unidades y precisión del trabajo, aquí es donde se define el tipo o estilo de unidad a mostrar en las dimensiones, ángulos, el número de decimales a mostrar y la precisión al momento de realizar acotamientos en el dibujo.

Para acceder a la configuración de unidades de dibujo, damos **clic en el botón de AutoCAD** (menú inicio), clic en “**Drawing Utilities**” y clic en “**Units**”. Se inicia la ventana “**Drawing Units**” como se muestra a continuación:

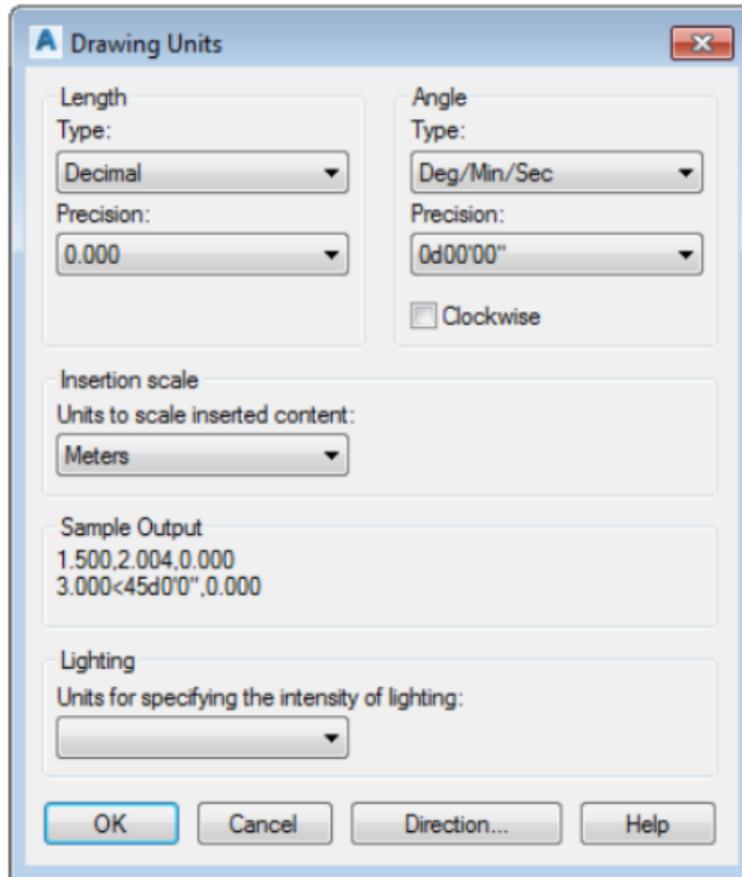


Figura No. 7 – Configuración de unidades del dibujo

Finalmente realizada las configuraciones correspondientes y específicas para nuestro proyecto, guardamos el archivo asignando un nombre de fácil identificación, para ello nos dirigimos al menú de inicio (botón de AutoCAD), clic en **“Save As”** y asignamos el nombre correspondiente del proyecto y damos clic en **“Save”**.

Cabe mencionar que a diferencia de la versión de AutoCAD Civil 3D Land en 2009 las nuevas versiones de este programa no generan bases de datos, todo queda contenido en único archivo por lo que si un usuario no dispone de esta versión es necesario realizar exportación del dibujo a un formato CAD compatible para que lo pueda visualizar.

## CAPITULO 2 – PUNTOS

### 2.1 IMPORTAR PUNTOS

En el proceso de creación de Modelos Digitales de Terreno (MDT), debemos importar al programa un archivo que contenga una nube de puntos tomados y procesados bajo diferentes métodos. Inicialmente debemos verificar y configurar los formatos que el programa muestra por defecto para la importación de puntos de coordenadas que acepta el programa.

Para efectos del desarrollo de este manual vamos a procesar información para el diseño de carretera en formato de Excel con extensión “\*.csv” con formato: Punto (P), Norte (N), Este (E), Elevación (Z), Descripción (D).

Para acceder a la ventana de importación de puntos damos clic en el botón de grupo “Home” sección “Create Ground Data”, clic en “Point” y luego le damos en “Point Creation Tool” este es uno de los métodos de acceder a esta ventana.

Otro método de llegar a esa ventada de inserción de nube de puntos es dando clic en la ventana “TOOLSPACE” (botón de grupo “Home”) apartado “Points” luego clic derecho y opción “Create”

El resto de las opciones presentes en el apartado “Points” son opciones de creación de puntos por medio de diferentes elementos de dibujos dentro del programa, por el momento no ahondaremos en dichas herramientas.

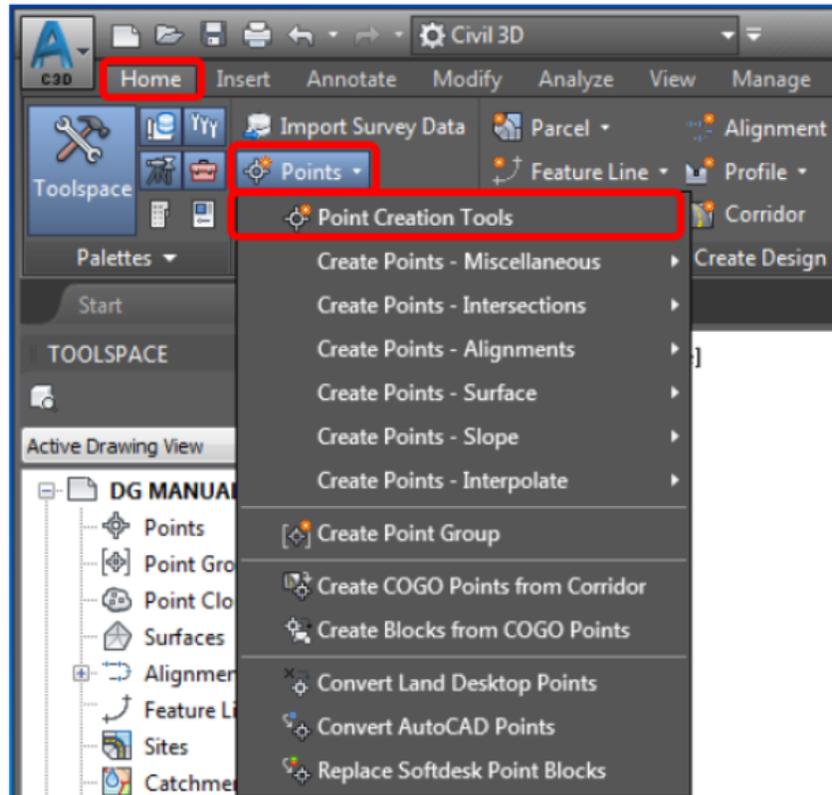


Figura No. 8 – Herramientas de creación de puntos

La ventana flotante crear puntos **“Create Points”** ofrece diferentes opciones para manejo de datos tipo objeto punto para la creación de superficies TIN, se puede cargar puntos a partir de objetos de AutoCAD como bloques con características especiales, creación manual de puntos, entre otros, para efectos de este manual se utilizará la opción **“Import Points”** que hace referencia a la importación de puntos en base a un archivo específico con formato previamente ordenado.

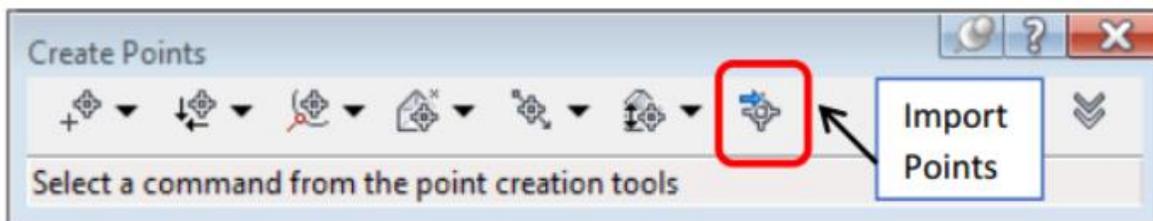


Figura No. 9 – Ventana crear puntos

Una vez que damos clic en el icono “**Import Points**” se inicia la ventana con el mismo nombre en donde podemos cargar la base de datos de puntos, especificar el formato y editar el archivo a un grupo específico, esto si se da el caso de tener más de una nube de puntos en el proyecto.

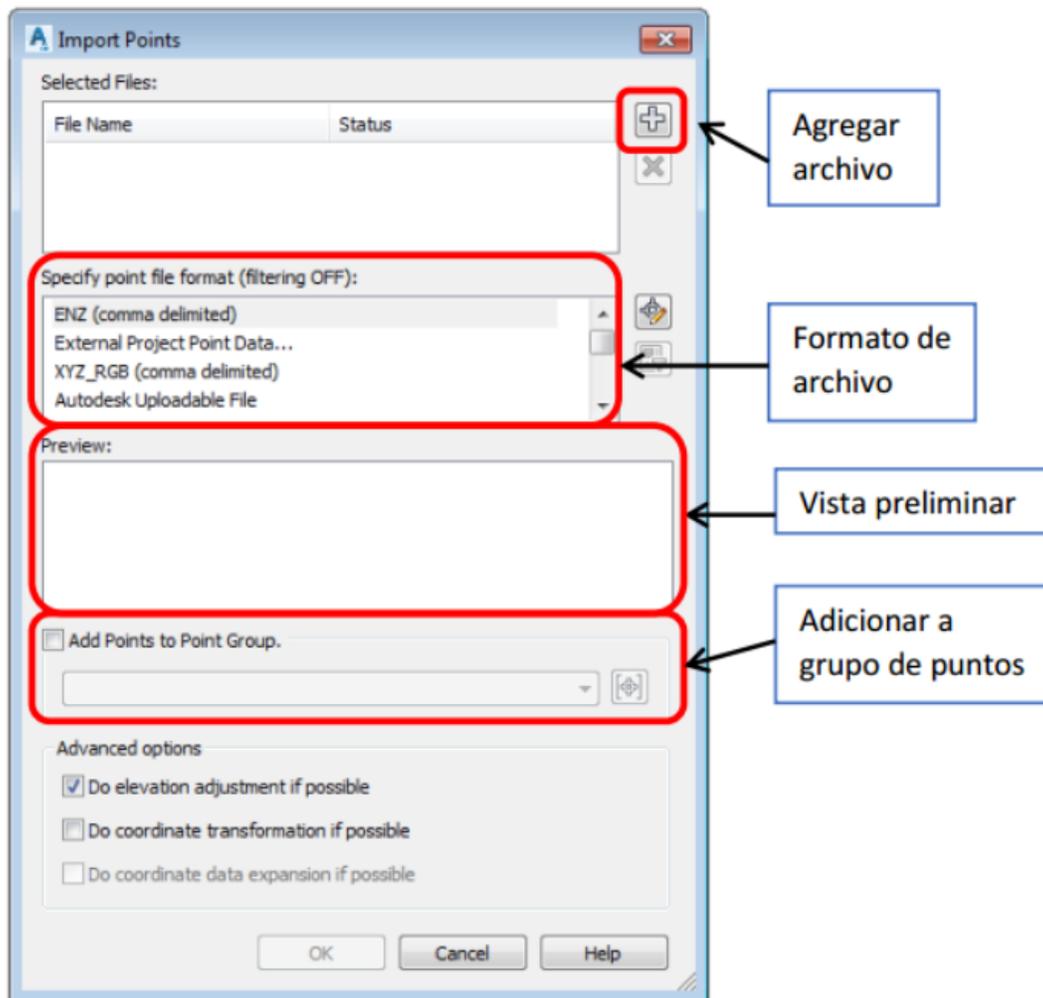


Figura No. 10 – Ventana importar puntos

Para efectos del manual y como se mencionó anteriormente, el archivo de trabajo se encuentra en formato P, N, E, Z, D y se adicionó a un grupo de puntos con el nombre de “PUNTOS MALACATOYA”

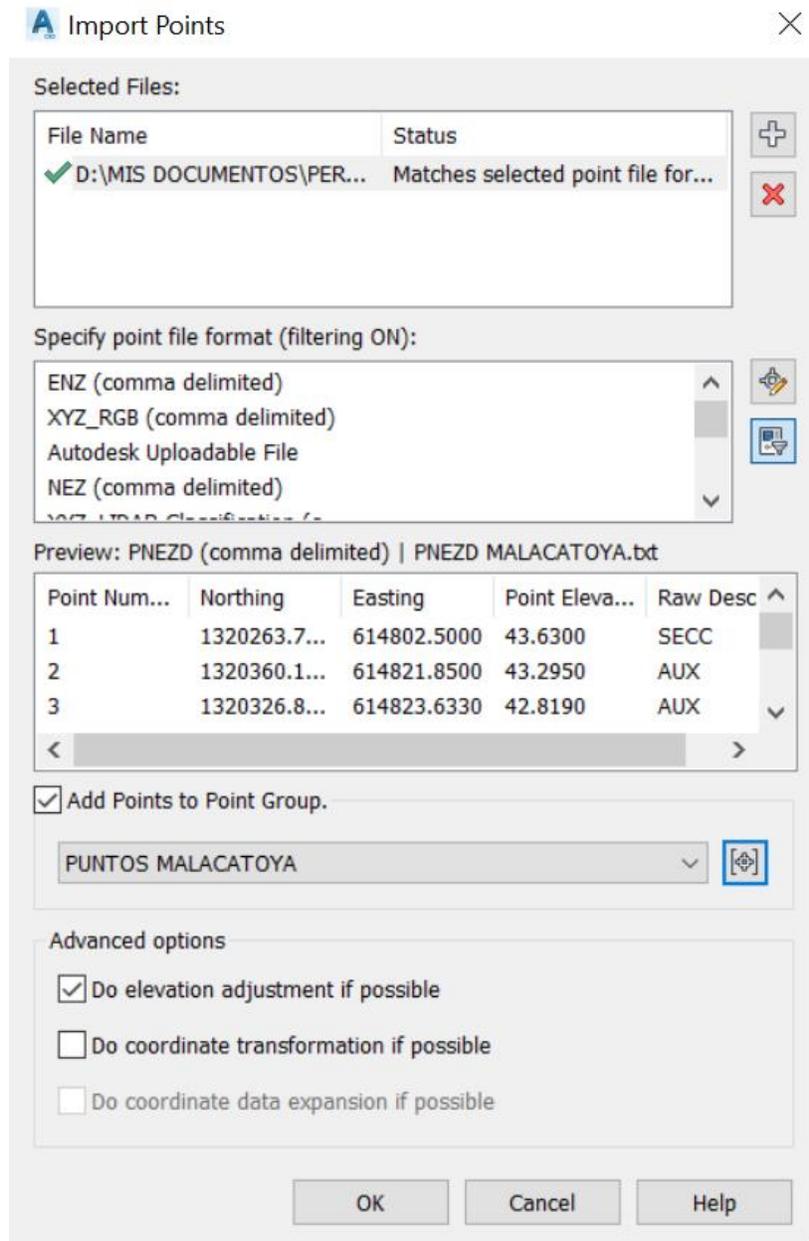


Figura No. 11 – Puntos Malacatoya formato PNEZD delimitado por comas (,)

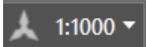
Como podemos observar al ingresar el archivo de puntos, automáticamente se ordenan los puntos en cada columna correspondiente en la ventana “**Preview**”, así podemos revisar que el archivo o nube de puntos esté ingresado de la forma correcta en vista que debemos conocer que las coordenadas NORTE comúnmente son las de mayor cantidad de dígitos en nuestro país.

A Continuación, las diferentes configuraciones que por defecto el programa trae para que podamos insertar nuestras bases de datos y crear las nubes de puntos en nuestro proyecto.

1	ENZ	(comma delimited)	12	PNEZ	(comma delimited)
2	ENZ	(space delimited)	13	PNEZ	(space delimited)
3	External Project Point Database		14	PNEZD	(comma delimited)
4	NEZ	(comma delimited)	15	PNEZD	(space delimited)
5	NEZ	(space delimited)	16	XYZ_Intensity	(comma delimited)
6	PENZ	(comma delimited)	17	XYZ_Intensity	(space delimited)
7	PENZ	(space delimited)	18	XYZ_LIDAR Classification	(comma delimited)
8	PENZD	(comma delimited)	19	XYZ_LIDAR Classification	(space delimited)
9	PENZD	(space delimited)	20	XYZ_RGB	(comma delimited)
10	PNE	(comma delimited)	21	XYZ_RGB	(space delimited)
11	PNE	(space delimited)			

Tabla 2.- Formatos para importación de puntos

Ahora, para visualizar los datos en el proceso anterior, digitamos el comando **“Zoom”**, presionamos la tecla **“Enter”**, y digitamos el comando **“Extend**, Con el comando antes mencionado lograremos que el programa nos muestre todo lo que hay dibujado en el espacio de trabajo, en nuestro caso hasta este punto del proyecto tendremos únicamente la nube de puntos por lo que al ver la inserción del tramo de carretera en cuestión, lograremos ver hasta la forma que tiene dicho levantamiento con la cantidad de puntos que trae nuestro archivo.

En Civil 3D podemos aumentar o disminuir la escala con la que se muestran esos puntos en la barra de personalización ubicada en la parte inferior derecha del programa 

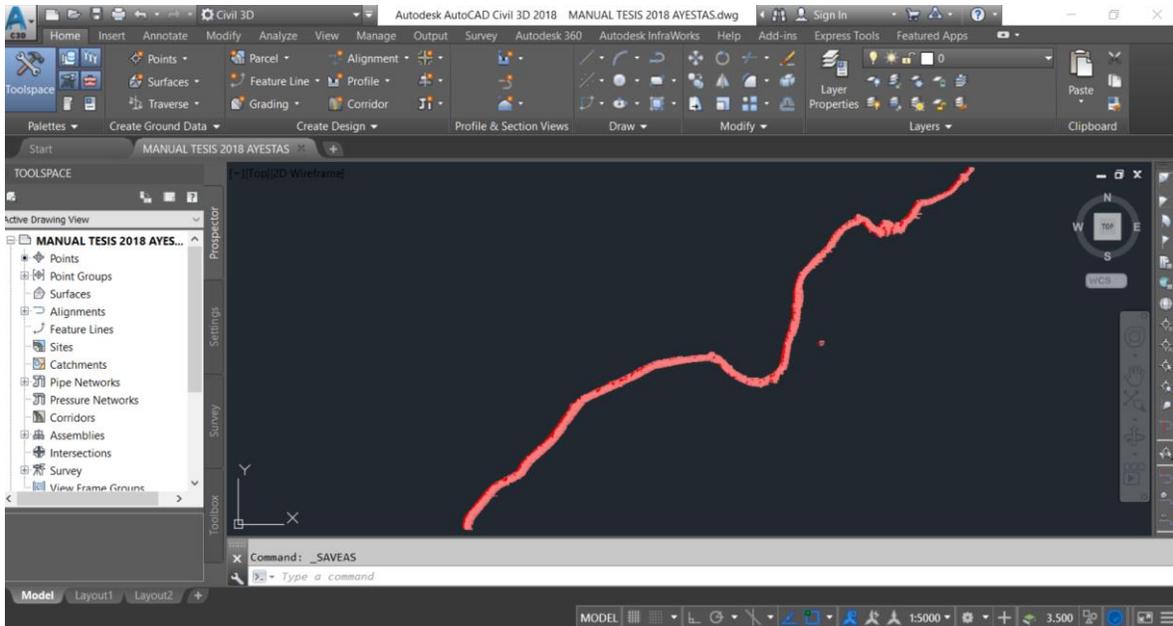


Figura No. 12 – Visualización de puntos importados

## 2.2 FORMATO DE PUNTOS

Las configuraciones por defecto del programa (plantilla “\_AutoCAD Civil 3D (Metric) NCS.dwt”) dan el formato a los puntos que se cargaron anteriormente (ver figuras No. 13 y No. 14). Es necesario realizar una personalización de formato de etiquetas y estilo de puntos de acuerdo a las necesidades de cada proyecto, editando y creando estilos predeterminados.



Figura No. 13 – Formato predeterminado de puntos importados

Para configurar el formato y estilo de puntos, seleccionamos un punto cualquiera, damos clic derecho y seleccionamos la opción “**Point Group Properties**”.

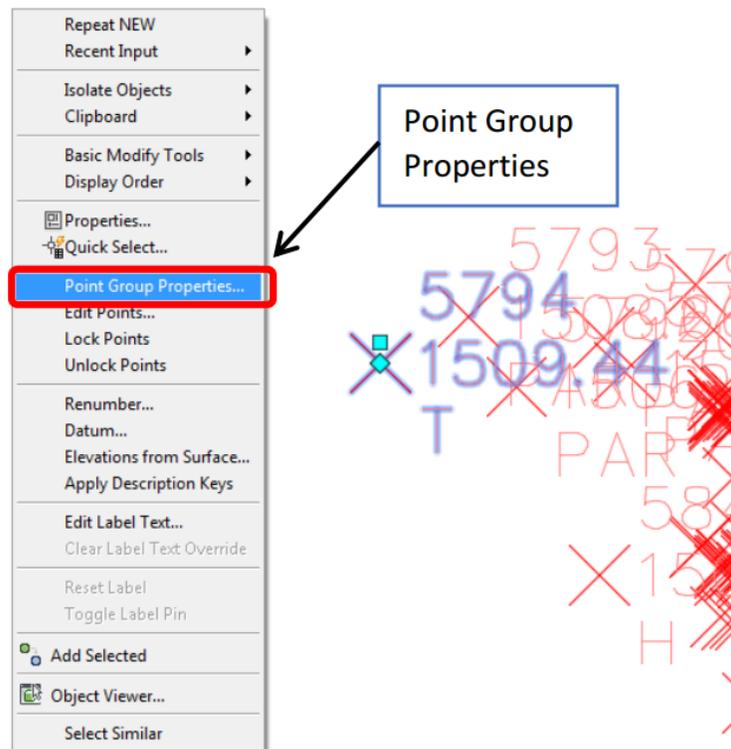


Figura No. 14 – Configuración de formato de puntos importados

La ventana “**Point Group Properties**” contiene distintas pestañas que nos ayudan a realizar configuraciones específicas al grupo de puntos que ya insertamos en nuestro proyecto. Por ahora solo nos vamos a centrar en la pestaña llamada “**Information**” para realizar la creación de estilo y formato de etiquetas e imagen de puntos el cual podemos dejar como predeterminado para las futuras inserciones de bases de datos o levantamientos de otras especialidades de nuestro proyecto.

Veamos como configurar un nuevo formato de puntos en la siguiente figura y las demás opciones de personalización que nos permite AutoCAD Civil 3D 2018.

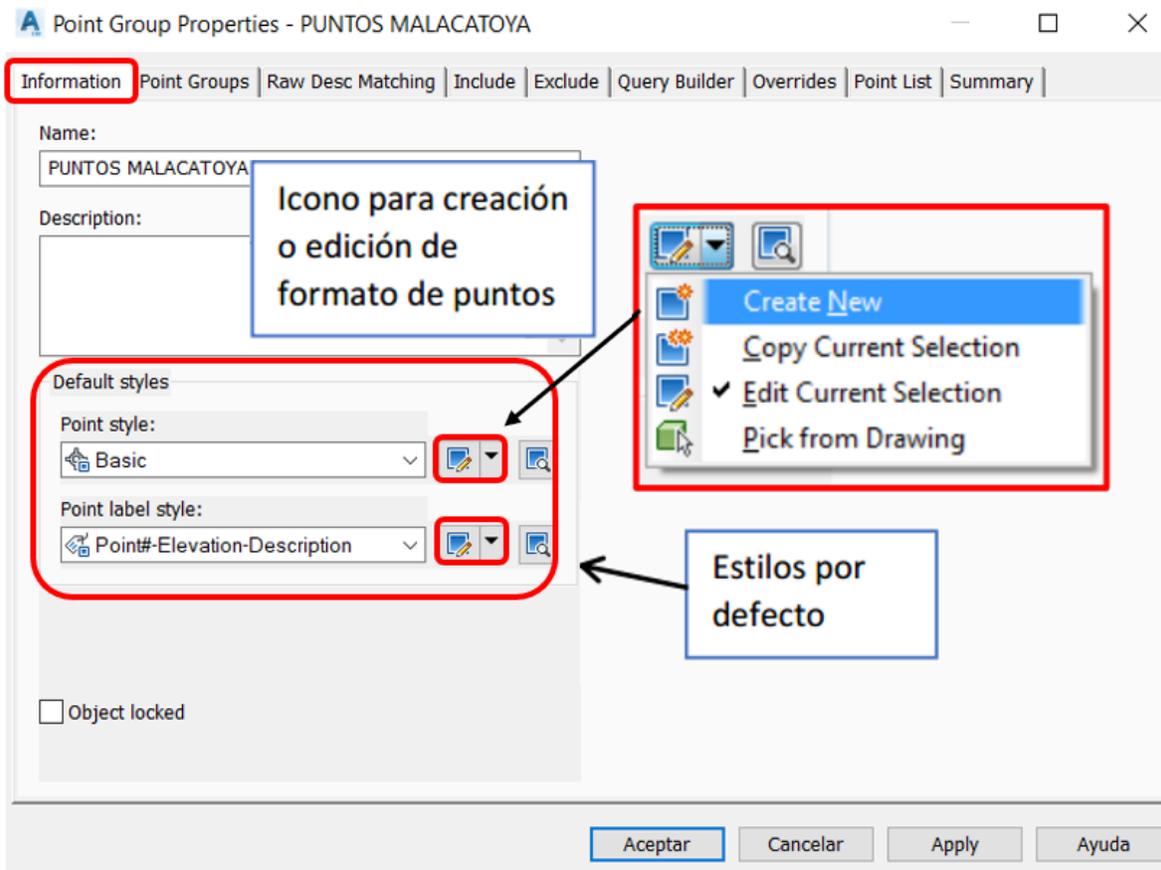


Figura No. 15 – Configuración de formato de puntos importados

Nos dirigimos a la sección “**Default styles**”. Primero vamos a realizar configuración de estilo de punto “**Point style**”, damos clic en el icono  opción “**Copy Current Selection**”, se inicia la ventana “**Point Style**” nos dirigimos inicialmente a la pestaña “**Information**” y cambiamos el nombre del estilo, seguido nos dirigimos a la pestaña “**Marker**” donde es posible configurar tipo de marca, tamaño y ángulo de rotación. La pestaña “**3D Geometry**” hace referencia a configuraciones del modo de visualización del punto, para efectos de este manual dejaremos los valores por defecto. En la pestaña “**Display**” se puede configurar la capa en la cual el objeto punto quedará ubicado, al igual que color de visualización, tipo de línea, escala y espesor de línea. Finalmente, la pestaña “**Summary**” presenta un compendio de las configuraciones asignadas en cada pestaña. Para terminar la configuración de estilo de punto damos clic en “**Aceptar**”.

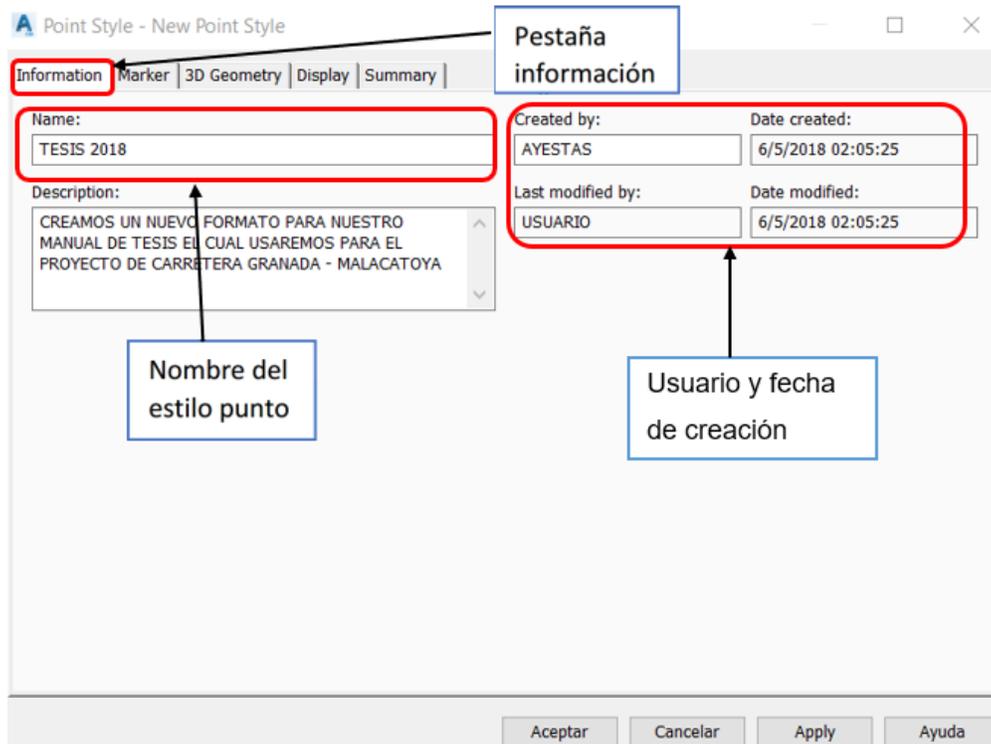


Figura No. 16 – Configuración estilo de puntos - Información

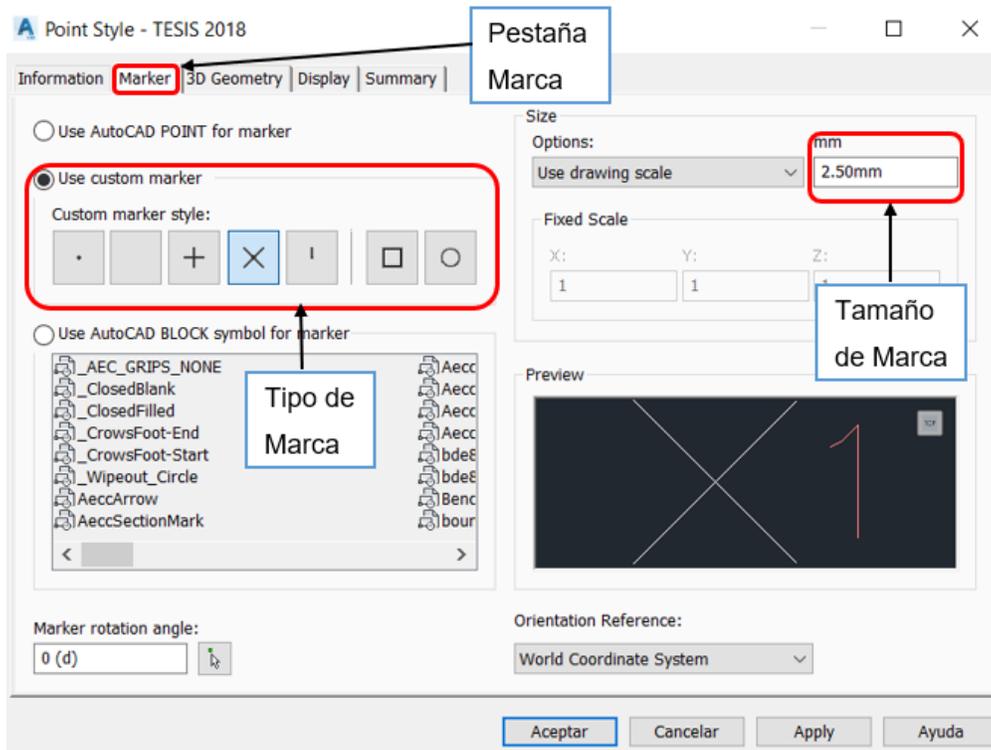


Figura No. 17 – Configuración estilo de puntos – Marca

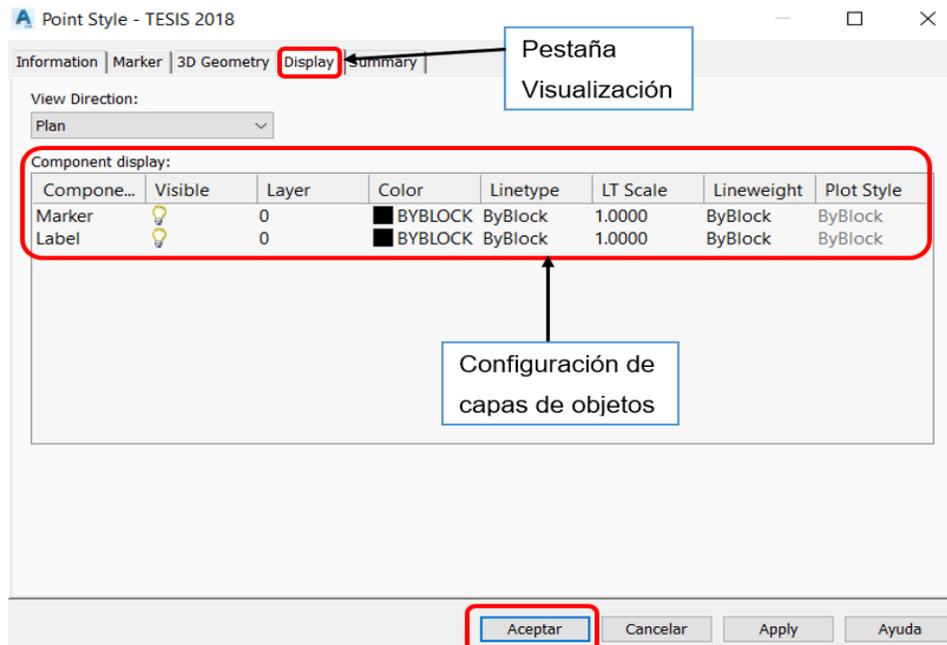


Figura No. 18 – Configuración estilo de puntos – Visualización

Configuración de estilo de punto “**Point label style**”. Desplegamos el menú y seleccionamos la opción “**Description only**”. Damos clic en el icono opción “**Copy Current Selection**”, se inicia la ventana “**Label Style Composer**” nos dirigimos inicialmente a la pestaña “**Information**” y cambiamos el nombre del estilo de etiqueta.

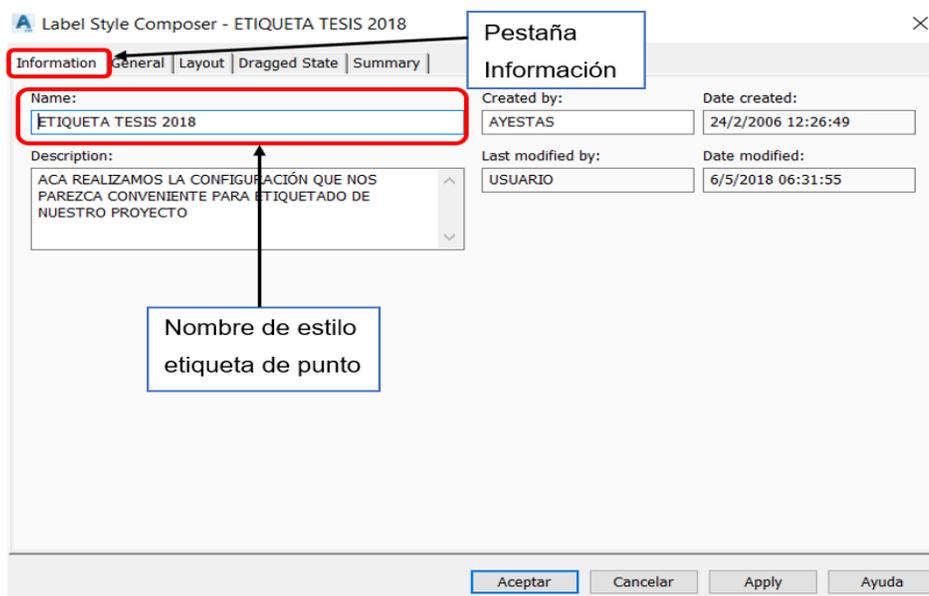


Figura No. 19 – Configuración etiqueta de puntos – Información

Seguido nos dirigimos a la pestaña “**General**” donde es posible configurar estilo de texto, visibilidad de la etiqueta, capa de ubicación entre otras.

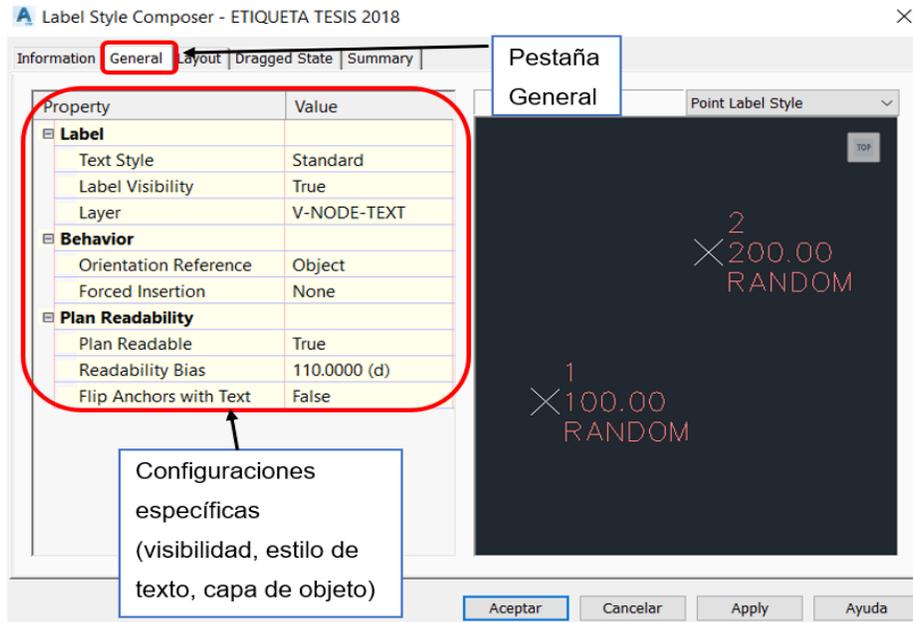


Figura No. 20 – Configuración etiqueta de puntos – General

Vamos a realizar la configuración de etiqueta de punto trabajando con los siguientes valores (pestaña **Layout**), cambiando el color de las capas llamadas “**V-NODE**” “**V-NODE-TEXT**” a color **8** y **5** respectivamente (comando **Layer**).

<b>General</b>	
Name	Point Description
Visibility	True
Anchor Component	<Feature>
Anchor Point	Top Center
<b>Text</b>	
Contents	<[Full Description(CP)]>
Text Height	0.20mm
Rotation Angle	0.0000 (d)
Attachment	Middle center
X Offset	0.00mm
Y Offset	0.20mm
Color	BYLAYER
Lineweight	ByLayer
Maximum Width	0.00mm
<b>Border</b>	
Visibility	False
Type	Rectangular
Background Mask	False
Gap	0.75mm
Color	BYLAYER
Linetype	ByBlock
Lineweight	ByLayer

Figura No. 21 – Configuración etiqueta de puntos – Composición

La pestaña “**Layout**” hace referencia a configuraciones de cada componente que se quiera mostrar (descripción, # de punto, coordenadas, etc.) en cuanto a contenido, visibilidad, punto de anclaje, rotación, altura de texto, entre otros.

En la pestaña “**Dragged State**” se puede configurar tamaños de flechas, colores y visibilidad de una etiqueta que es arrastrada con respecto a su punto de origen. Finalmente, la pestaña “**Summary**” presenta un compendio de las configuraciones asignadas a cada pestaña.

Para terminar la configuración de estilo de punto damos clic en “**Aceptar**”.

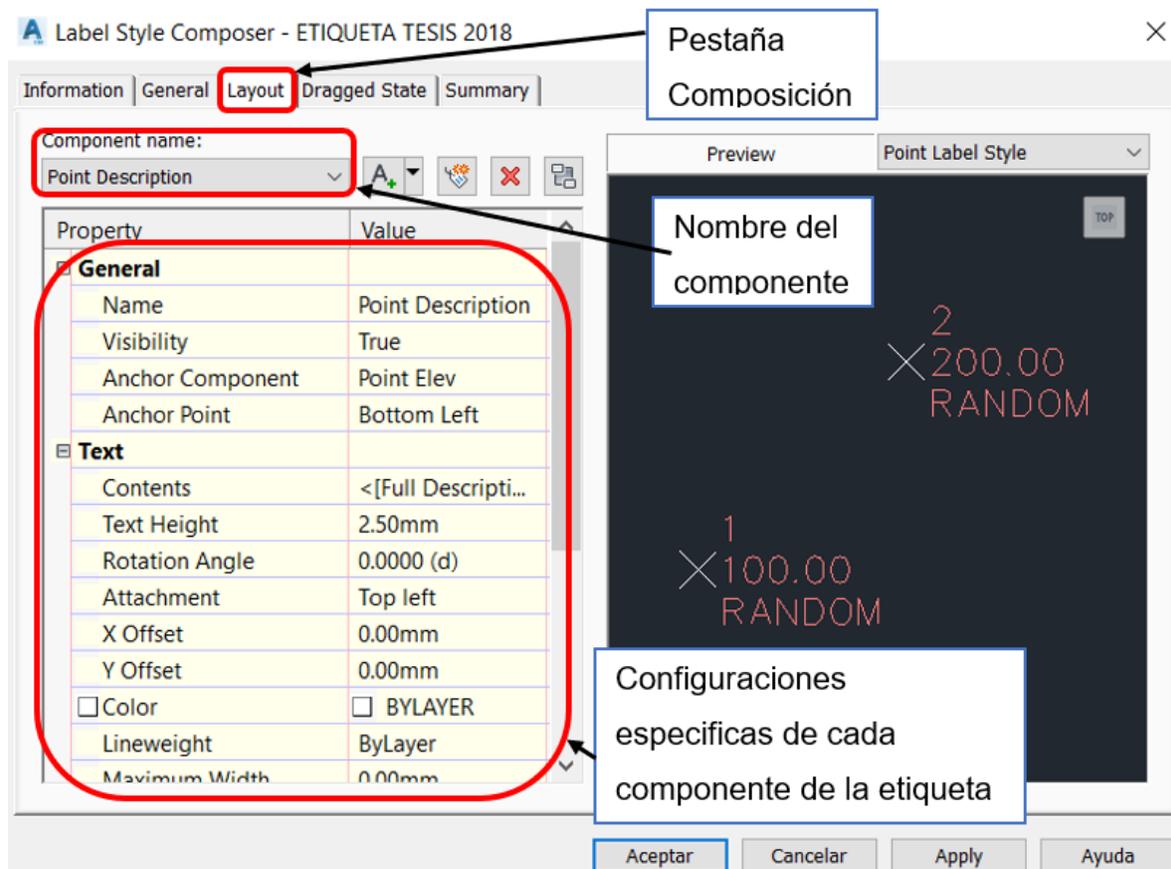


Figura No. 22 – Configuración etiqueta de puntos – Composición

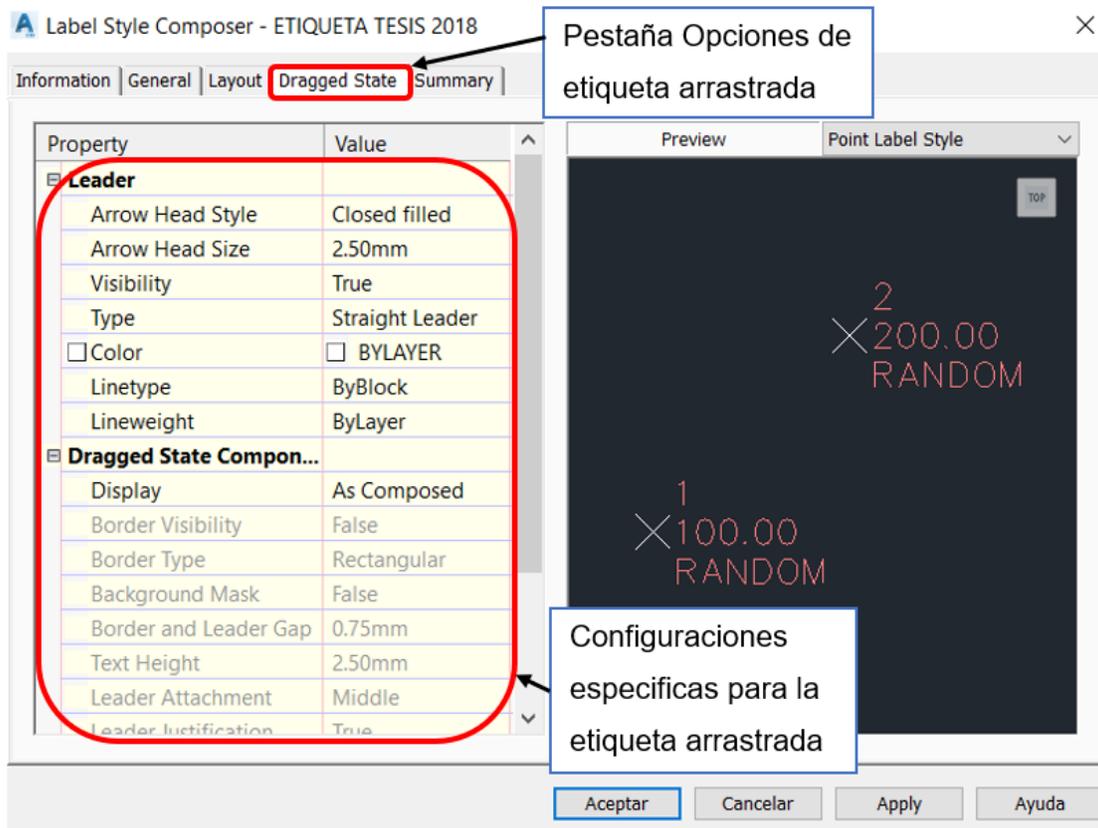


Figura No. 23 – Configuración etiqueta de puntos – Etiqueta arrastrada



Figura No. 24 – Configuración de colores capa objetos – Comando Layer

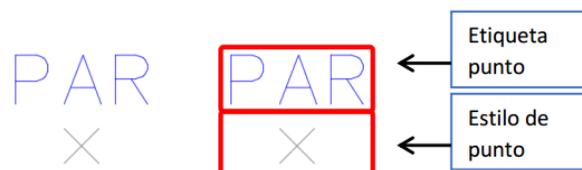


Figura No. 25 – Estilo final de la etiqueta de punto

## 2.3 MANEJO DE PUNTOS (CLASIFICACIÓN Y ESTILO POR GRUPO)

Muchas veces es necesario organizar el grupo de puntos general en subgrupos de puntos con las mismas características, como es el caso de postes, árboles, válvulas, hidrantes, casas, cercos, etc. Lo anterior con el fin de generar estilos de puntos o bloque del punto con características específicas que se acomoden a las convenciones generales usadas en Nicaragua.

La gestión de grupo de puntos se realiza accediendo al grupo de botones, botón inicio, damos clic en **"TOOLSPACE"**, pestaña **"Prospector"**, ítem **"Point Groups"**, clic derecho sobre el ítem y clic en la opción **"New"**. Se carga la ventana **"Point Group Properties – Point Group – (1)"**. Inicialmente asignamos un nombre al subgrupo de puntos (pestaña **"Information"**), en ese caso se realizará la explicación para la creación del subgrupo **"ARBOLES"**. Una vez asignado el nombre, seleccionamos el estilo de punto correspondiente a un bloque de árbol **"Point style"** = **"Tree"** y la etiqueta del punto **"Point label style"** = **"<none>"**.

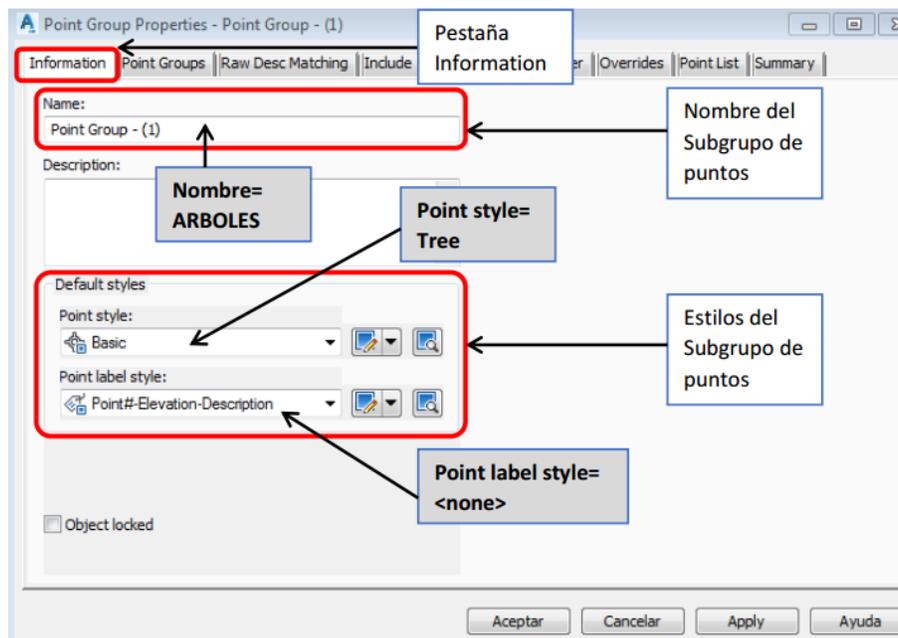


Figura No. 26 – Creación del subgrupo de puntos ARBOLES (1)

Continuando con la creación del subgrupo “**ARBOLES**”, las pestañas “**Point Groups**” y “**Raw Des Matching**” las dejamos tal como se presentan, por defecto. En la pestaña “**Include**” realizamos el filtro del ID del punto, en este caso los puntos **ARBOLES** tienen como **ID=ARBOL**, esto de acuerdo a la información de la cartera de topografía. En muchos casos puede que durante el levantamiento se usen diferentes códigos para el objeto ARBOL, por ejemplo, ARB, ARBO, AR, etc.

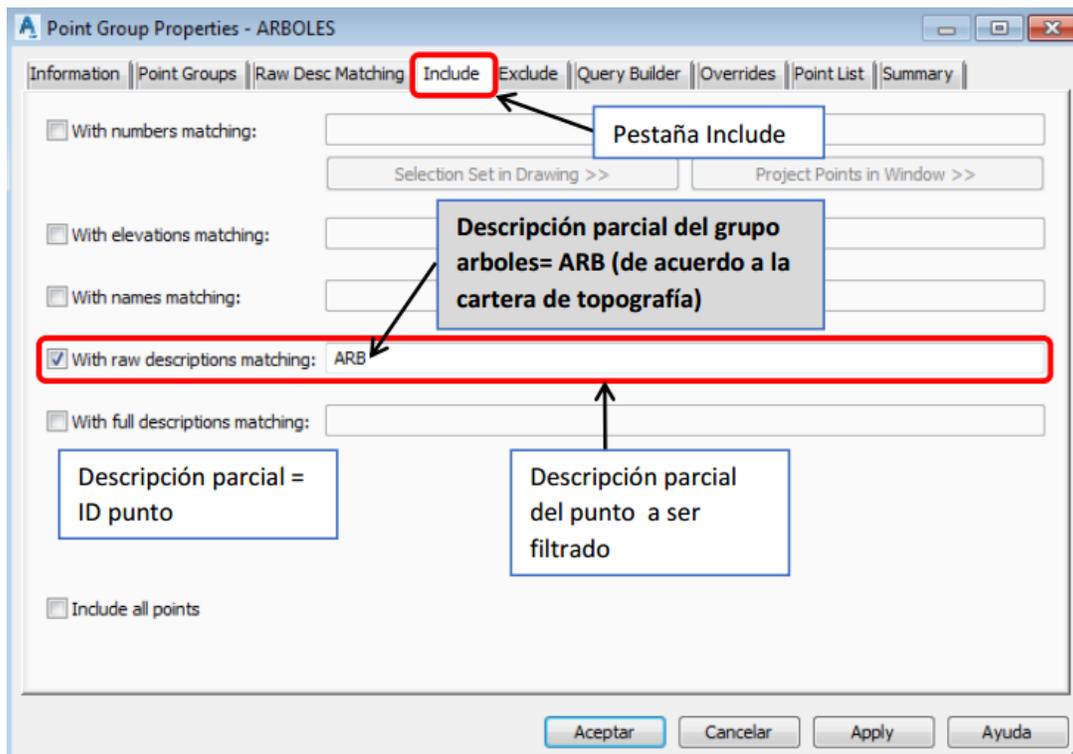


Figura No. 27 – Creación del subgrupo de puntos ARBOLES (2)

- **Exclude:** permite remover puntos del grupo actual.
- **Query Builder:** Muestra las consultas generadas de Incluir, Excluir, etc.
- **Overrides:** Permite definir si se aplican los estilos del subgrupo por encima de los estilos definidos en otras instancias (estilos predeterminados).
- **Point List:** Listado de puntos incluidos en el grupo.
- **Summary:** Resumen de parámetros configurados

Antes de concluir el proceso de creación del subgrupo “**ARBOLES**” es importante realizar un chequeo de los datos que serán incluidos, para ello revisamos el filtro creado mediante la pestaña “**Point List**” observando que todos los puntos sean los que corresponden al **ID punto = ARB**

Point Num...	Easting	Northi...	Point Elevati...	Na...	Raw Descripti...	Full Descripti...	Description For...
80	33.5500m	38.6800m	41.758m		ARBOL	ARBOL	
133	21.4180m	31.7330m	42.939m		ARBOL	ARBOL	
533	30.2650m	45.6350m	38.233m		ARBOL		
534	30.8860m	49.4240m	38.324m		ARBOL		
535	30.7850m	52.8060m	38.321m		ARBOL	ARBOL	
576	76.7440m	30.1140m	38.502m		ARBOL	ARBOL	
577	39.3810m	31.0060m	38.193m		ARBOL	ARBOL	
578	38.7310m	39.2800m	38.134m		ARBOL	ARBOL	
579	39.5240m	14.8860m	38.116m		ARBOL	ARBOL	
593	72.5020m	23.5670m	39.374m		ARBOL	ARBOL	
					ARBOL	ARBOL	
					ARBOL	ARBOL	
					ARBOL	ARBOL	
					ARBOL	ARBOL	
					ARBOL	ARBOL	
627	70.6840m	19.7290m	39.746m		ARBOL	ARBOL	
628	72.4210m	13.3500m	39.285m		ARBOL	ARBOL	

Figura No. 28 – Creación del subgrupo de puntos ARBOLES (3)

Para finalizar la creación del subgrupo de puntos, damos clic en aceptar y chequeamos los cambios en el espacio de trabajo

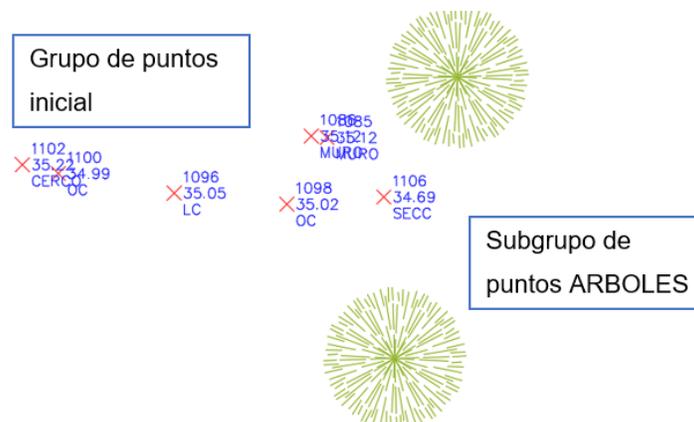


Figura No. 29 – Estilo final del subgrupo de puntos ÁRBOLES

## 2.4 TABLAS Y REPORTES DE PUNTOS

En algunos proyectos es necesario tener a la vista datos de algunos subgrupos de puntos como pueden ser alcantarillas, árboles o deltas. Esta información se puede presentar de manera dinámica mediante el uso de tablas insertando información que se requiera visualizar.

**Para insertar una tabla dinámica**, nos dirigimos al grupo de botones de la interfaz del programa, botón **“Annotate”** y en la sección **“Labels & Tables”** buscamos la opción **“Add Tables”** desplegamos el menú y damos clic en la opción **“Add Point Table”**. Se inicia la ventana **“Point Table Creation”** (ver figura 31) en donde realizamos configuraciones de acuerdo a nuestras necesidades. Para el ejemplo, se tomará el estilo de tabla **“Table Style” = PNEZD format**, la opción **“Table layer” = V-NODE-TABL** (capa por defecto), la sección **“Selection”** la dejamos como aparece, por defecto.

El icono  **No point groups selected.** nos ayuda a realizar un filtro de las tablas que queremos mostrar (de acuerdo a los subgrupos de puntos creados previamente), en este caso seleccionaremos el subgrupo de puntos creado de acuerdo al procedimiento anterior (ver numeral 2.3) **“LC”** de línea central de camino. Finalmente damos clic en botón **“Ok”** y en la barra de comando nos aparecerá un mensaje el cual se solicita dar clic en un punto, para la inserción de la tabla en el espacio de trabajo.

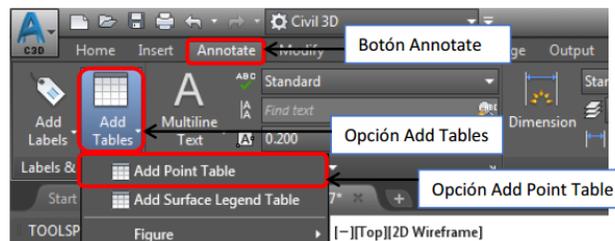


Figura No. 30 – Inserción de tablas dinámicas

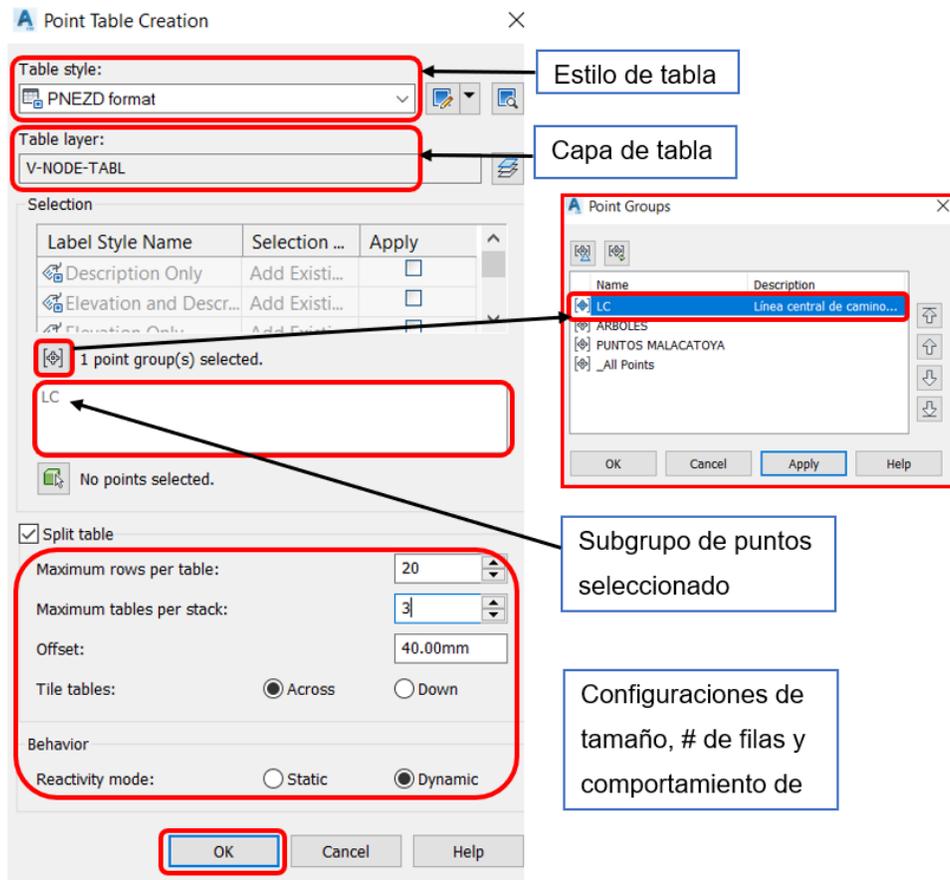


Figura No. 31 – Configuración de tabla dinámica

Point Table				
Point #	Elevation	Northing	Easting	Description
4	42.02	1320283.58	614819.55	LC
16	41.76	1320264.15	614819.80	LC
27	41.77	1320244.09	614816.63	LC
34	41.88	1320236.24	614809.80	LC
69	41.99	1320231.28	614798.88	LC
82	42.10	1320229.88	614779.73	LC
93	42.26	1320228.21	614762.43	LC
117	42.65	1320226.09	614735.74	LC
130	43.04	1320224.94	614715.44	LC
154	36.71	1320504.02	614809.52	LC
162	36.98	1320486.64	614810.91	LC
175	38.67	1320620.42	614796.89	LC
192	38.58	1320640.51	614795.81	LC
210	38.43	1320661.07	614794.98	LC
220	38.22	1320681.11	614793.76	LC
232	34.16	1324229.91	615207.07	LC
238	38.70	1320699.72	614792.47	LC
249	38.33	1320720.66	614791.01	LC
270	37.77	1320739.01	614790.21	LC
282	37.12	1320760.01	614789.02	LC

Figura No. 32 – Visualización de tabla dinámica

Para generar un reporte (informe o cartera) del grupo de puntos cargado, utilizamos la ventana “**TOOLSPACE**”, pestaña “**Toolbox**”, desplegamos la opción “**Report Manager**” y expandimos la opción “**Points**”. Para efectos del manual, trabajaremos las opciones “**Points\_in\_CSV**” y “**Points\_List**”.

La primera opción corresponde a generación de reportes con archivos de extensión “\*.csv” se ejecuta dando doble clic sobre la selección “**Points\_in\_CSV**” en donde se inicia la ventana flotante “Export to XML Report” en la cual podemos seleccionar entre muchas opciones el grupo o subgrupo de puntos del cual queremos obtener un reporte, finalizamos dando clic en el botón “**Ok**” y automáticamente se ejecutará el archivo en una hoja de cálculo de Excel.

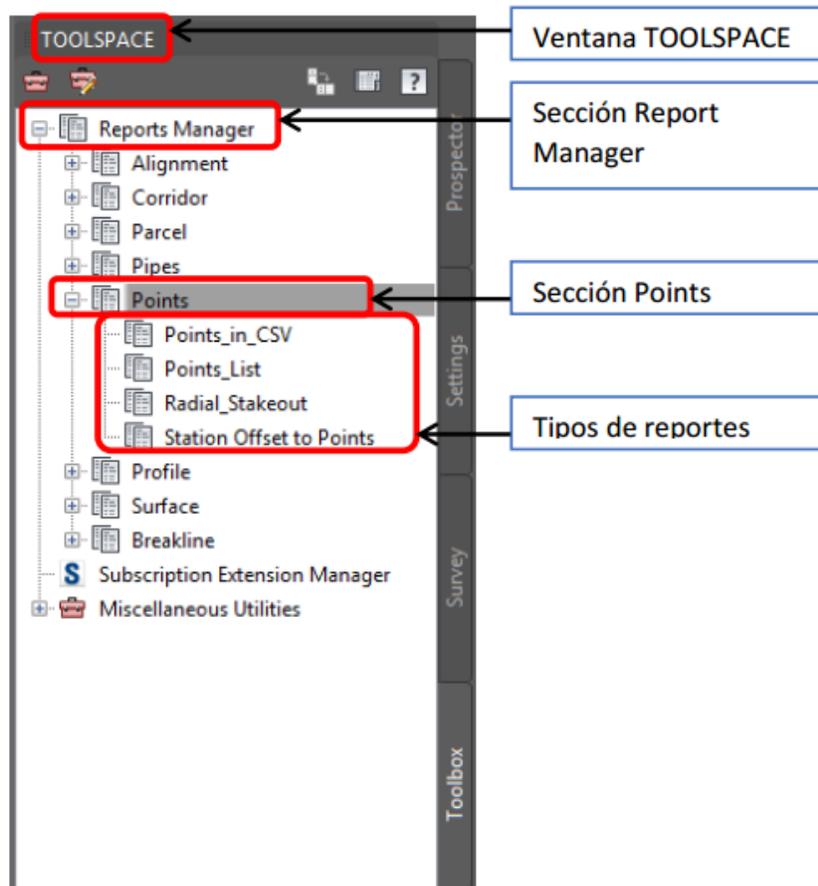


Figura No. 33 – Creación de Reportes para puntos

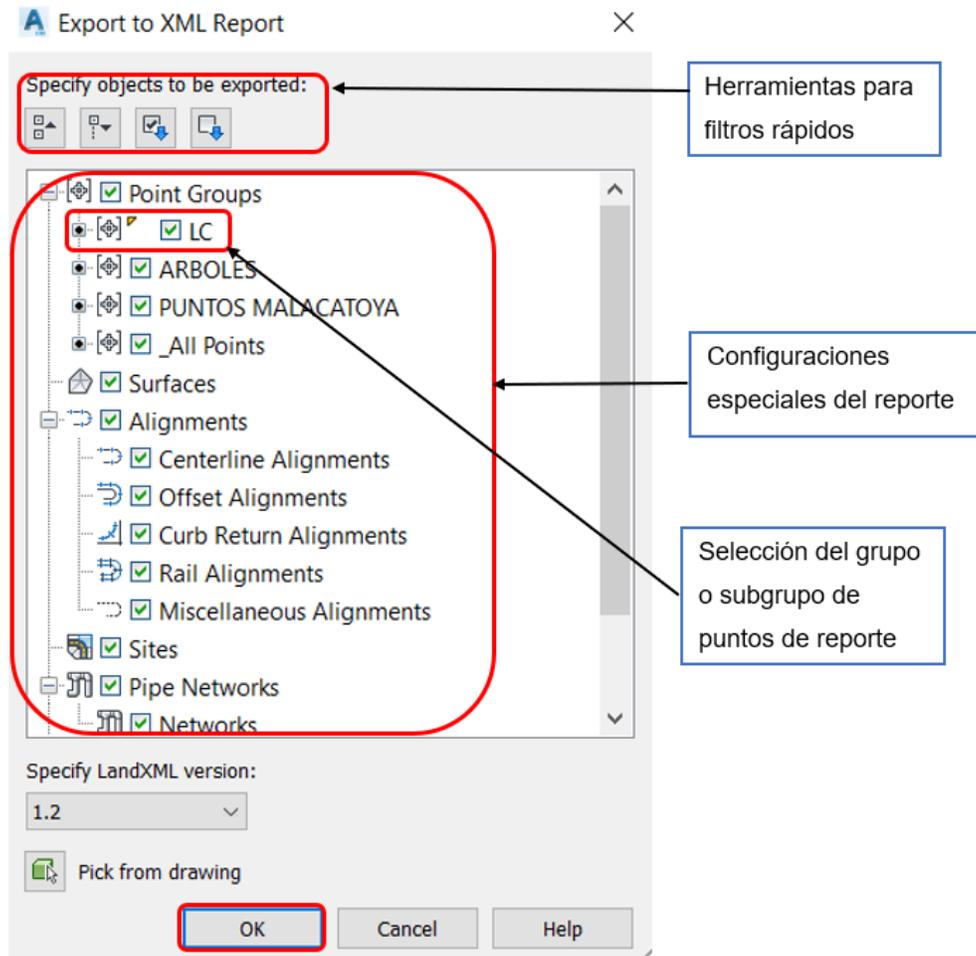


Figura No. 34 – Ventana selección de Reportes para puntos

	A	B	C	D	E	F	G
1	Point Name,"	Northing (m)"	, "Easting (m)"	, "Elevation (m)"	, "Description"		
2							
3	1,"	1320263.732"	, "614802.500"	, "43.630"	, "SECC"		
4							
5	2,"	1320360.132"	, "614821.850"	, "43.295"	, "AUX"		
6							
7	3,"	1320326.897"	, "614823.633"	, "42.819"	, "AUX"		

Figura No. 35 – Visualización de Reportes para puntos

La segunda opción para generar reportes de puntos **"Points\_List"**, se ejecuta de manera similar al procedimiento anterior.

Damos doble clic sobre la selección del reporte y se carga la ventana **"Save As"**, en la cual podemos seleccionar ruta para guardar el reporte, además nos permite asignar un nombre al reporte y seleccionar la extensión del reporte lo cual nos facilita la manipulación del archivo para nuestra conveniencia.

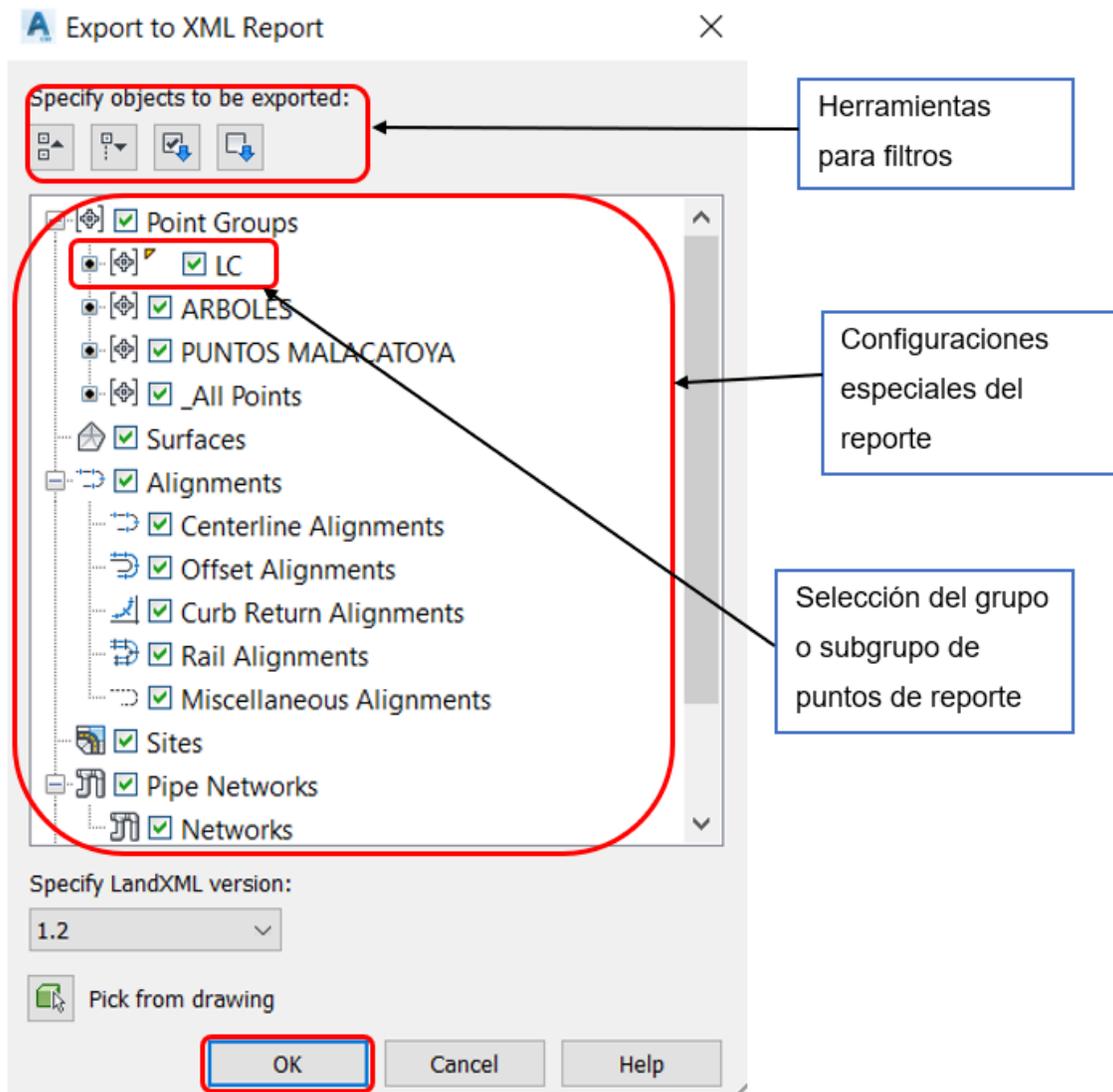


Figura No. 36 – Creación de Reportes para puntos (2)

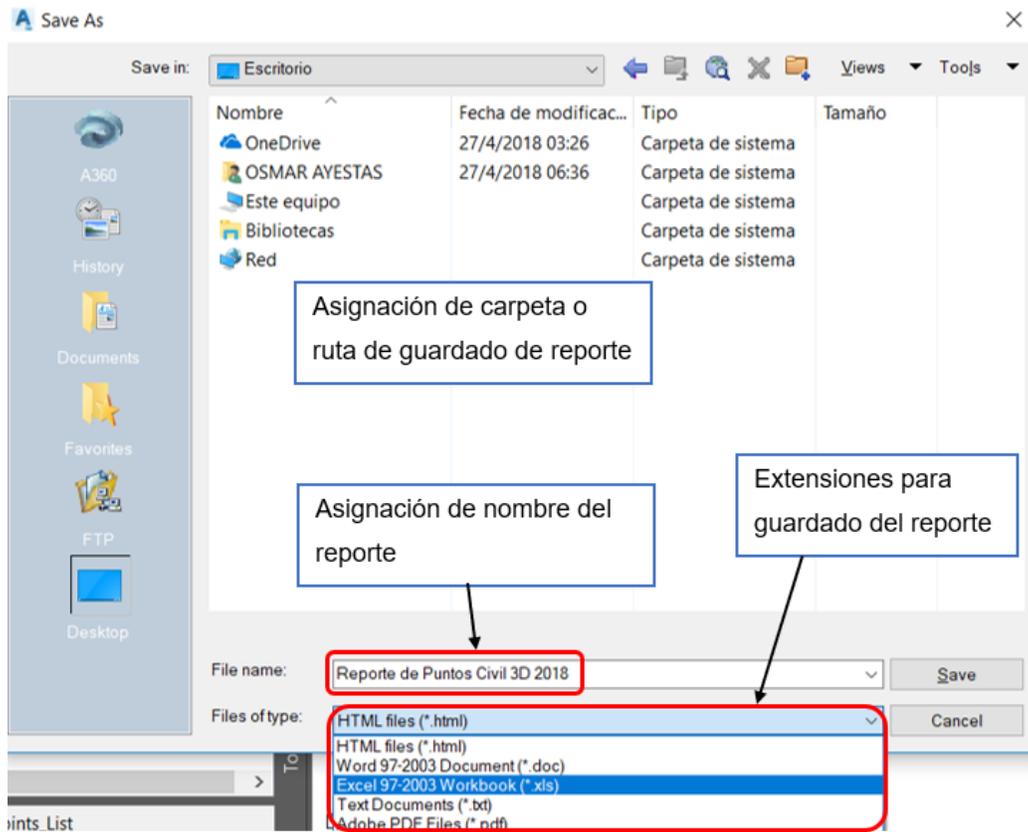


Figura No. 37 – Extensión del reporte generado

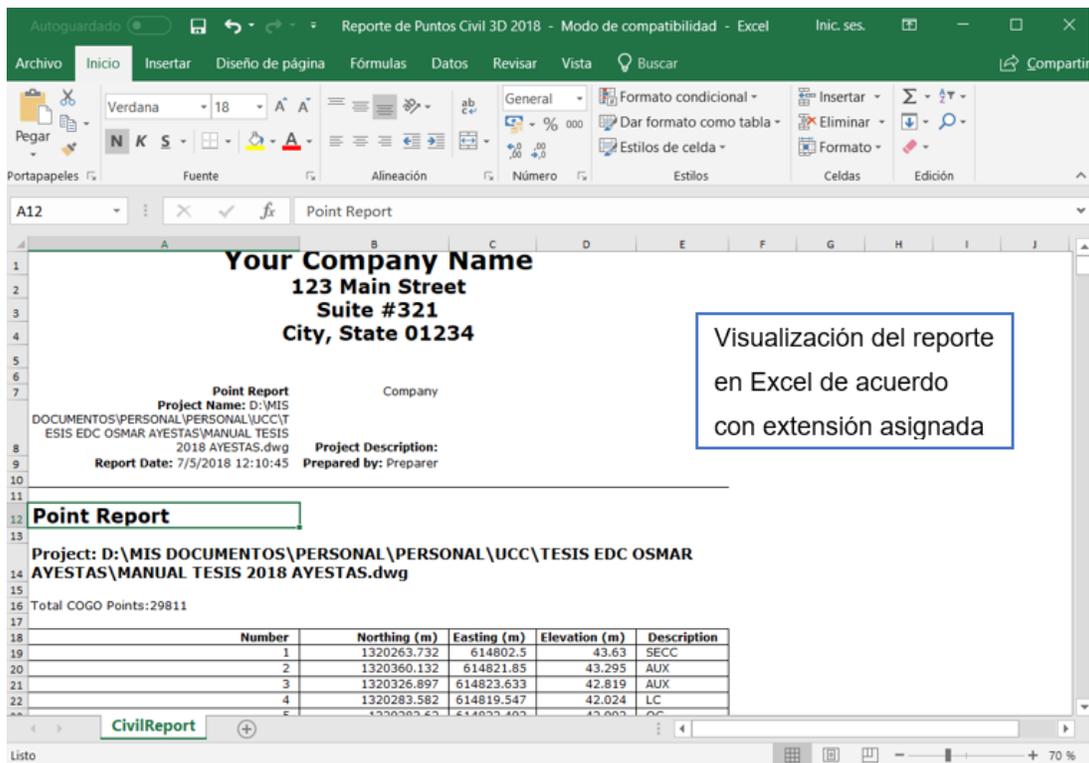


Figura No. 38 – Visualización de reportes para puntos formato “\*.xls”

## CAPITULO 3 – SUPERFICIE DE TERRENO

### 3.1 LÍNEAS DE QUIEBRE (BREAKLINES)

En el proceso de creación de superficies de terreno, dependiendo del nivel de detalle requerido para el desarrollo del proyecto, debemos considerar el ajuste del Modelo Digital de Terreno (MDT) mediante complementación con líneas de quiebre.

El programa ofrece varias alternativas para el dibujo de líneas de quiebre a partir de los puntos cargados. Para efectos del manual, se explicará el dibujo de líneas de quiebre de manera manual y la importación de las mismas si es el caso de contar con esta información

Para dibujar una línea de quiebre debemos establecer los tipos de objetos para la realización de las mismas que maneja AutoCAD. A continuación, se describen de manera general los objetos para el dibujo de líneas de quiebre:

**LINE:** corresponde al objeto para crear líneas de manera individual o segmentada. Los nodos que la conforman toman las características del punto rastreado (norte, este, elevación). Comando: “**L**”

**POLYLINE:** Corresponde al objeto para crear líneas de manera colectiva o continua. Los vértices toman algunas de las características del punto rastreado (norte, este). En cuanto a elevación, el objeto toma el valor del primer punto rastreado asignando una única elevación para todo el objeto. Comando: “**PL**”

**3D POLYLINE:** corresponde al objeto para crear líneas de manera colectiva o continua. Los nodos o vértices que la conforman toman las características del punto rastreado (norte, este y elevación). Comando: **“3DPOLY”**

Una vez definidos los objetos debemos considerar el dibujo de líneas de quiebre mediante el objeto **“LINE”** o **“3DPOLY”** ya que estos toman las elevaciones propias del punto rastreado o sea que usando este comando crearemos una polilínea tridimensional tomando la forma del terreno u objeto levando con la topografía.

Las líneas de quiebre corresponde a los cambios marcados en la superficie de terreno como puede ser los taludes, cunetas, fondos y bordes de río, vías, entre otros. Para efectos de este manual, se dibujarán las líneas de quiebre de manera manual para los puntos de bordes de vía (vía derecho VD y vía izquierdo VI), mediante el objeto **“3DPOLY”** y con ayuda de la función rastreo **“Snap cursor to 2D reference points”** que se activa mediante la tecla rápida **“F3”**

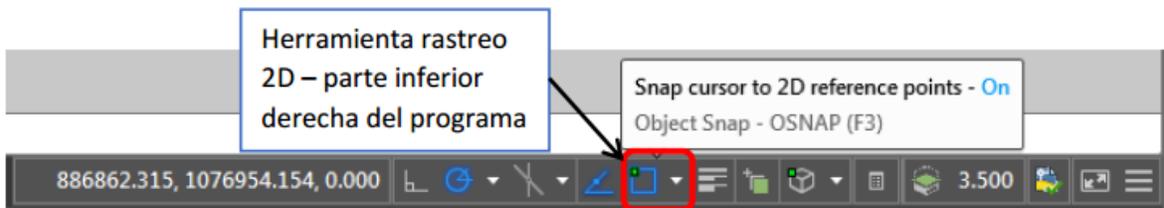


Figura No. 39 – Función Snap

El procedimiento consiste en rastrear el punto correspondiente a la línea de quiebre a dibujar, dar clic sobre el punto e identificar el siguiente punto, y repetir el proceso hasta completar el dibujo de la línea de quiebre total. Se finaliza el comando con la tecla escape **“Esc”** o presionando la tecla **“Enter”**

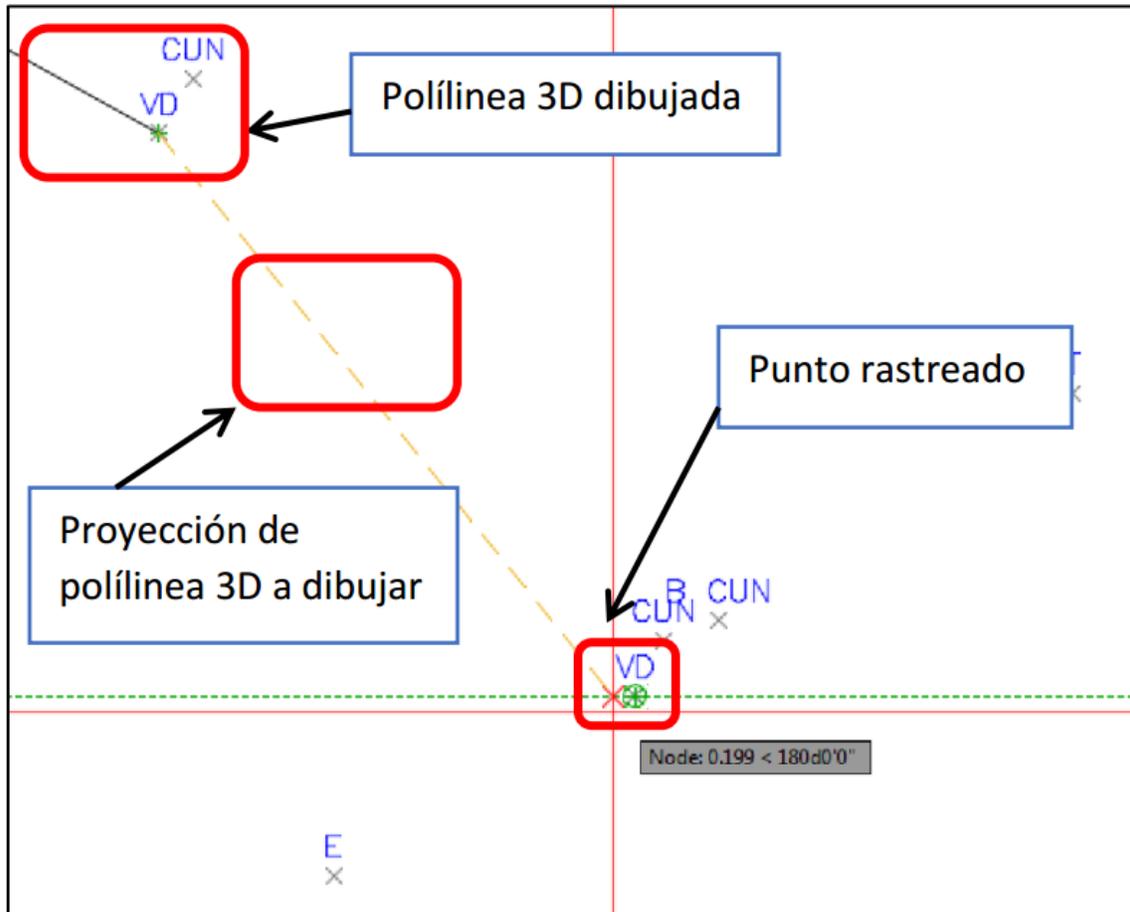


Figura No. 40 – Dibujo manual de líneas de quiebre

El segundo método se puede realizar si contamos con un archivo ACAD en donde estén dibujadas las líneas de quiebre del proyecto en desarrollo. Consiste en copiar y pegar en coordenadas originales las líneas de quiebre, para ello abrimos el archivo donde tenemos los objetos previamente dibujados, los seleccionados (se puede seleccionar solo un objeto, dar clic derecho opción **“Select Similar”** si los objetos pertenecen a una capa con las mismas características), damos clic derecho, opción portapapeles **“Clipboard”** y opción copiar **“Copy”**. Regresamos a nuestro archivo proyecto, sobre el espacio de trabajo damos clic derecho, opción portapapeles **“Clipboard”** y seleccionamos la opción pegar en coordenadas originales **“Paste to Original Coordinates”**. Verificamos que la información entre puntos y líneas de quiebre corresponda con las condiciones particulares del proyecto.

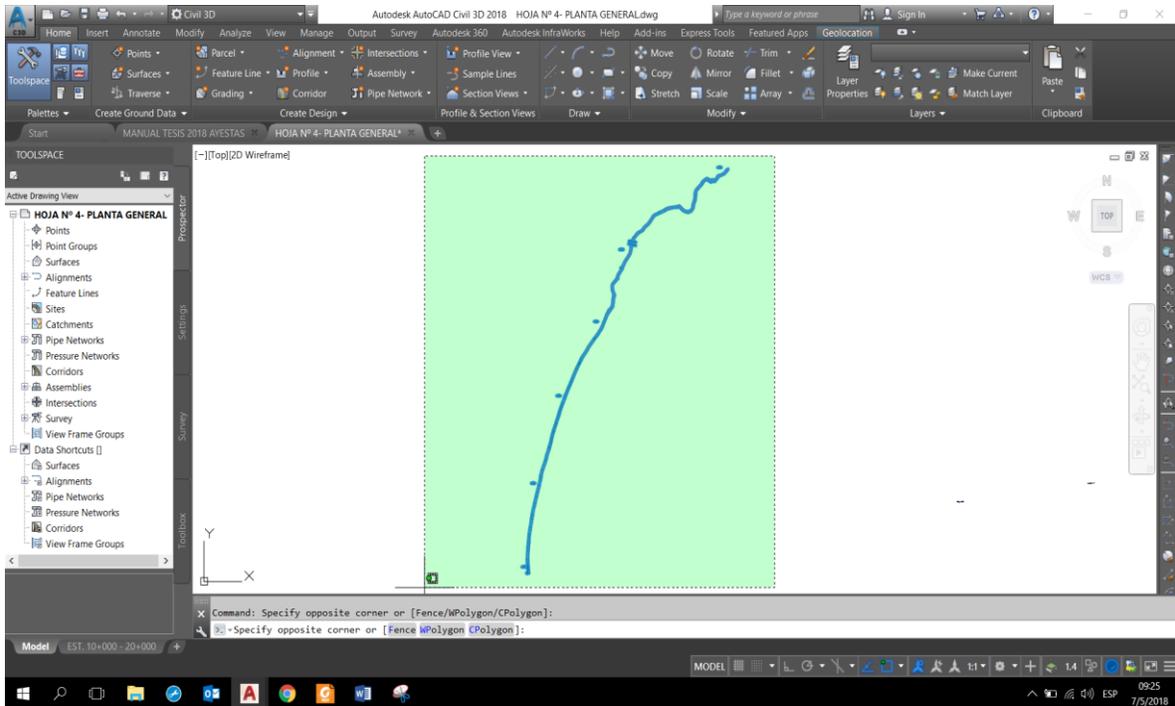


Figura No. 41 – Selección en archivo externo de líneas de quiebre

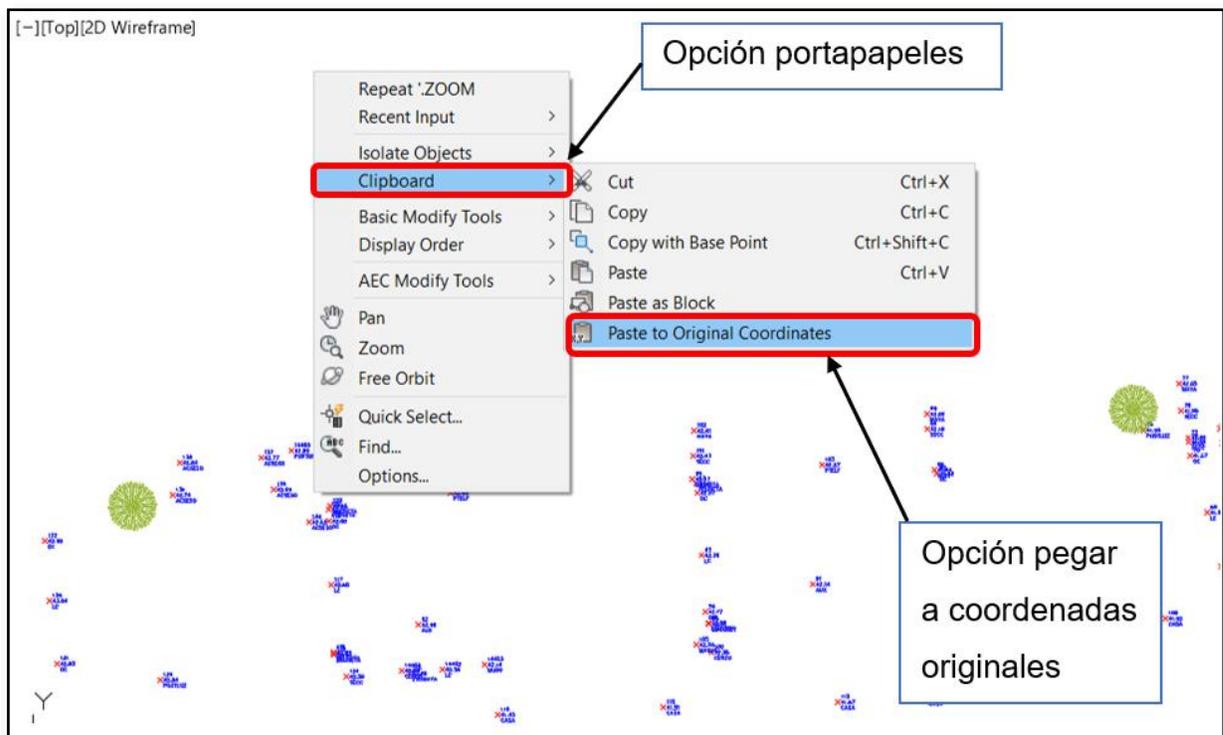


Figura No. 42 – Opción pegar en coordenadas originales

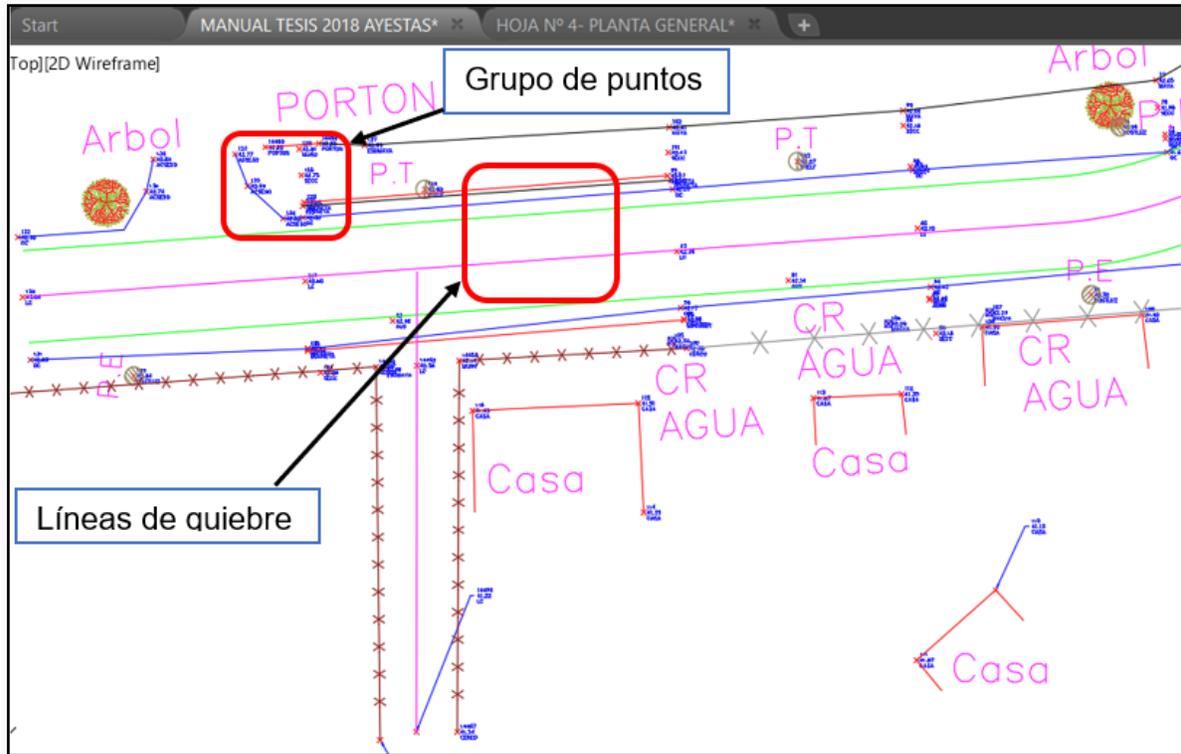


Figura No. 43 – Visualización de puntos y líneas de quiebre

### 3.2 CREACIÓN DE SUPERFICIES TIN

Una vez se haya completado la información (puntos y líneas de quiebre), continuamos con la creación de la superficie de terreno, en este caso una superficie TIN (red irregular triangular).

Para acceder a la ventana crear superficie “**Create Surface**” nos dirigimos a la ventana “**TOOLSPACE**”, opción “**Surface**”, damos clic derecho y seleccionamos la opción “**Create Surface**”.

En la ventana de creación de superficie tenemos varias opciones de configuración. Inicialmente en la opción “**Type**” buscamos y seleccionamos “**TIN Surface**”, la capa de la superficie “**Surface layer**” dejamos la que se presenta por defecto, en la opción nombre “**Name**” asignamos un nombre para reconocer la superficie de terreno, en este caso el nombre “**MALACATOYA**”.

Continuamos asignando una descripción si así lo queremos, seleccionamos el estilo “**Style**” = “**Contuors 1m and 5m (Background)**” y finalizamos seleccionando “**Render Material**” = “**ByBlock**” y dando clic en el botón “**Ok**”.

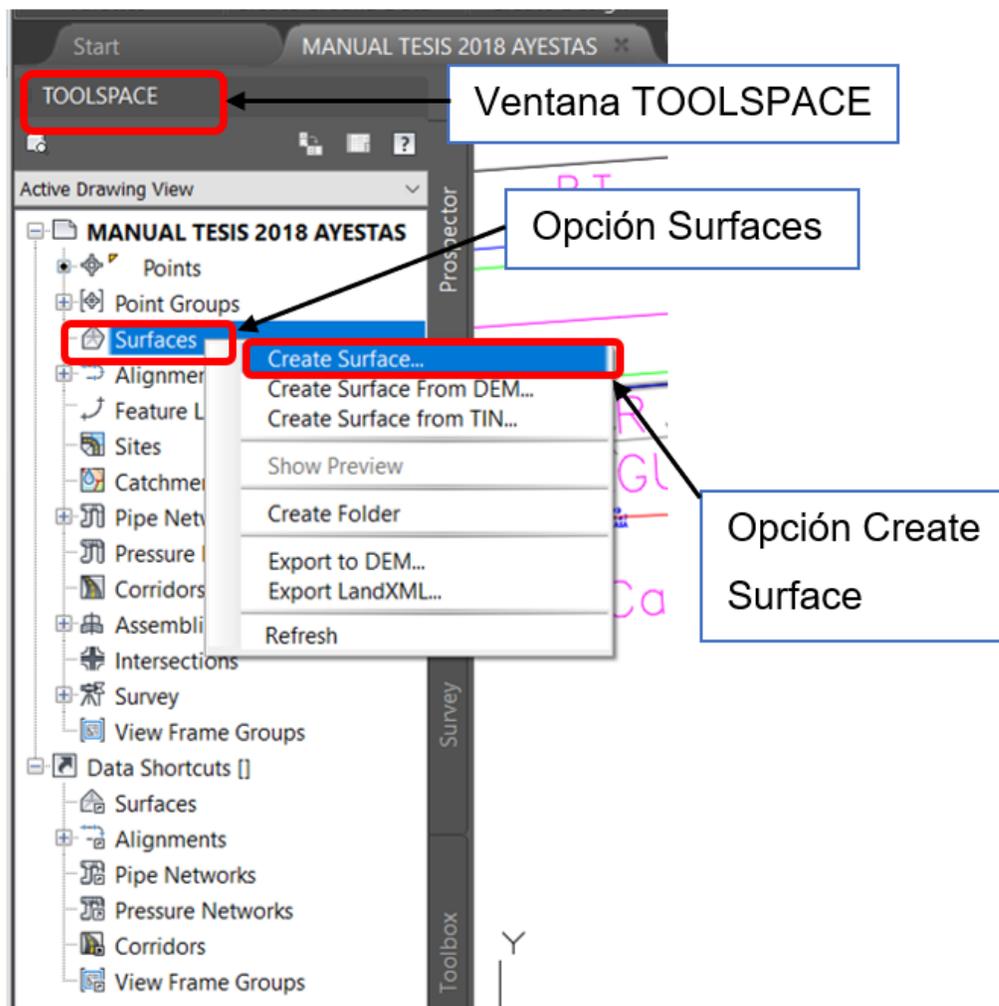


Figura No. 44 – Creación de superficie de terreno

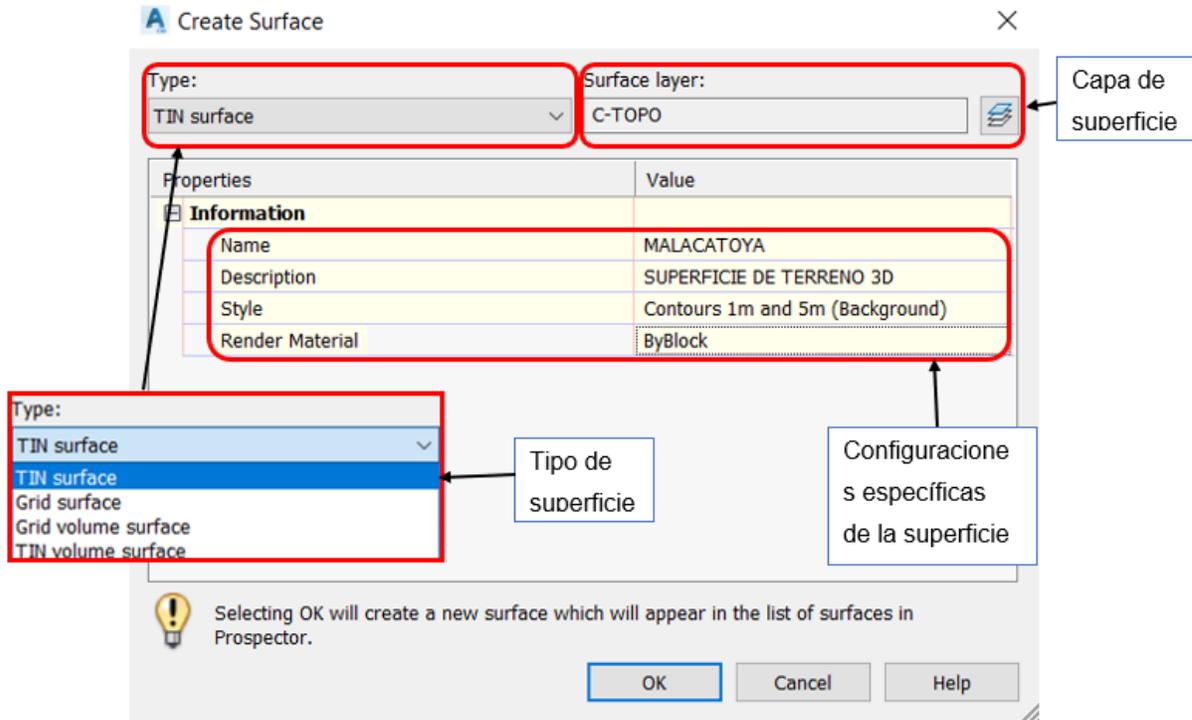


Figura No. 45 – Ventana creación de superficie de terreno

Una vez creada la superficie de terreno, la opción “**Surfaces**” de la ventana “**TOOLSPACE**” aparece en modo desplegable (lista), en primer orden encontramos la superficie creada “**MALACATOYA**” al desplegar esta opción, encontramos 3 ítems de segundo orden “**Masks**”, “**Watersheds**” y “**Definition**”. Para efectos del manual solo se trabajará la opción “**Definition**” y de manera general se realizará una descripción de los sub-ítems de esta opción.

**Boundaries:** Limitación de la superficie a un área o espacio determinado por un elemento existente (polilínea cerrada).

**BreakLines:** Líneas de Quiebre naturales del terreno, líneas o polilíneas 3D que permiten detallar mejor la superficie.

**Contours:** Curvas de Nivel del terreno o polilíneas con elevación.

**DEM files:** Superficie rectangular existente (Modelo Digital de Elevaciones).

**Drawing Objects:** Elementos del dibujo como puntos, líneas y bloques.

**Edits:** Edición de superficie (edición de triángulos, puntos, etc.)

**Points Files:** Archivo de puntos de terreno en diferentes formatos.

**Points Groups:** Grupo de puntos del terreno.

**Points Survey Queries:** La consulta de puntos de levantamiento es una referencia dinámica a los puntos que se incluyen en la base de datos de levantamientos.

**Figure Survey Queries:** La consulta de representaciones topográficas es una referencia dinámica a las figuras que se incluyen en la base de datos de levantamientos.

En nuestro caso contamos con un grupo de puntos previamente cargado y líneas de quiebre. Para adicionar los elementos con los que contamos a la superficie de terreno creada debemos hacerlo en 2 pasos. El primer paso consiste en agregar el grupo de puntos y el segundo paso en agregar las líneas de quiebre.

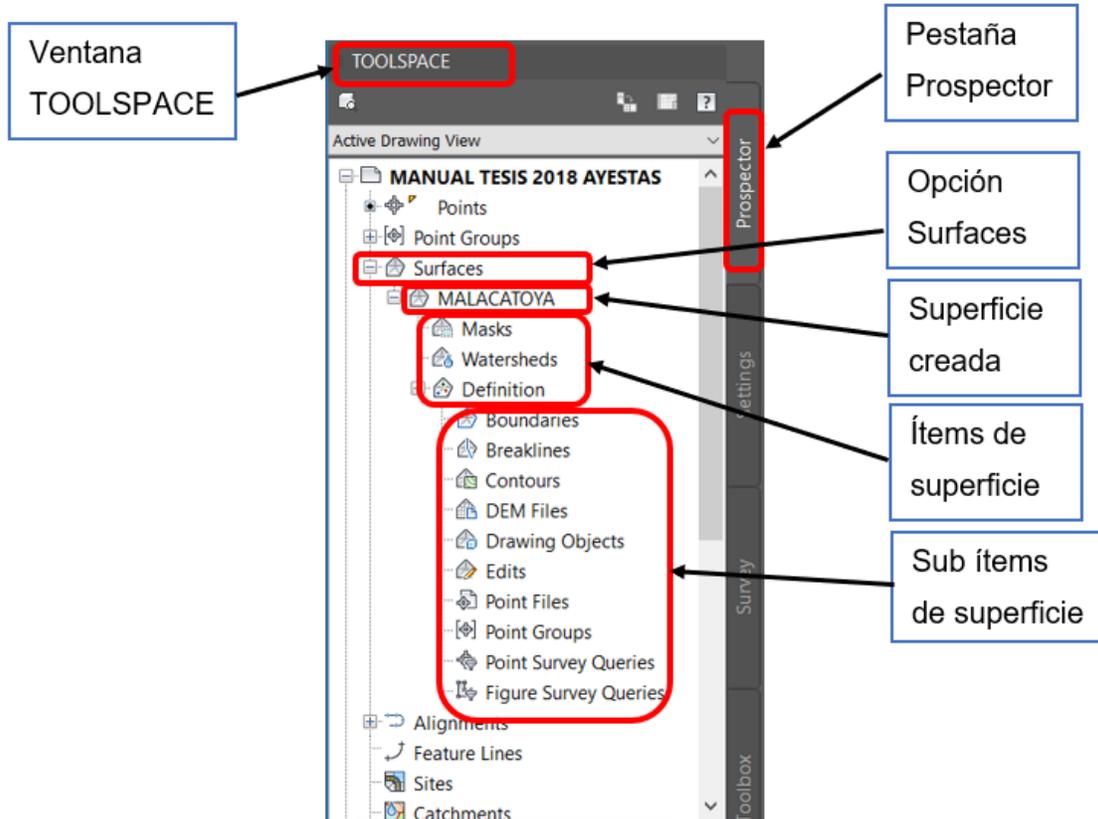


Figura No. 46 – Opciones de superficie de terreno

Para agregar el grupo de puntos usamos la opción **“Point Groups”** damos clic derecho y elegimos la opción **“Add”**. En la ventana flotante **“Poin Groups”** debemos seleccionar el grupo o subgrupo de puntos a agregar. En este caso seleccionamos la opción **“\_All Points”** con el fin de crear una superficie con todos los datos cargados previamente. Finalizamos dando clic en el botón **“Ok”**

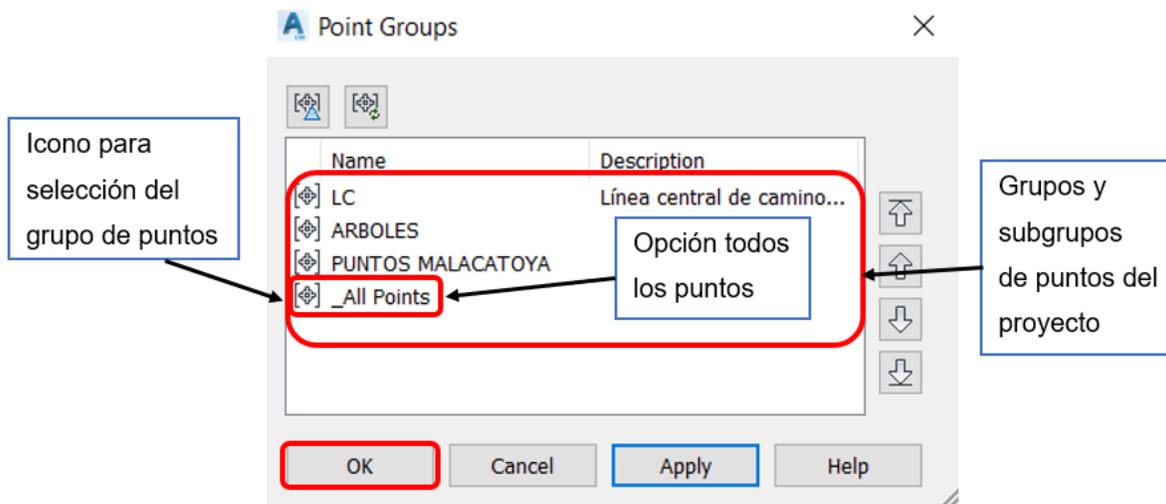


Figura No. 47 – Ventana grupos de puntos

Al ingresar los puntos el programa genera las curvas de nivel, en algunos casos al presentarse algún punto repetido el programa solo muestra una ventada indicando el punto duplicado y si uno quiere verlo haciendo un zoom hasta ese punto o simplemente damos aceptar al mensaje, ya que el que existan puntos duplicados no altera gravemente la superficie, el programa igualmente realiza la interpolación entre dichos puntos.

Automáticamente en el espacio de trabajo se muestran curvas de nivel que corresponden a la modelación de la superficie de terreno creada por datos de puntos, hasta este punto se crea la superficie en toda el área donde encuentra puntos de levantamiento, luego tenemos que afinar nuestros límites del terreno.

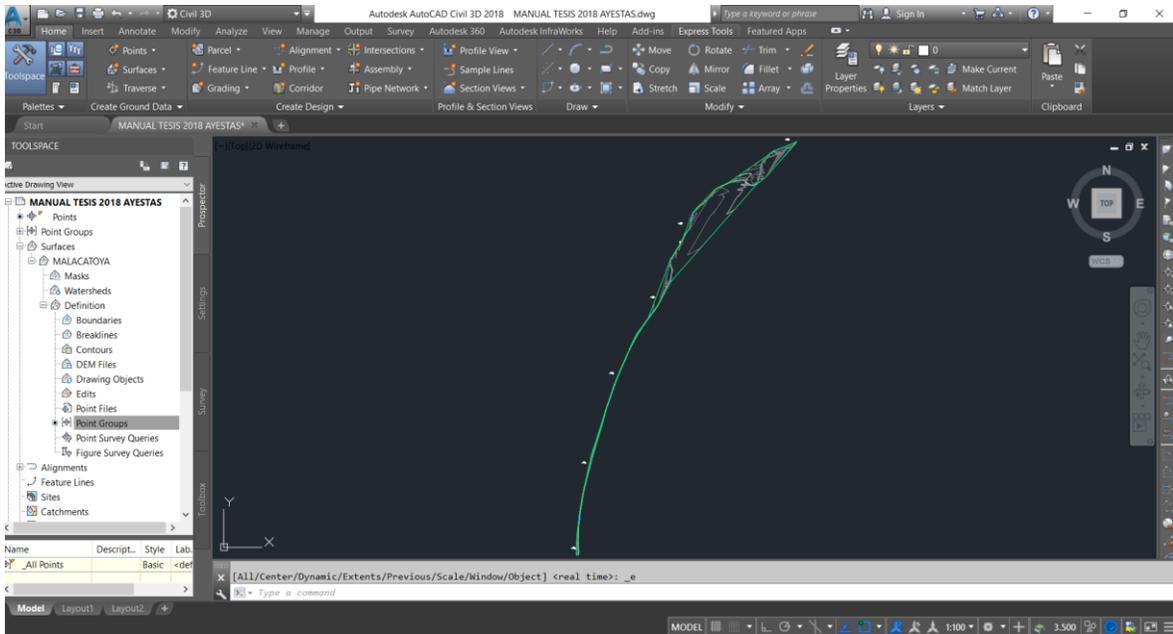


Figura No. 48 – Superficie de terreno generada con grupo de puntos

Ahora siguiendo el orden descrito anteriormente debemos agregar las líneas de quiebre a la superficie del terreno con el fin de mejorar el Modelo Digital de Terreno (MDT) creado. Inicialmente debemos aislar las líneas de quiebre de los demás objetos que se visualizan en el espacio de trabajo. Para ello seleccionamos un objeto (línea de quiebre), damos clic derecho y seleccionamos la opción **“Select Similar”**, volvemos a dar clic derecho y buscamos la opción **“Isolate Objects”** y seleccionamos **“Isolate Selected Objects”**. Una vez realizado el proceso de aislar objetos, seleccionamos la opción **“Breaklines”** (de la ventana **TOOLSPACE** apartado superficies), clic derecho y seleccionamos **“Add”** inmediatamente se inicia la ventana **“Add Breaklines”** en donde asignamos una descripción, tipo de línea de quiebre (Standard), y configuraciones específicas de modelación (Dejamos los valores por defecto). Finalizamos dando clic en el botón **“Ok”**, en la barra de comandos nos parece el mensaje **“Select objects”**, seleccionamos todas las líneas de quiebre y presionamos la tecla **“Enter”**. Para visualizar los cambios en el espacio de trabajo debemos terminar la opción “aislar”, para ello damos clic derecho en el espacio trabajo, opción **“Isolate Objects”** y seleccionamos **“End Object Isolation”**.

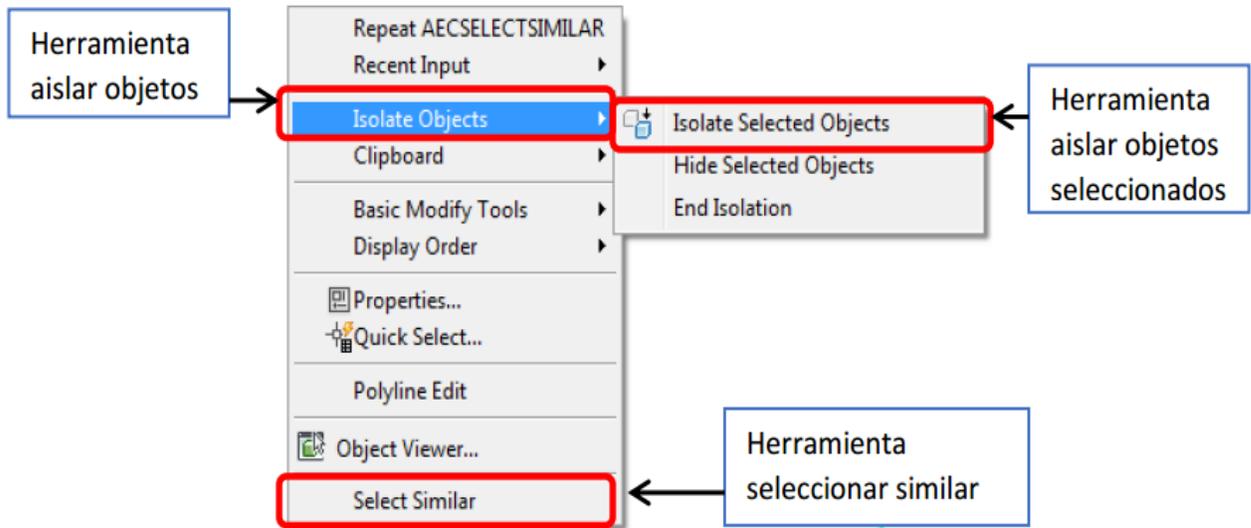


Figura No. 49 – Herramienta aislar objetos

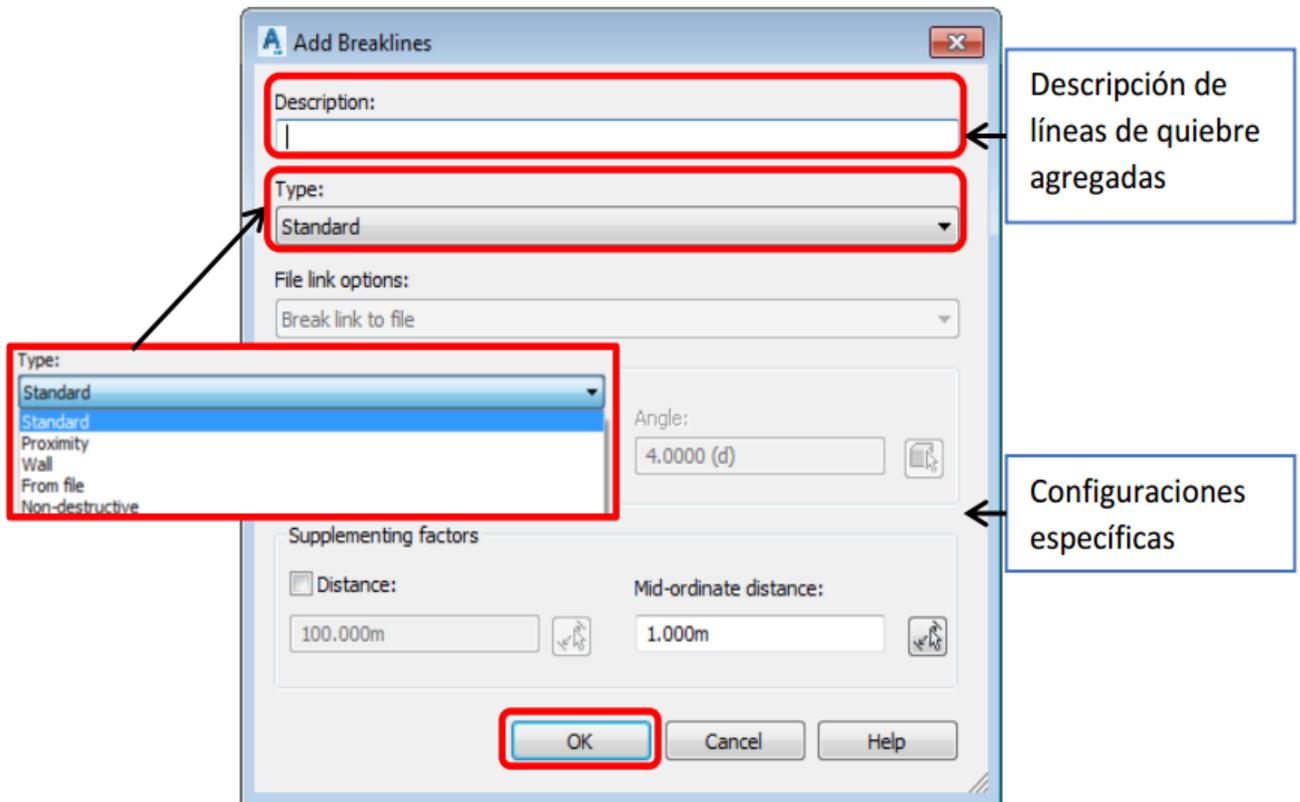


Figura No. 50 – Ventana agregar líneas de quiebre

### 3.3 DEFINICIÓN DE SUPERFICIES TIN

Una vez creada la superficie de terreno es necesario realizar una definición de la misma en cuanto a parámetros de modelación (Longitud máxima de triángulos). Para realizar esta acción seleccionamos la superficie de terreno que se visualizará en el espacio de trabajo, damos clic derecho y seleccionamos la opción “**Surface Properties**”, inmediatamente se inicia la ventana “**Surface Properties – MALACATOYA**”

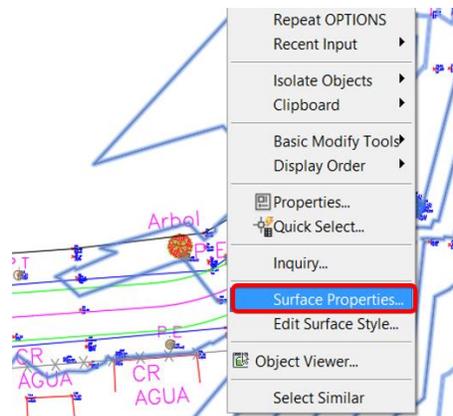


Figura No. 51 – Herramienta Surface properties

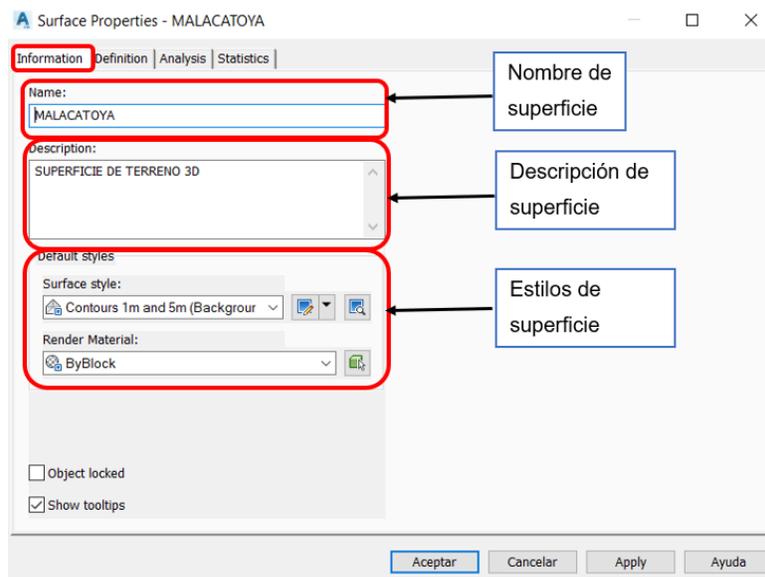


Figura No. 52 – Ventana Surface properties

Para restringir la longitud de los triángulos de la superficie de terreno, nos dirigimos a la pestaña “**Definition**”, desplegamos el menú “**Build**”, y en la opción “**Use maximum triangle length**” = **Yes**, y en la opción “**Maximum triangle length**”, definimos el valor con el cual queremos realizar la modelación de triángulos de la superficie de terreno, en nuestro ejemplo indicaremos que los triángulos sean con 0.50m de longitud esto obedece a que la sección del camino es algo angosta y los puntos del levantamiento topográfico están cercanos por lo que la interpolación es de corta distancia entre puntos y por ende así la triangulación.

Finalizamos dando clic en el botón “**Aceptar**” y seleccionamos la opción “**Rebuild the Surface**” de la ventana emergente que aparece. En nuestro caso por esta vez no será necesario definir longitud máxima de triangulación.

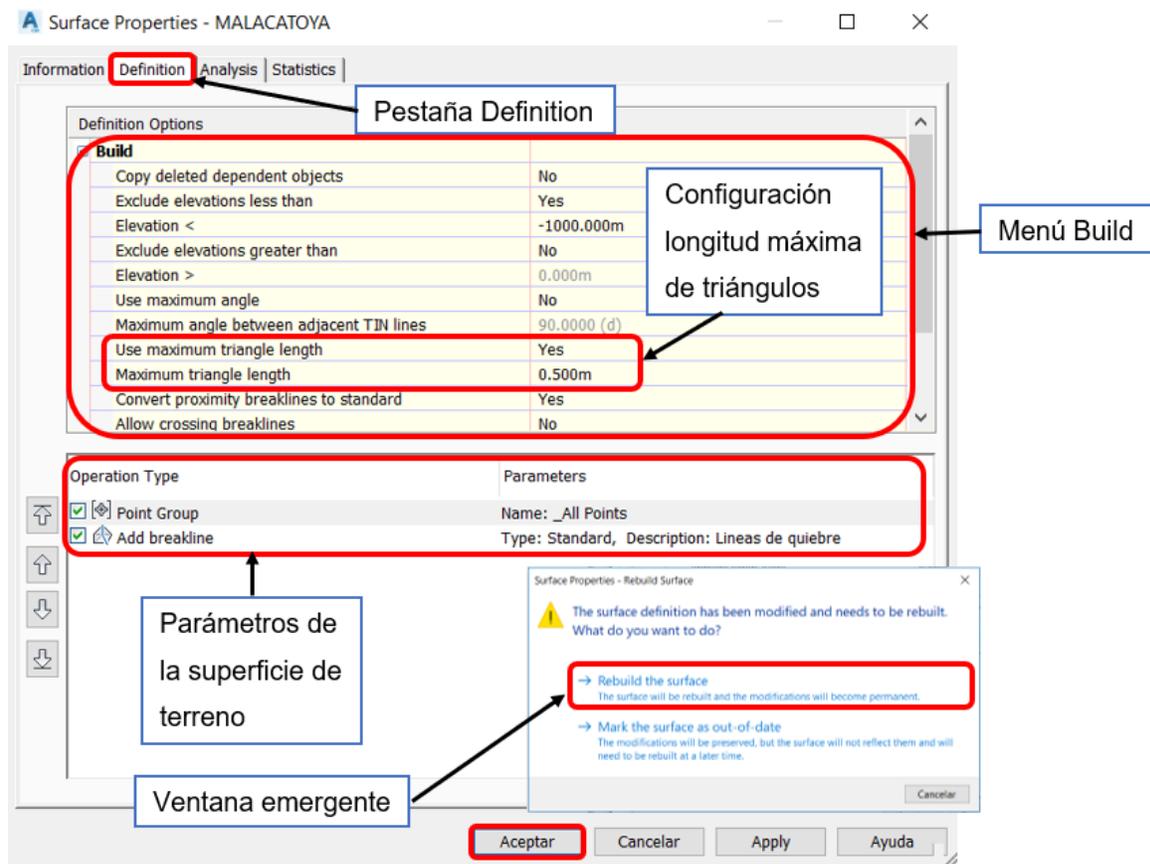


Figura No. 53 – Ventana Surface properties (2)

### 3.4 ETIQUETAS DE SUPERFICIES TIN

Para finalizar el capítulo de superficies de terreno, solo nos queda agregar etiquetas de cotas a las curvas de nivel. Para agregar etiquetas “**Labels**” nos dirigimos a los botones de grupo, botón “**Annotate**”, sección “**Labels & Tables**”, y desplegamos la opción “**Add Labels**”, desplegamos la opción “**Surface**” y damos clic en “**Add Surface Labels**”

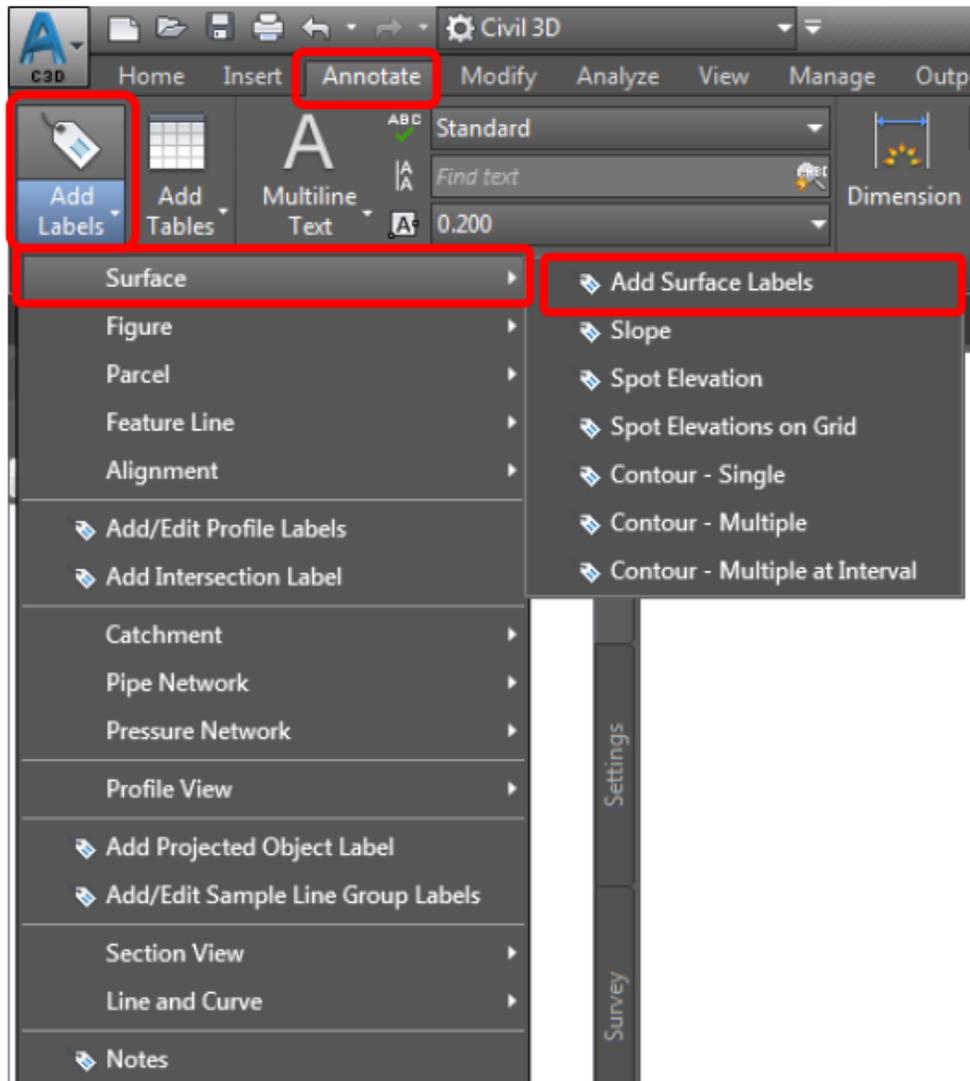


Figura No. 54 – Herramienta etiquetas de superficie

Se inicia la ventana “**Add Labels**” donde inicialmente se realizarán las siguientes configuraciones:

**Feature:** seleccionamos la opción “**Surface**”

**Label type:** seleccionamos la opción “**Contour – Multiple**”

**Major contour label style:** seleccionamos la opción “**Existing Major Labels**”, (esta opción será editada más adelante)

**Minor contour label style:** seleccionamos la opción “**<none>**”

**User contour label style:** seleccionamos la opción “**<none>**”

Una vez realizadas las configuraciones anteriores, vamos a editar la opción “**Major contour label style**”, en donde seleccionamos previamente la etiqueta “**Existing Major Labels**”.

Para editar la etiqueta de las curvas de nivel mayores o principales, damos clic en el icono adyacente a la etiqueta , opción “**Edit Current Selection**”. Se inicia la ventana “**Label Style Composer – Existing Major Labels**”, nos dirigimos a la pestaña “**Layout**” ítem “**Text Height**” y asignamos un valor de 1.2 (valor correspondiente a una plantilla para escala 1:1000), damos clic en “**Aceptar**” para regresar a la ventana “**Add Labels**”, damos clic en el botón “**Add**” y en la barra de comandos se muestra la siguiente información: “**ADDCONTOURLABELING Specify first point or [Objects]:**” y una vez que se da el primer clic sale el siguiente mensaje: “**ADDCONTOURLABELING Specify next point:**” que nos indica que debemos dar clic nuevamente al interior de la superficie de terreno en donde se desea agregar las etiquetas de cotas, ambos clic deben estar localizados en un rango dentro de la superficie o curvas de nivel, y así sucesivamente hasta completar el etiquetado tal como queramos mostrar nuestro diseño.

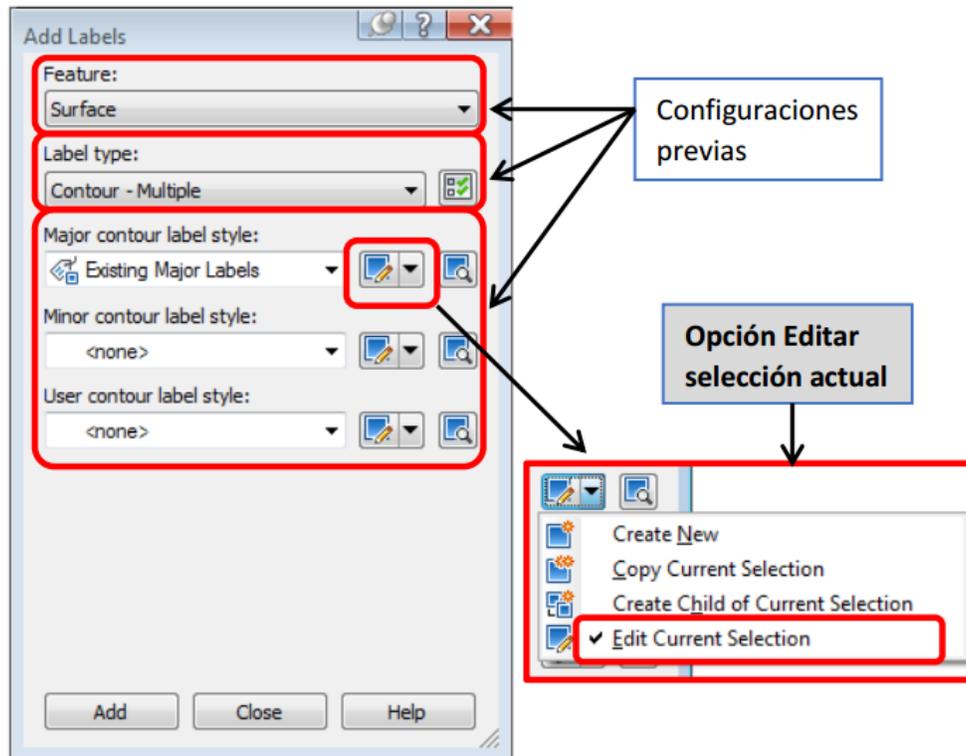


Figura No. 55 – Ventana agregar etiquetas

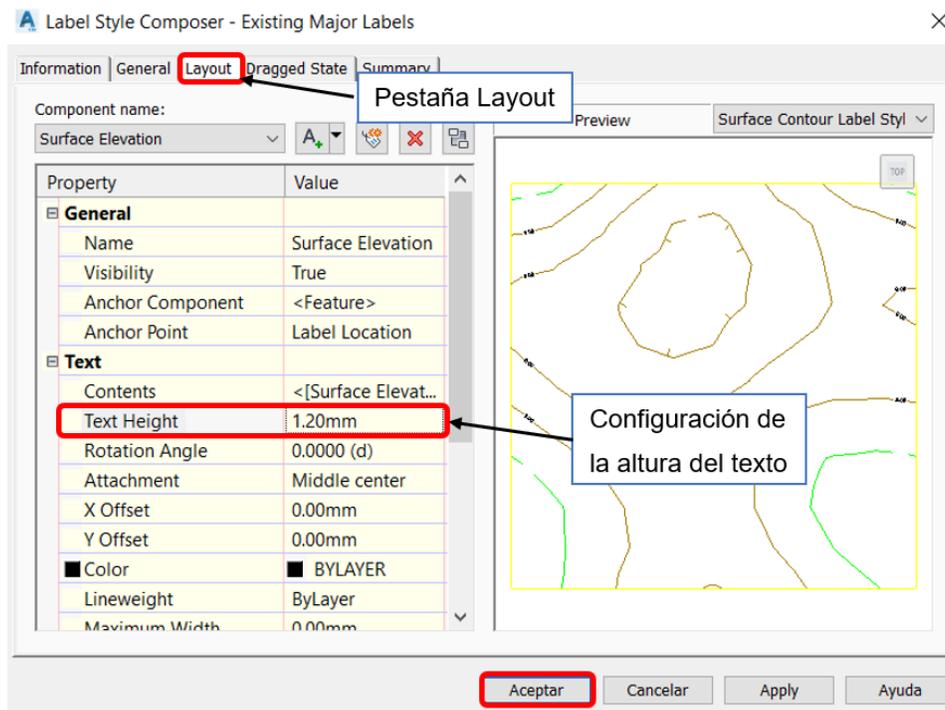


Figura No. 56 – Ventana creador de estilo de etiqueta

Cuando estemos agregando las etiquetas, si deseamos dirigirnos a otro lado de la superficie sin seguir marcando etiquetas solo damos a la tecla “**Esc**” sin salir de la ventana “**Add Labels**” nos dirigimos al área la cual queremos etiquetar y nuevamente damos clic en “**Add**” y procedemos nuevamente con los pasos de selección de rangos entre las curvas de nivel recordando no salirnos de la superficie en cuestión para el correcto etiquetado de curvas.

Finalizamos el comando oprimiendo la tecla “**Enter**” y dando clic en el botón “**Close**” de la ventana “**Add Labels**”.

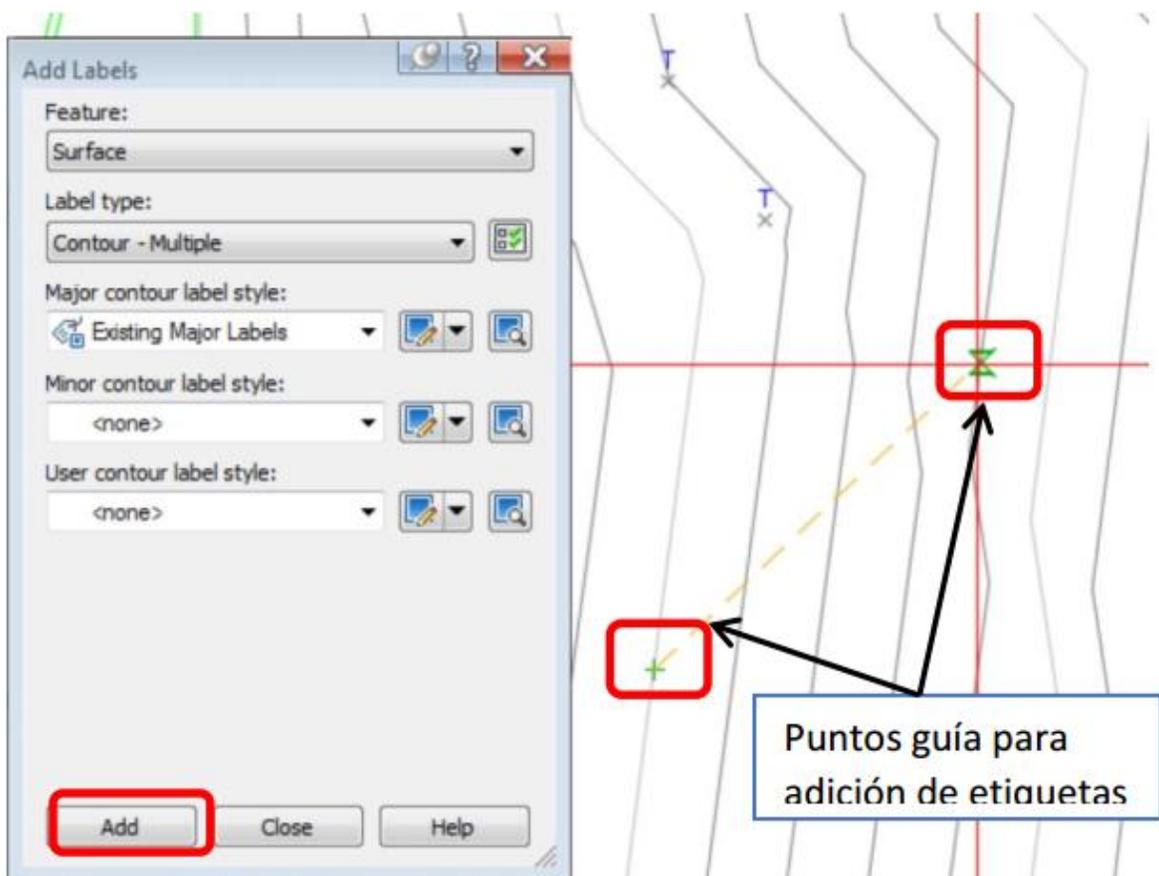


Figura No. 57 – Adición de etiquetas a la superficie de terreno

## CAPITULO 4 – ALINEAMIENTO HORIZONTAL

### 4.1 TRAZADO DE ALINEAMIENTOS SIMPLES

Los alineamientos horizontales en AutoCAD CIVIL 3D, son la base para la modelación de tuberías, canales y vías. El programa ofrece diversas maneras para crear alineamientos horizontales, en este manual se tratará la forma de crear un alineamiento de manera asistida (semiautomática) mediante la herramienta “**Alignment Creation Tools**”.

Para Crear el alineamiento horizontal, nos dirigimos al grupo de botones, botón “**Home**”, sección “**Create Design**”, desplegamos la opción “**alignment**” y seleccionamos “**Alignment Creation Tools**”.

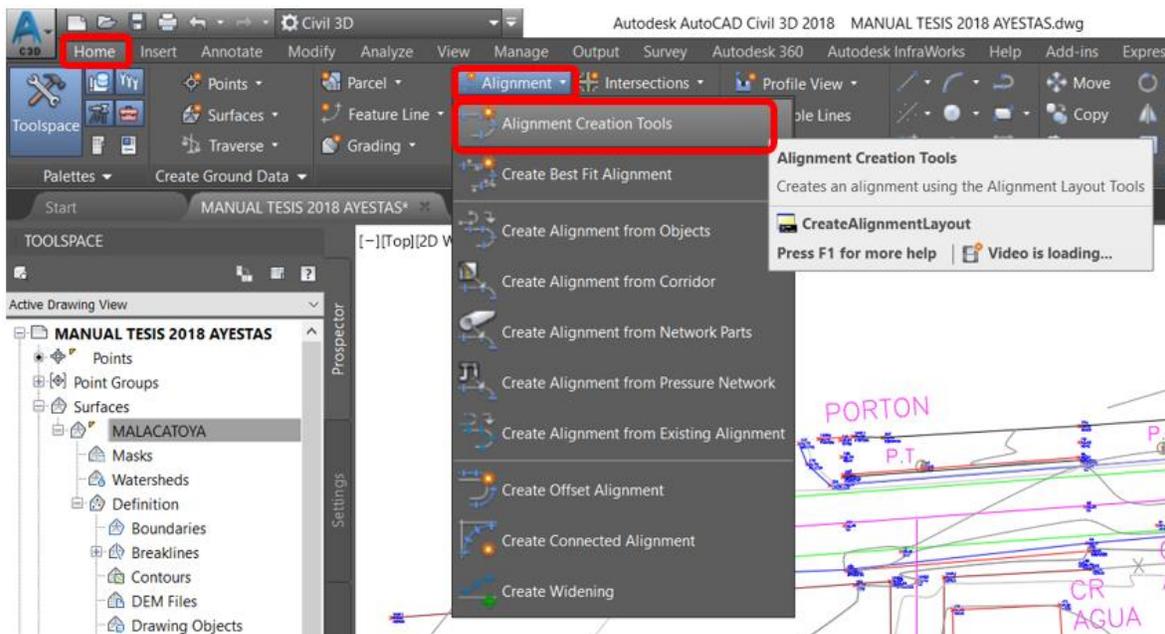


Figura No. 58 – Herramienta de creación de alineamientos

Se inicia la ventana “**Create Alignment – Layout**” que se configura de la siguiente manera:

**Name:** asignamos un nombre para identificar el alineamiento.

**Type:** seleccionamos la opción “**Centerline**”

**Descripción:** asignamos una breve descripción del alineamiento (opcional)

**Starting station:** asignamos la abscisa inicial del alineamiento

**Pestaña “General” – Site:** seleccionamos la opción “**<none>**”.

**Pestaña “General” – Alignment style:** seleccionamos la opción “**Proposed**”

**Pestaña “General” – Alignment label set:** seleccionamos la opción por “**\_No Labels**”. (más adelante se tratará el tema de etiquetas del alineamiento)

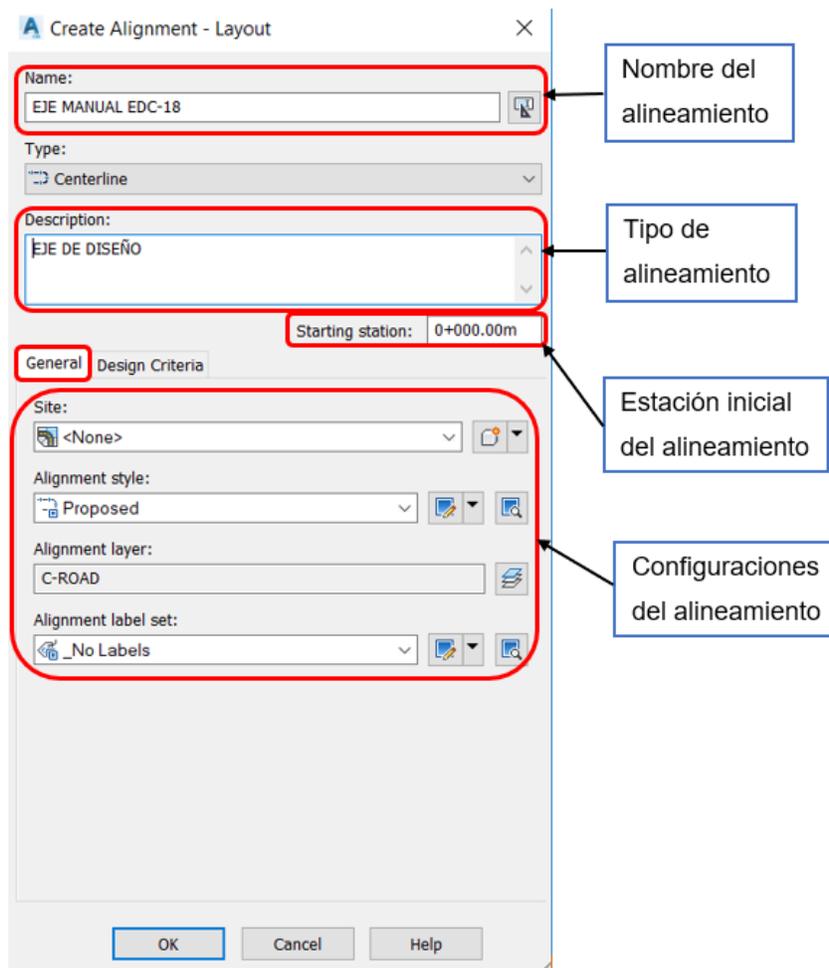


Figura No. 59 – Ventana crear alineamiento

**Pestaña “Design Criteria” – Starting design speed:** asignamos la velocidad de diseño según las características del proyecto (Para el tramo en cuestión Granada – Malacatoya asignaremos una velocidad de diseño de 40km/h **ver ANEXO 1**)

**Pestaña “Design Criteria” – Use criteria-based design:** para efectos del manual trabajaremos con las normas de diseño AASHTO 2011 cargadas al programa. (Nota: seleccionaremos el porcentaje de sobreelevación máxima de 8% debido a las características del proyecto Tramo Granada – Malacatoya)

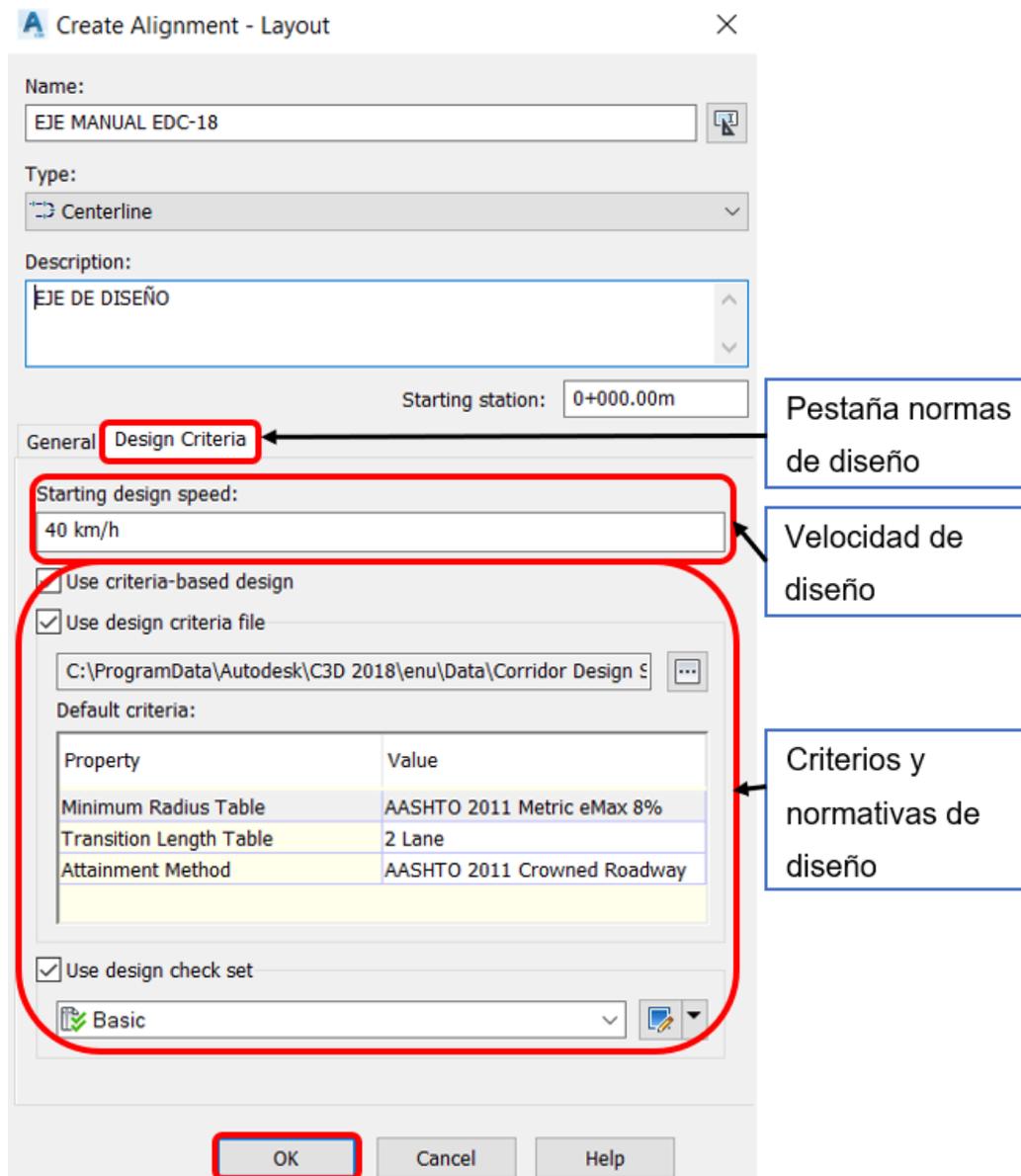


Figura No. 60 – Ventana crear alineamiento (2)

Una vez realizadas las configuraciones, finalizamos dando clic en el botón “Ok”.

Podemos observar que automáticamente se inicia la ventana “**Alignment Layout Tools – EJE MALACATOYA**”. Antes de iniciar el trazado del alineamiento, se realiza una breve descripción de los iconos de la ventana.

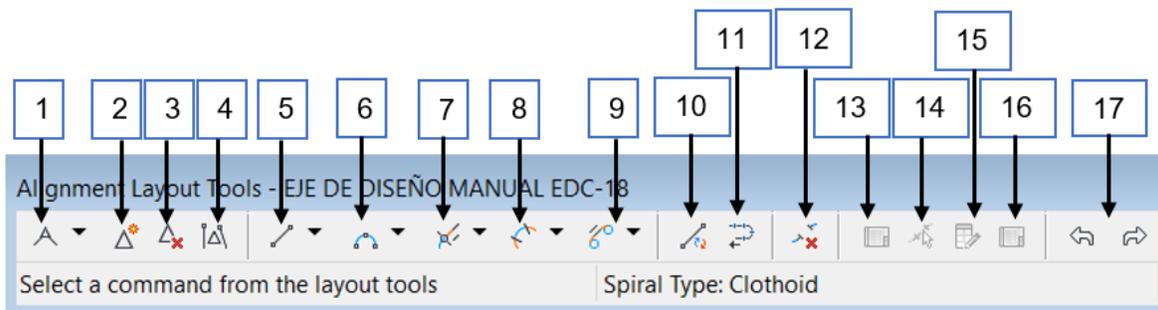


Figura No. 61 – Ventana herramienta de composición de alineamiento

### 1. Configuración y dibujo de alineamientos con tangentes

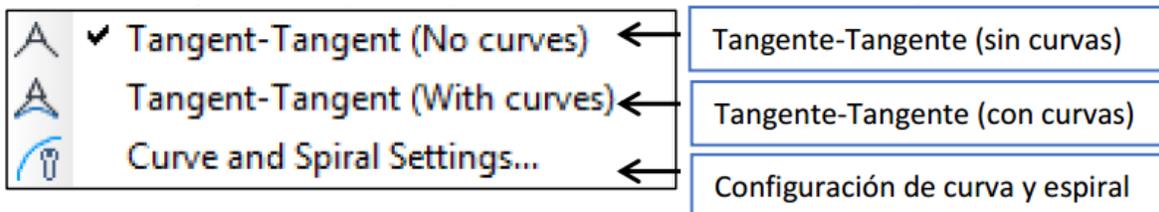


Figura No. 62 – Ventana configuración y dibujo de alineamientos con tangentes

Las opciones “**Tangent-Tangent (no curves)**” y “**Tangent-Tangent (with curves)**” hacen referencia al dibujo de alineaciones con solo tangentes y tangentes con curvas de radios previamente configurados o valores por defecto respectivamente.

Para configurar los parámetros generales para la creación de curvas (circulares o espirales) necesitamos la opción “**Curve and Spiral Settings**”. Esta opción no es necesario configurarla debido a que cada curva obedece a un diseño específico previamente definido.

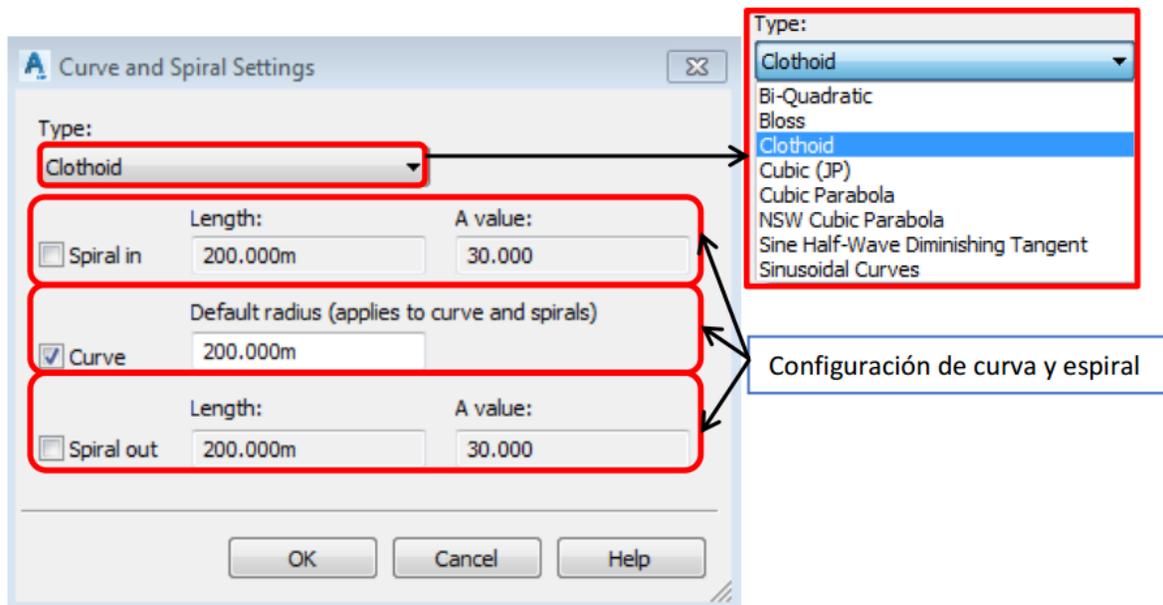


Figura No. 63 – Ventana configuración de curva y espiral

2. **Insert PI:** inserta un nuevo PI a lo largo de una tangente establecida
3. **Delete PI:** suprime un PI a lo largo de un alineamiento establecido.
4. **Break-apart PI:** corta (separa) las líneas de extensión que forma un PI cuando se ha definido una curva, con el objeto de bloquear el movimiento en parte de la curva. Cuando solo se cuenta con un PI sin curva, separa o “quiebra” parte del alineamiento de tal forma que visualmente se aprecia como si tuviéramos dos alineamientos.
5. **Creación de entidades tipo línea:** permite crear líneas fijas, flotantes y de tipo libre.

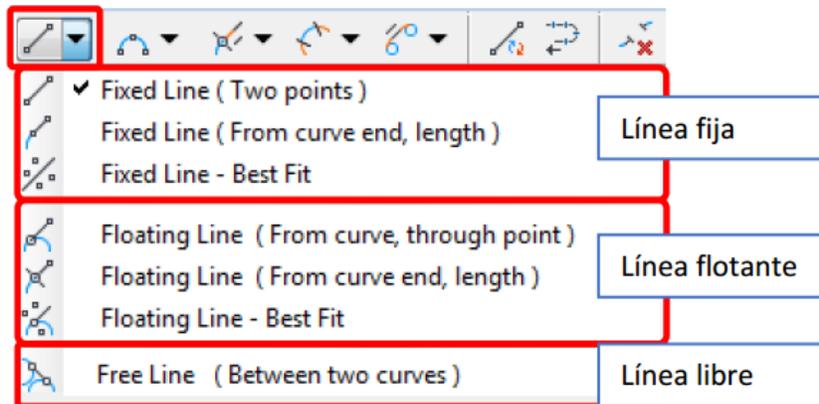


Figura No. 64 – Opciones de creación entidad tipo línea

6. **Creación de entidades tipo curva:** permite crear curvas fijas, flotantes y de tipo libre.

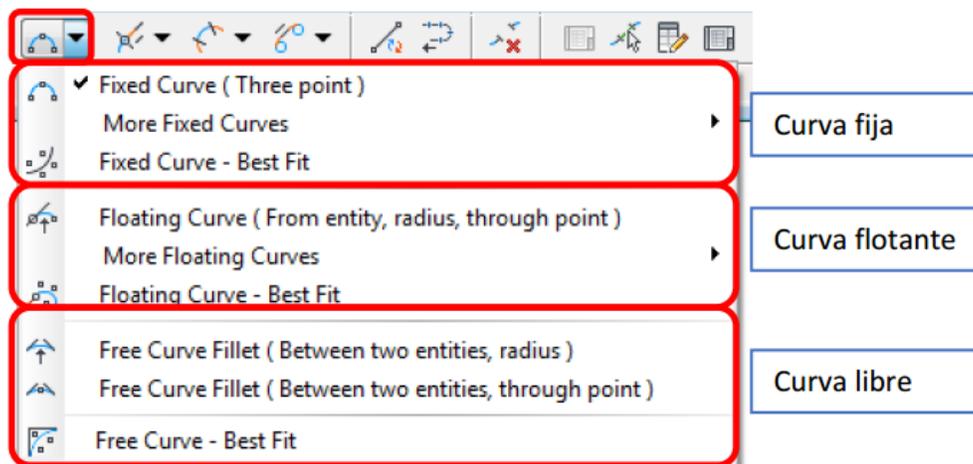


Figura No. 65 – Opciones de creación entidad tipo curva

7. **Creación de entidad de grupo tipo línea con espiral**

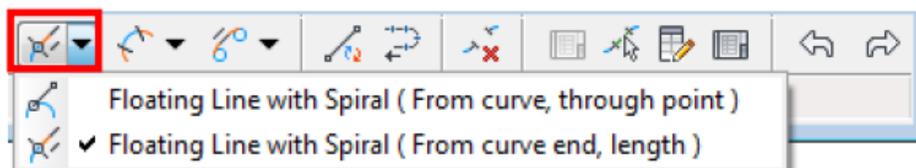


Figura No. 66 – Opciones de creación entidad de grupo tipo línea con espiral

8. Creación de entidad de grupo tipo curva flotante con espiral, curva en “S” flotante con espirales, curva espiral-curva-espiral libre, curva ovoide con espirales y curvas libres y curva en “S” con transiciones y curva libre.

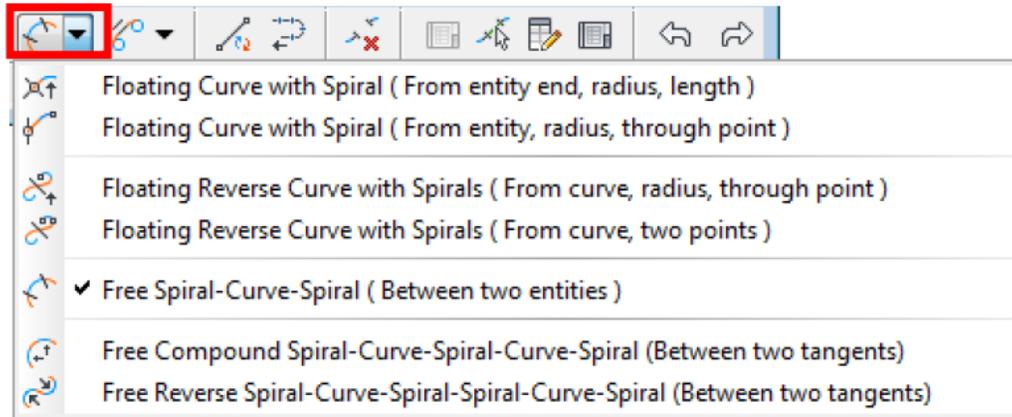


Figura No. 67 – Opciones de creación entidad de grupo curvas especiales

9. Creación de entidad de grupo tipo espiral fija, espiral libre, curva ovoide con espiral libre, curva en “S” con espiral libre, curva ovoide con espiral con espirales y línea libre y curva en “S” con espirales y línea libre.

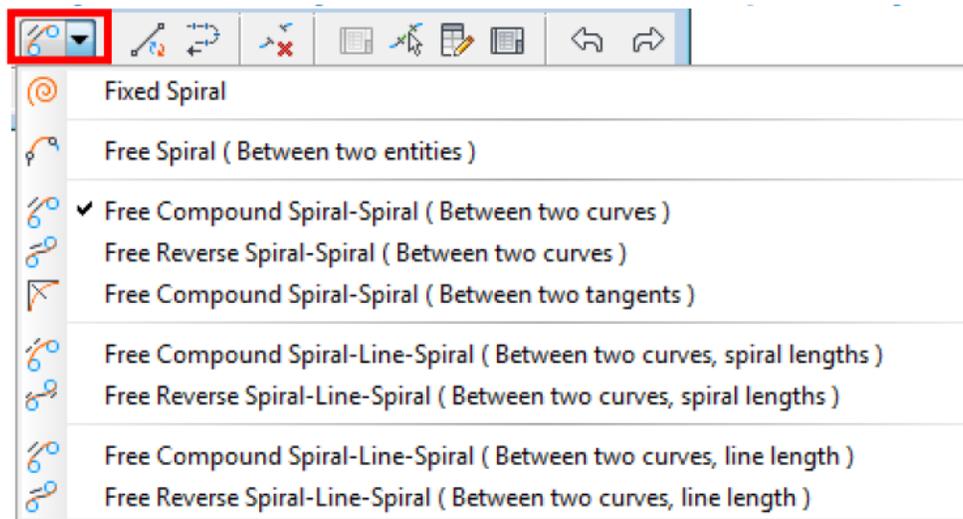


Figura No. 68 – Opciones de creación entidad de grupo curvas especiales (2)

- 10. Convert AutoCAD line and arc:** permite convertir objetos tipo líneas o arcos en entidades de alineación como curvas o tangentes.
- 11. Reverse Sub-entity Direction:** permite invertir la orientación de una subentidad (tangente o curva).
- 12. Delete Sub-entity:** permite suprimir subentidades (tangentes o curvas) de un alineamiento.
- 13. Edit best fit data for all entities:** permite editar datos de ajuste óptimo cuando utilizamos este tipo de entidades en alineamientos.
- 14. Pick Sub-entity:** permite designar una subentidad como actual para posteriormente enlazar con el editor de subentidades (No. 15)
- 15. Sub-entity Editor:** permite visualizar información de la subentidad seleccionada.
- 16. Alignment Grid View:** permite visualizar y modificar parámetros geométricos de cada subentidad de la cual se compone un alineamiento.
- 17. Botones deshacer y rehacer**

Ahora conociendo las herramientas de la ventana “**Herramienta de Composición de Alineación**” (ver figura No. 61), continuamos con el trazado del alineamiento.

Lo primero que se debe hacer es desplegar la herramienta “**Configuración y dibujo de alineamiento con tangentes**” (ver ítem 1) y seleccionar la opción “**Tangent-Tangent (with curves)**”, en la barra de comandos se muestra en el siguiente mensaje: “**Specify start point**” en donde debemos dar clic en el punto inicial donde inicia el alineamiento, y seguido del punto de inicio nos solicita “**Specify next point**” y con ello vamos dando clic en puntos estratégicos por donde deba realizar el recorrido eje de diseño. Para finalizar el trazado presionamos la tecla “**Enter**”.

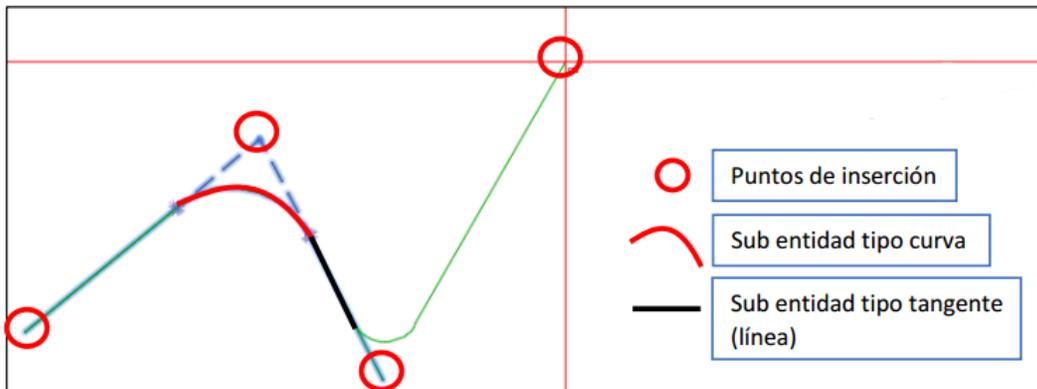


Figura No. 69 – Trazado del alineamiento horizontal

Todo lo mencionado anteriormente es cuando iniciamos un proyecto desde cero donde pondremos nuestros criterios ingenieriles para determinar la mejor ruta según las características que predominen nuestro proyecto y sus alrededores.

En nuestro caso como ya tenemos el alineamiento únicamente seleccionamos la opción **“Create Alignment from Objects”** del menú **“Alignment”** y seleccionamos el alineamiento que deberíamos tener como un solo objeto, una sola polilínea para poder realizar la fácil selección y creación del alineamiento en el programa.

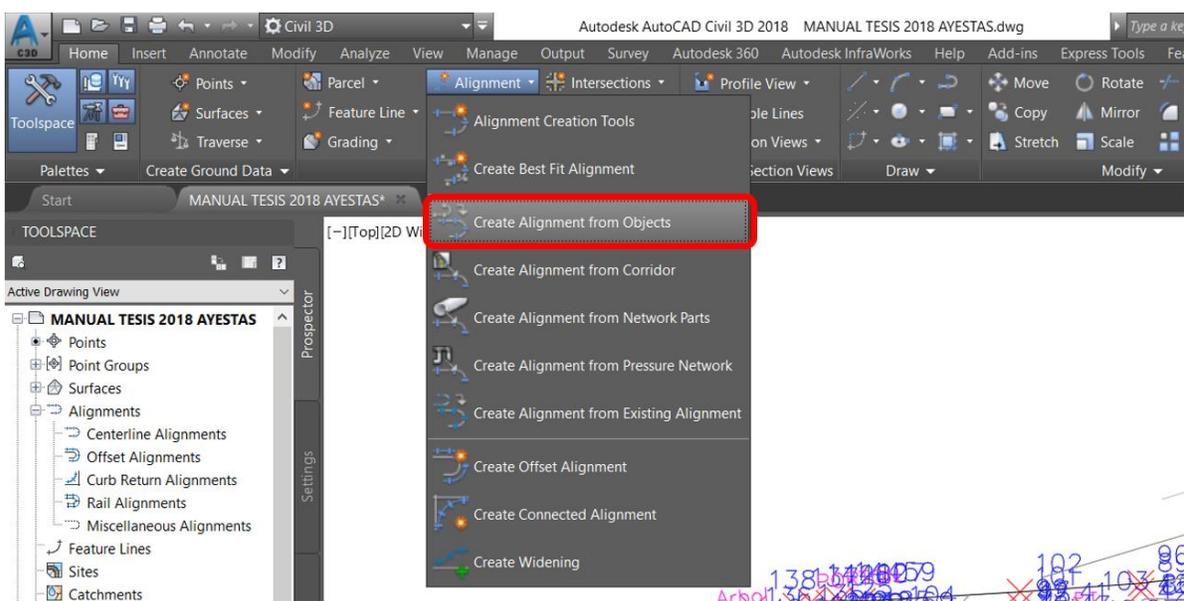


Figura No. 70 – Creación de alineamiento a partir de un objeto

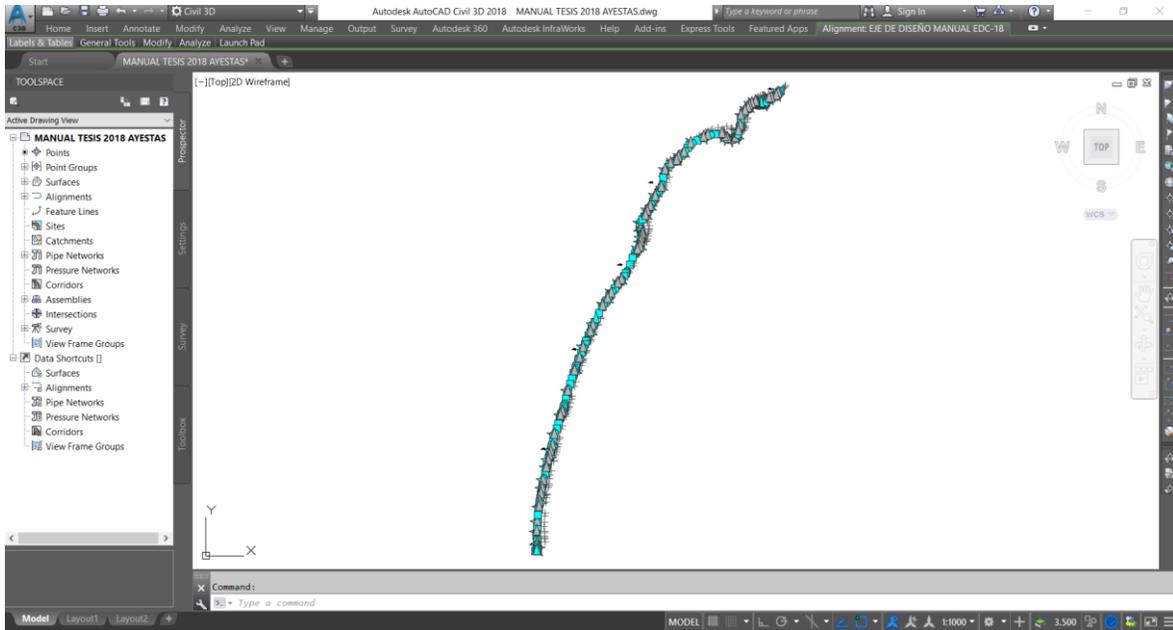


Figura No. 71 – Trazado del alineamiento horizontal - General

## 4.2 ESTILO DE ALINEAMIENTOS

Una vez creado el alineamiento, es necesario modificar el color y tipo de línea con el fin de obtener una mejor visualización del mismo, para ello seleccionamos el eje de diseño (alineamiento o alineación), damos clic derecho sobre el espacio de trabajo y seleccionamos la opción **“Edit Alignment Style”**. Se inicia la ventana **“Alignment Style – Proposed”**, nos dirigimos a la pestaña **“Display”** y configuramos el color, tipo y espesor de línea de acuerdo con las necesidades del proyecto.

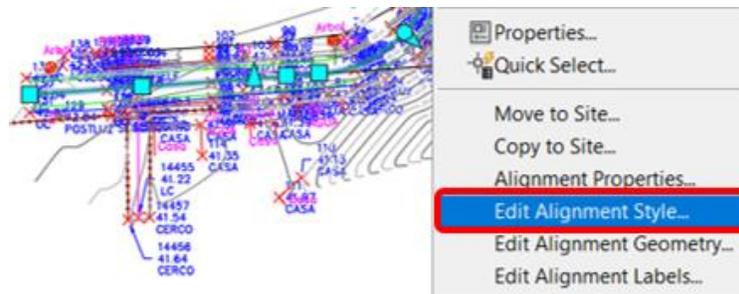


Figura No. 72 – Herramienta edición del estilo de alineamiento

Siguiendo con el desarrollo del manual, se tomarán como estilo del alineamiento las siguientes configuraciones:

Visibilidad: componente “**Line Extensions**” = apagada

Capa: capa por defecto según objeto

Color de línea: componentes líneas, curva y espiral = Red (1)

Tipo de línea: componentes líneas, curva y espiral = 0.35mm

Espesor de línea: componentes líneas, curva y espiral = 0.35mm

Finalizamos la configuración dando clic en el botón “**Aceptar**”

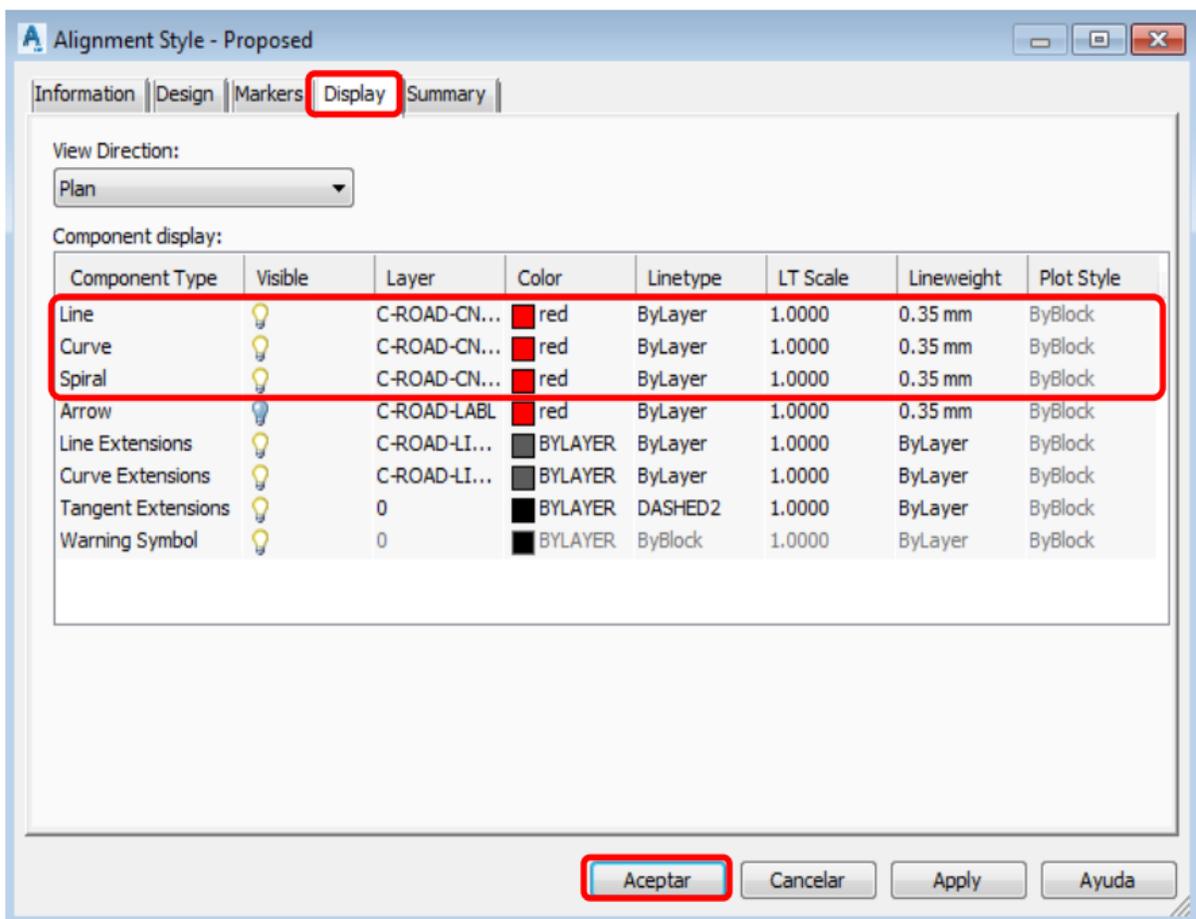


Figura No. 73 – Configuración estilo de alineamiento

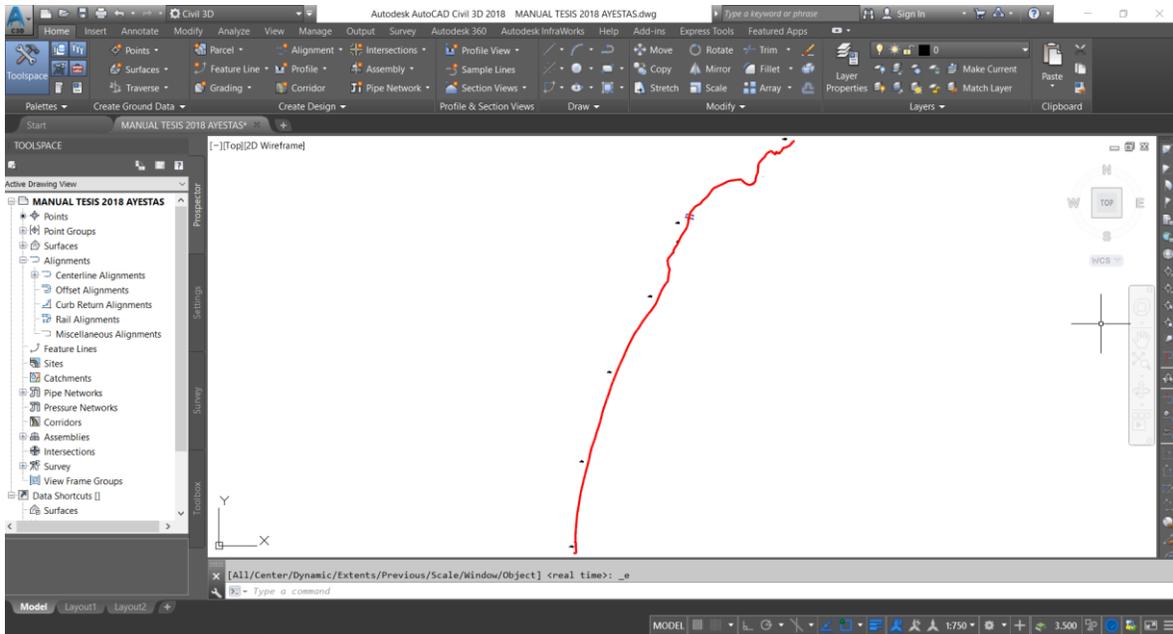


Figura No. 74 – Estilo final del alineamiento

### 4.3 EDICIÓN AL TRAZADO DE ALINEAMIENTOS

Anteriormente se explicó el procedimiento de creación de un alineamiento, ahora y debido a las condiciones particulares es necesario realizar una edición al trazado con el fin de conseguir el mejor ajuste que cumpla con la normatividad vigente. El ajuste geométrico de un alineamiento consiste en insertar o suprimir PI's aumentar o disminuir radios de curvatura o longitudes de espiral, reubicar PI's, de tal forma que se logre la consistencia en el trazado cumpliendo además con la normatividad vigente.

**Mover un PI:** para mover un PO, solo basta con seleccionar el alineamiento y buscar la curva a mover, esta curva estará compuesta por diferentes nodos entre los cuales encontramos nodos circulares y nodos triangulares, el **nodo triangular vertical** es el nodo de movimiento o desplazamiento de un PO. Seleccionamos el

nodo en mención (nodo triangular vertical) y lo ubicamos en el lugar más adecuado según la necesidad del proyecto.

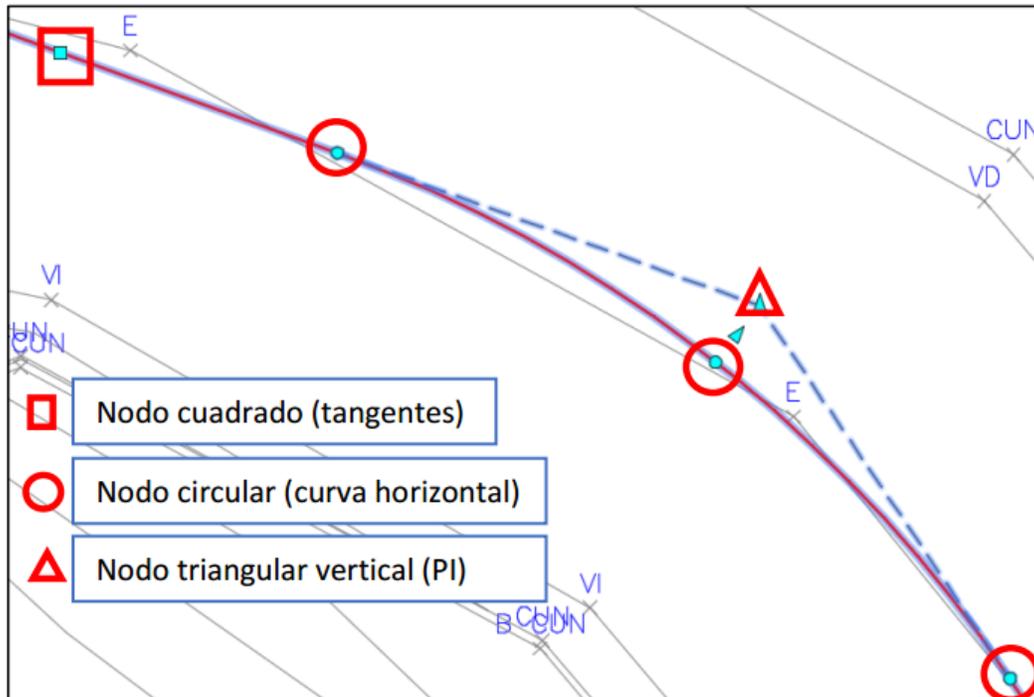


Figura No. 75 – Tipos de nodos en un alineamiento

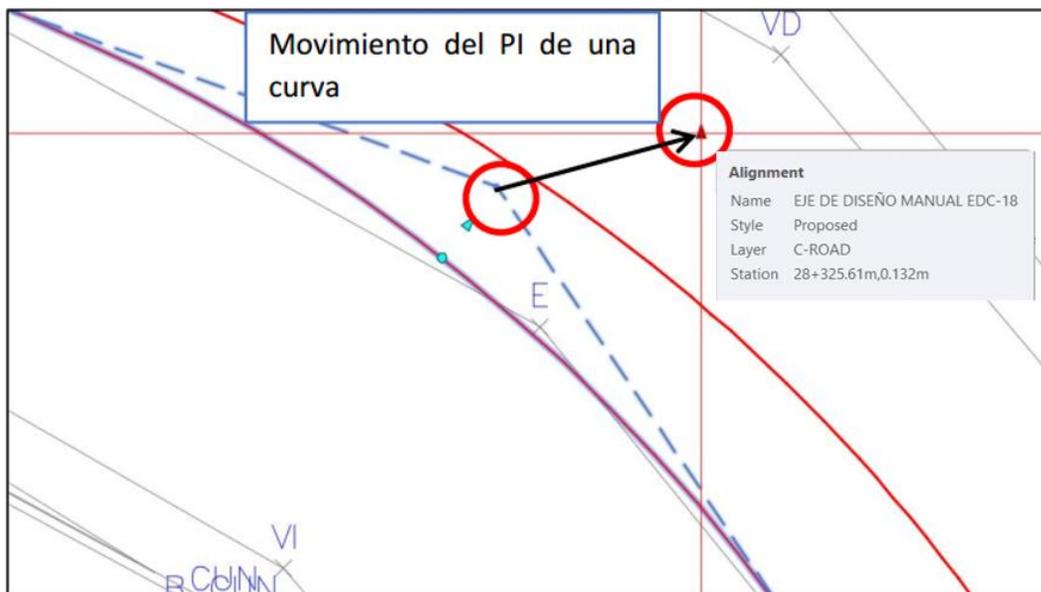


Figura No. 76 – Desplazamiento de un PI

**Aumentar longitud o radio de una curva:** para incrementar la longitud de una curva debemos seleccionar los **nodos circulares** y desplazar el cursor hasta donde se desee o lo permita la geometría del alineamiento en conjunto. Si el movimiento se realiza desde el nodo circular central hacia el nodo del PI (nodo triangular vertical) debemos tener en cuenta que la curva puede tomar geometría con deflexión mayor a  $180^\circ$  estilo curva helicoidal.

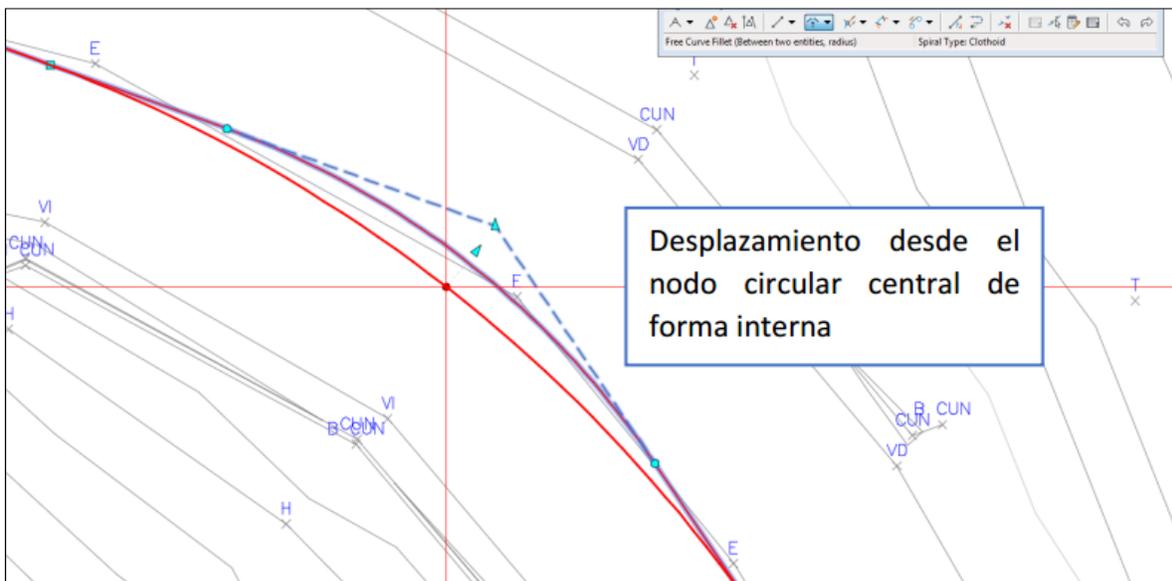


Figura No. 77 – Modificación de longitud de curva (interna)

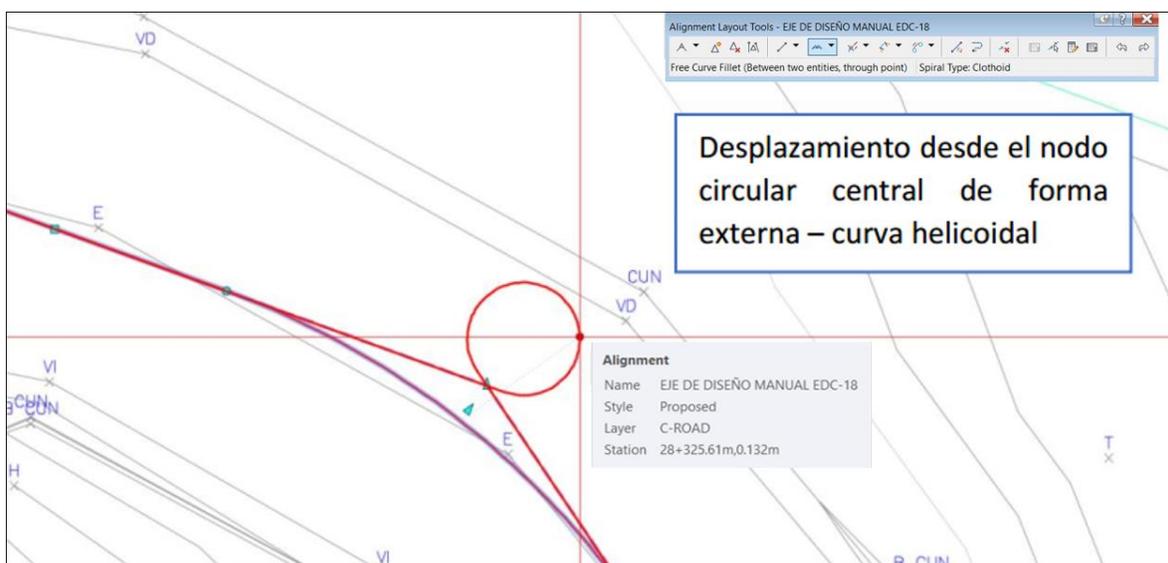


Figura No. 78 – Modificación de longitud de curva (externo)

**Insertar un nuevo PI:** para insertar un PI utilizamos lo visto en el numeral 4.1 ítem 2 (insertar PI). Una vez sea visible la ventana “**herramienta de composición de alineamiento**” damos clic sobre el icono “**Insert PI**”, en la barra de comando nos aparece el siguiente mensaje “**Pick point near PI to insert**”, solicitando un punto de inserción para ubicación del PI (ubicación en tramos rectos o tangentes). Una vez que damos clic se formará el nodo triangular vertical que corresponde a la generación de un nuevo PI, y si no necesitamos insertar más PI’s salimos de la herramienta presionando la tecla “**Enter**”.

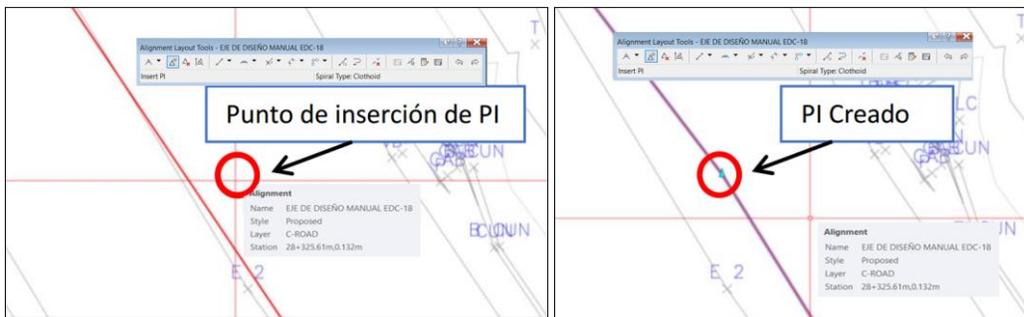


Figura No. 79 – Herramienta insertar PI

**Eliminar un PI:** para eliminar un PI utilizamos lo visto en el numeral 4.1, ítem 3 (eliminar PI). Una vez sea visible la ventana “**herramienta de composición de alineamiento**” damos clic sobre el icono “**Delete PI**”, en la barra de comando nos aparece el siguiente mensaje “**Pick point near PI to delete**”, solicitando dar clic en una zona cercana al PI a eliminar. Una vez que demos clic se eliminará el nodo triangular vertical que corresponde a un PI, y si no necesitamos eliminar más PI’s salimos de la herramienta presionando la tecla “**Enter**”.

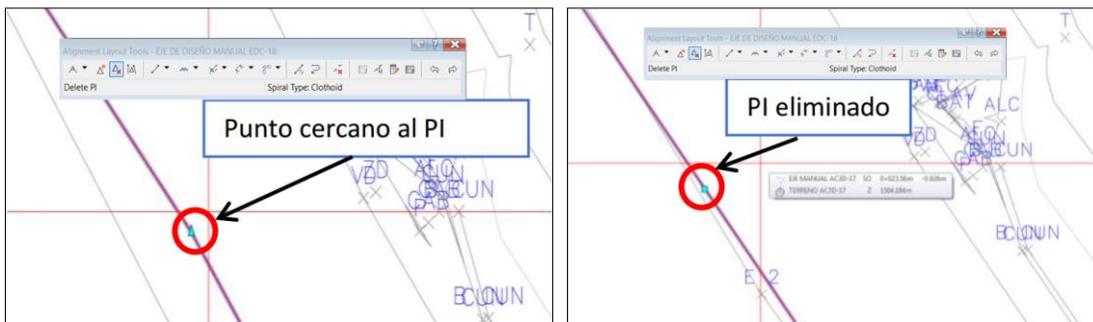


Figura No. 80 – Herramienta eliminar PI

**Creación de una curva circular simple:** para crear una curva circular simple, utilizamos el numeral 4.1, ítem 6 “**Creación de entidades tipo curva**”. Desplegamos el icono y seleccionamos la opción “**Free Curve Fillet (Between two entities, radius)**”. En la barra de comando aparecen los siguientes mensajes: “**Select first entity**” que hace referencia a la selección de la tangente de entrada seguido nos aparece el mensaje “**Select next entity**” que hace referencia a la selección de la tangente de salida. Una vez seleccionadas las tangentes nos aparece el mensaje “**Is curve solution angle**” en donde dependiendo de la geometría de la curva seleccionamos deflexión mayor o menor a  $180^\circ$  (**Greaterthan180 – Lessthan180**), seleccionamos el tipo de deflexión y presionamos la tecla “**Enter**”. Seguido, nos pregunta “**Specify radius or...**” en donde debemos digitar el valor del radio de diseño, o seleccionar otro parámetro de los cuales ofrece el mensaje para ingresar su valor correspondiente. Una vez se digita el radio, presionamos la tecla “**Enter**” y el ciclo de mensajes vuelve a iniciar con el fin de crear una nueva curva circular simple, si es el caso de no tener más curvas para agregar a un PI, salimos del menú presionando la tecla “**Enter**”.

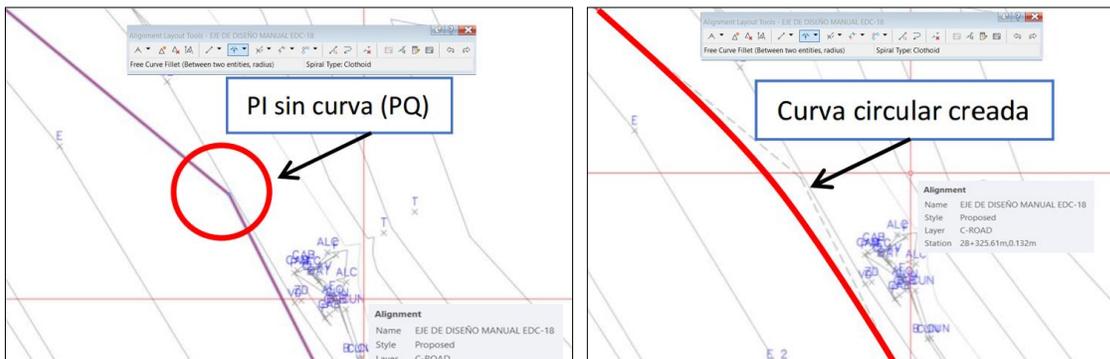


Figura No. 81 – Creación de una curva circular simple

**Creación de una curva espiral-circulo-espiral:** para crear una curva espiral-circulo-espiral, utilizamos el numeral 4.1, ítem 8. Desplegamos el icono y seleccionamos la opción “**Free Spiral-Curve-Spiral (Between two entities)**”. En la barra de comando aparecen los siguientes mensajes: “**Select first entity**” que hace referencia a la selección de la tangente de entrada, seguido nos aparece el mensaje

“**Select next entity**” que hace referencia a la selección de la tangente de salida. Una vez seleccionadas las tangentes nos aparece el mensaje “**Is curve solution angle**” en donde dependiendo de la geometría de la curva seleccionamos deflexión mayor o menor a  $180^\circ$  (**Greaterthan180 – Lessthan180**), seleccionamos el tipo de deflexión y presionamos la tecla “**Enter**”. Seguido, nos pregunta “**Specify radius or [Degree of curvature]**” en donde debemos digitar el valor del radio de diseño (radio de la curva circular). Una vez se digita el radio, presionamos la tecla “**Enter**”, y finalmente nos solicita “**Specify spiral in length or [A]**”, en donde debemos ingresar las longitudes de la espiral de entrada y luego longitud de espiral de salida de acuerdo al diseño previo de la curva. Una vez realizado lo anterior, el ciclo de mensajes vuelve a iniciar con el fin de crear una nueva curva espiral-círculo-espiral, si es el caso de no tener más curvas para agregar a un PI, salimos del menú presionando la tecla “**Enter**”.

**NOTA:** para el caso de curvas espirales, curvas en “S” y curvas compuestas, la edición gráfica vista anteriormente (incremento en longitud de curva o radios), no es posible realizarla debido a que los nodos en estas curvas desaparecen por completo. La edición de este tipo de curva se debe realizar mediante la herramienta “**Alignment Grid View**” (ver numeral 4.1, ítem 16).

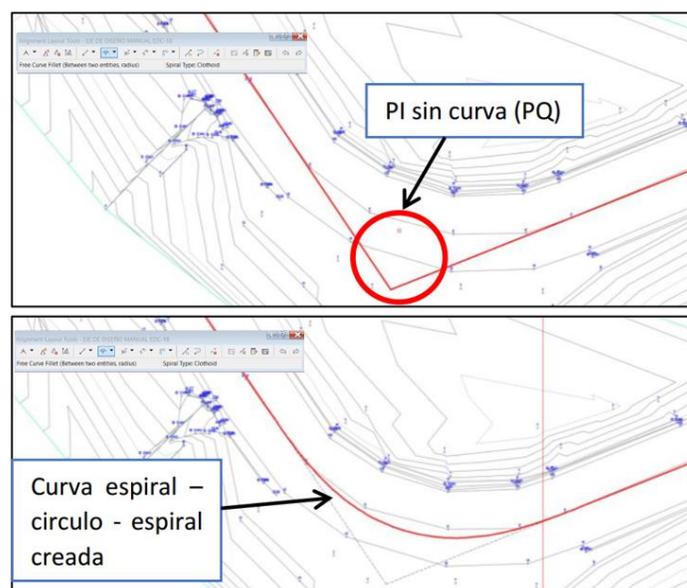


Figura No. 82 – Creación de una curva espiral-círculo-espiral

**Creación de una curva espiral-espiral:** para crear una curva espiral-espiral, utilizamos el numeral 4.1, ítem 9. Desplegamos el icono y seleccionamos la opción **“Free Compound Spiral-Spiral (Between two tangents)”**. En la barra de comando aparecen los siguientes mensajes: **“Select firsts entity”** que hace referencia a la selección de la tangente de entrada, seguido nos aparece el mensaje **“Select next entity”** que hace referencia a la selección de la tangente de salida. Una vez seleccionadas las tangentes, nos aparece el mensaje **“Specify spiral in length”**, en donde debemos ingresar la longitud de la espiral de entrada, presionamos la tecla **“Enter”** y se muestra el mensaje **“Is curve solution angle”** en donde dependiendo de la geometría de la curva seleccionamos deflexión mayor o menor a  $180^\circ$  (**Greaterthan180 – Lessthan180**), seleccionamos el tipo de deflexión y presionamos la tecla **“Enter”**. Finalmente nos solicita **“Specify spiral out length”**, en donde debemos ingresar la longitud de la espiral de salida de acuerdo con el diseño previo de la curva. Una vez realizado lo anterior, el ciclo de mensajes vuelve a iniciar con el fin de crear una nueva curva espiral-espiral, si es el caso de no tener más curvas para agregar a un PI, salimos del menú presionando la tecla **“Enter”**.

**Nota:** (ver nota anterior).

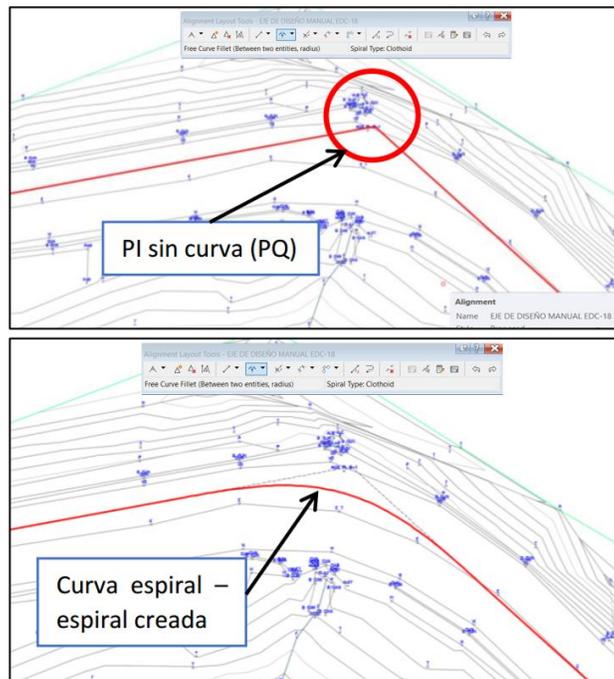


Figura No. 83 – Creación de una curva espiral – espiral

**Longitud de curva o radios de curvatura en curvas horizontales tipo “S”, compuesta, Espiral-circulo-espiral y espiral-espiral:** para realizar edición de geometría debemos utilizar la herramienta “**Alignment Grid View**” (ver numeral 4.1, ítem 16). Damos clic sobre el icono e inmediatamente se inicia la ventana flotante “**PANORAMA**” que contiene toda la información geométrica de cada entidad (curva y tangente) que compone el alineamiento.

Los valores (celdas) con un color un poco más oscuro (tipo negrita) son los valores editables de cada entidad, es decir para los diferentes tipos de curvas que no se pueden modificar gráficamente, debemos asignar manualmente los valores de radios, parámetro de espiral (A), longitud o grado de curvatura de acuerdo con el diseño previo, con el fin de modificar la geometría de cada entidad.

N.	Type	Tangency Constraint	Param...	Parameter Co...	Length	Radius	Minimum Radius	Design Speed	Direction	Start Station	End Station	Delta angle	Chord length	Degree of Curvature by Arc
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	139.511m	<b>240.000m</b>	41.000m	40 km/h		17+478.08m	17+617.59m	33.3058 (d)	137.555m	<b>4.7746 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	173.201m			40 km/h	N20° 08' 3...	17+617.59m	17+790.79m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	57.614m	<b>250.000m</b>	41.000m	40 km/h		17+790.79m	17+848.41m	13.2042 (d)	57.487m	<b>4.5837 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	193.674m			40 km/h	N6° 56' 18...	17+848.41m	18+042.08m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	196.490m	<b>240.000m</b>	41.000m	40 km/h		18+042.08m	18+238.57m	46.9085 (d)	191.048m	<b>4.7746 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	287.591m			40 km/h	N39° 58' 1...	18+238.57m	18+526.16m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	197.694m	<b>500.000m</b>	41.000m	40 km/h		18+526.16m	18+723.86m	22.6541 (d)	196.409m	<b>2.2918 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	62.359m			40 km/h	N17° 18' 5...	18+723.86m	18+786.21m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	161.537m	<b>500.000m</b>	41.000m	40 km/h		18+786.21m	18+947.75m	18.5108 (d)	160.836m	<b>2.2918 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	80.410m			40 km/h	N35° 49' 3...	18+947.75m	19+028.16m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	265.951m	<b>1400.000m</b>	41.000m	40 km/h		19+028.16m	19+294.11m	10.8842 (d)	265.551m	<b>0.8185 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	290.588m			40 km/h	N24° 56' 3...	19+294.11m	19+584.70m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	279.679m	<b>1600.000m</b>	41.000m	40 km/h		19+584.70m	19+864.38m	10.0153 (d)	279.323m	<b>0.7162 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	271.394m			40 km/h	N34° 57' 2...	19+864.38m	20+135.77m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	320.032m	<b>800.000m</b>	41.000m	40 km/h		20+135.77m	20+455.80m	22.9206 (d)	317.902m	<b>1.4324 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	667.643m			40 km/h	N12° 02' 1...	20+455.80m	21+123.45m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	100.891m	<b>210.000m</b>	41.000m	40 km/h		21+123.45m	21+224.34m	27.5268 (d)	99.923m	<b>5.4567 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	357.472m			40 km/h	N39° 33' 5...	21+224.34m	21+581.81m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	110.723m	<b>280.000m</b>	41.000m	40 km/h		21+581.81m	21+692.53m	22.6571 (d)	110.003m	<b>4.0926 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	243.452m			40 km/h	N62° 13' 1...	21+692.53m	21+935.99m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	97.810m	<b>175.000m</b>	41.000m	40 km/h		21+935.99m	22+033.80m	32.0235 (d)	96.542m	<b>6.5481 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	57.719m			40 km/h	N30° 11' 5...	22+033.80m	22+091.51m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	118.767m	<b>360.000m</b>	41.000m	40 km/h		22+091.51m	22+210.28m	18.9024 (d)	118.230m	<b>3.1831 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	225.600m			40 km/h	N49° 06' 0...	22+210.28m	22+435.88m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	215.381m	<b>900.000m</b>	41.000m	40 km/h		22+435.88m	22+651.26m	13.7116 (d)	214.868m	<b>1.2732 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	372.761m			40 km/h	N35° 23' 1...	22+651.26m	23+024.02m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	181.986m	<b>350.000m</b>	41.000m	40 km/h		23+024.02m	23+206.01m	29.7915 (d)	179.943m	<b>3.2740 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	591.095m			40 km/h	N65° 10' 4...	23+206.01m	23+797.11m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	118.304m	<b>1200.000m</b>	41.000m	40 km/h		23+797.11m	23+915.41m	5.6486 (d)	118.257m	<b>0.9549 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	10.455m			40 km/h	N59° 31' 5...	23+915.41m	23+925.87m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	324.579m	<b>800.000m</b>	41.000m	40 km/h		23+925.87m	24+250.44m	23.2462 (d)	322.357m	<b>1.4324 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	447.953m			40 km/h	N82° 46' 3...	24+250.44m	24+698.40m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	241.382m	<b>250.000m</b>	41.000m	40 km/h		24+698.40m	24+939.78m	55.3207 (d)	232.115m	<b>4.5837 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	54.851m			40 km/h	S41° 54' 0...	24+939.78m	24+994.63m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	101.219m	<b>450.000m</b>	41.000m	40 km/h		24+994.63m	25+095.85m	12.8877 (d)	101.006m	<b>2.5465 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	0.393m			40 km/h	S54° 47' 2...	25+095.85m	25+096.24m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	224.529m	<b>785.000m</b>	41.000m	40 km/h		25+096.24m	25+320.77m	16.3880 (d)	223.765m	<b>1.4598 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	1.609m			40 km/h	S71° 10' 3...	25+320.77m	25+322.38m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	187.870m	<b>235.000m</b>	41.000m	40 km/h		25+322.38m	25+510.25m	45.8048 (d)	182.906m	<b>4.8762 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	105.017m			40 km/h	N63° 01' 0...	25+510.25m	25+615.27m			
...	Curve	Constrained on Both Sides (Free)	...	Radius	39.971m	<b>125.000m</b>	41.000m	40 km/h		25+615.27m	25+655.24m	18.3215 (d)	39.801m	<b>9.1673 (d)</b>
...	Line	Not Constrained (Fixed)	...	Two points	93.989m			40 km/h	N44° 41' 4...	25+655.24m	25+749.23m			

Figura No. 84 – Ventana panorama – edición de entidades especiales

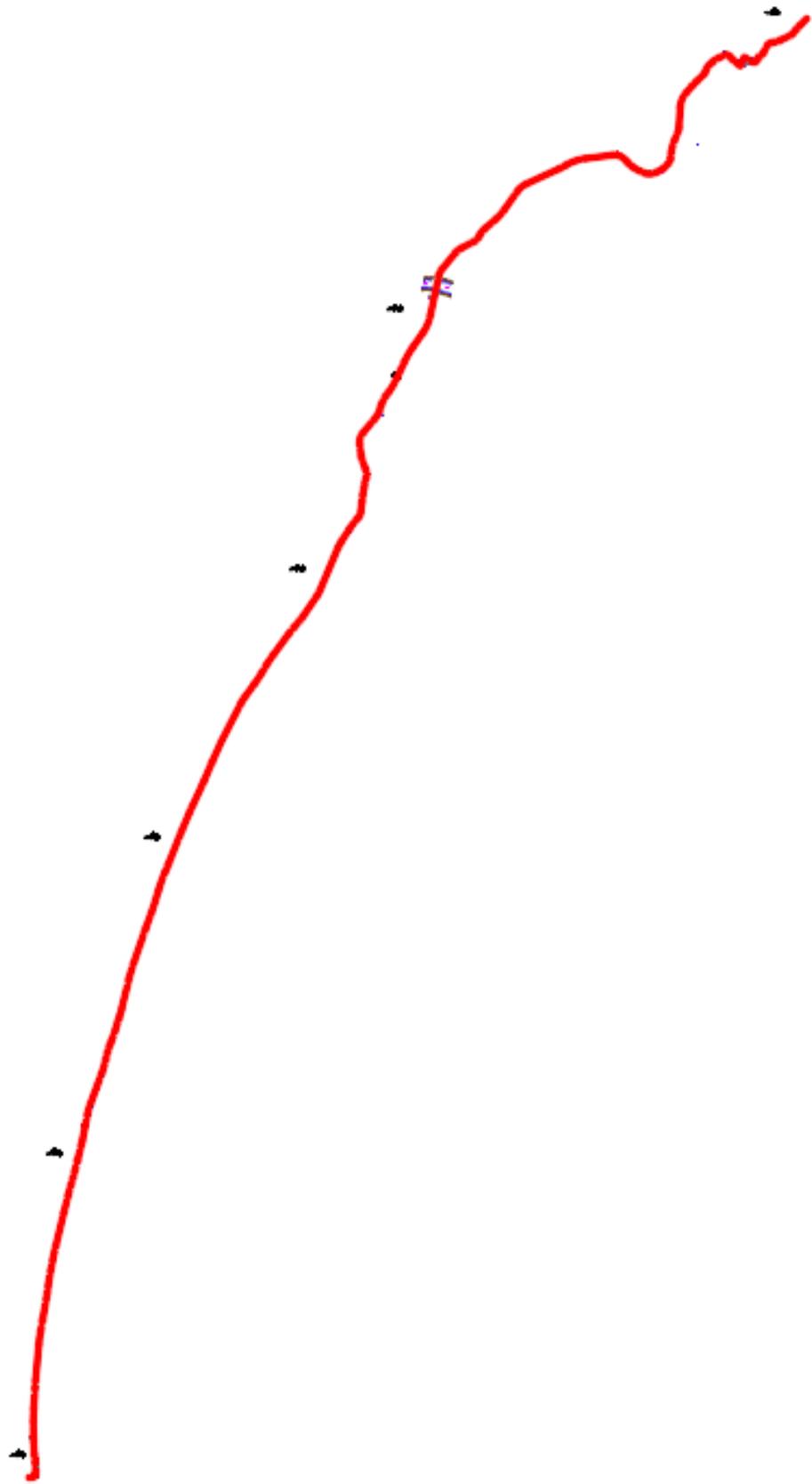


Figura No. 85 – Visualización del trazado rectificado

#### 4.4. ETIQUETAS DE ALINEAMIENTOS

Finalmente debemos agregar etiquetas al alineamiento con el fin de tener una mejor visualización. El orden en que se describe el manejo del software no es estricto, pues generalmente las etiquetas se agregan cuando estamos creando el alineamiento.

Para agregar etiquetas, seleccionamos el alineamiento, clic derecho y seleccionamos la opción “**Edit Alignment Labels**”. En la ventana flotante, damos clic en el botón “**Import label set**”, en donde se inicia la ventana “**Select Label Set**”, desplegamos y seleccionamos la opción “**Major Minor and Geometry Points**”, y damos clic en el botón “**Ok**” para regresar a la ventana anterior.

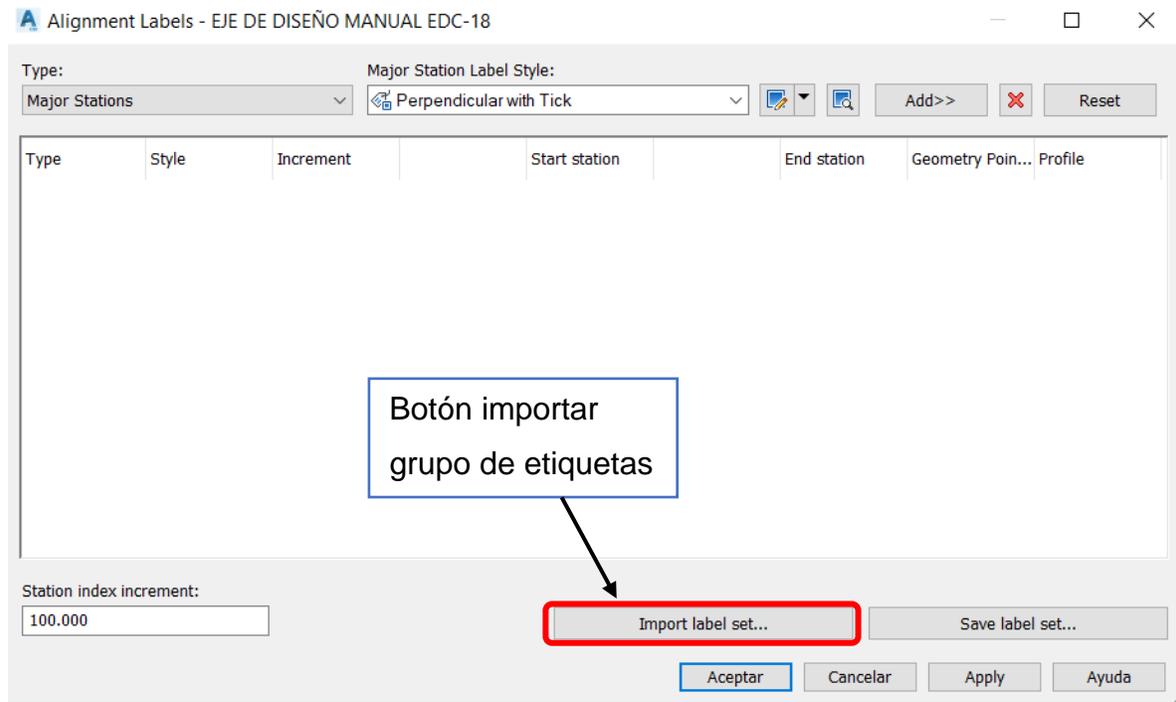


Figura No. 86 – Ventana etiquetas de alineamiento

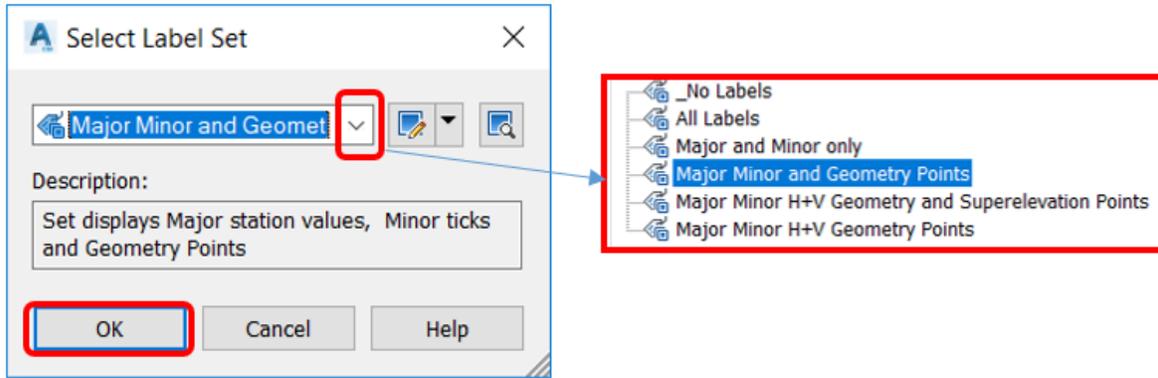


Figura No. 87 – Ventana selección etiquetas de alineamiento

Una vez seleccionado uno de los grupos de etiquetas por defecto, procedemos a editar el estilo de cada una de ellas mediante una copia de la etiqueta actual (similar a la edición de etiquetas en el capítulo 2, numeral 2.2 pág. 33). El estilo de etiquetas puede ser creado desde cero, pero para efectos del manual se realizará la edición de una etiqueta existente.

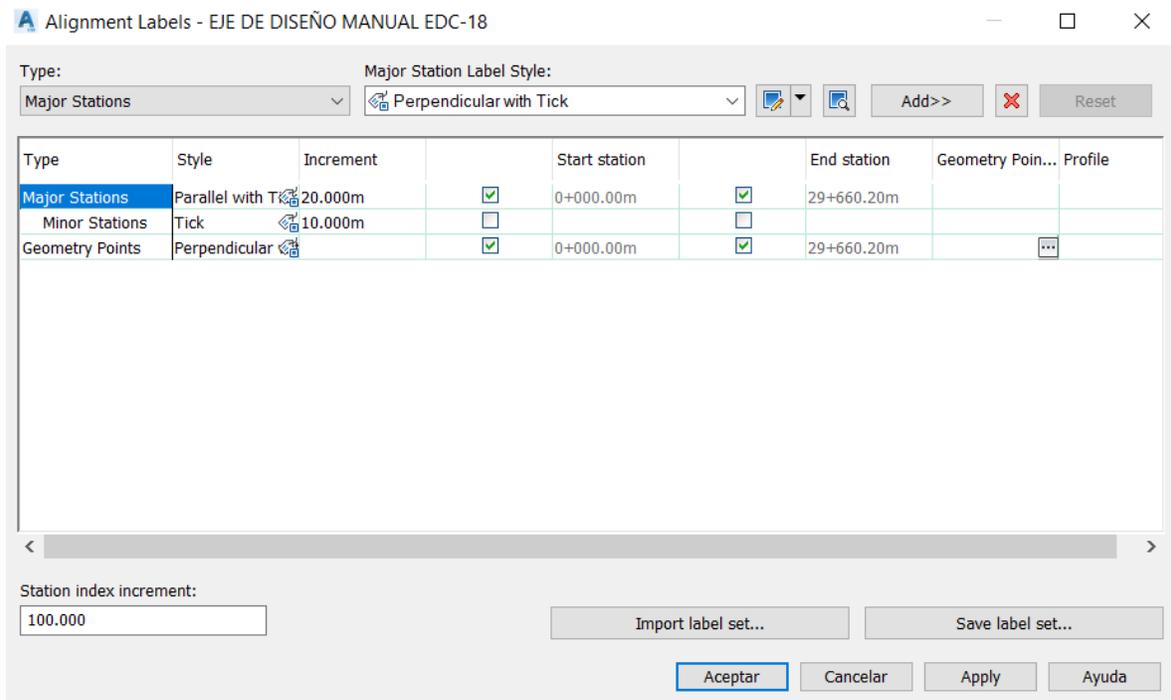


Figura No. 88 – Ventana de etiquetas de alineamiento importadas

Para editar el estilo de la etiqueta “Major Stations”, nos dirigimos a la columna “Style”, clic en el icono , desplegamos el menú del icono  de la ventana “Pick Label Style” y seleccionamos “Copy Current Selection”. Aparece la ventana “Label Style Composer – Parallel with Tick [Copy]” y realizamos los siguientes cambios:

**Pestaña “Information”:** asignamos un nombre “Major EDC-18”

**Pestaña “Layout”:**

“Component name= Station”: cambiamos “Text Height”= 1.5 mm.

“Component name= Station”: cambiamos “Color”= white (7).

“Component name= Station”: cambiamos “Y Offset”= 1.0 mm.

“Component name= Tick”: cambiamos “Block Height”= 1.5 mm

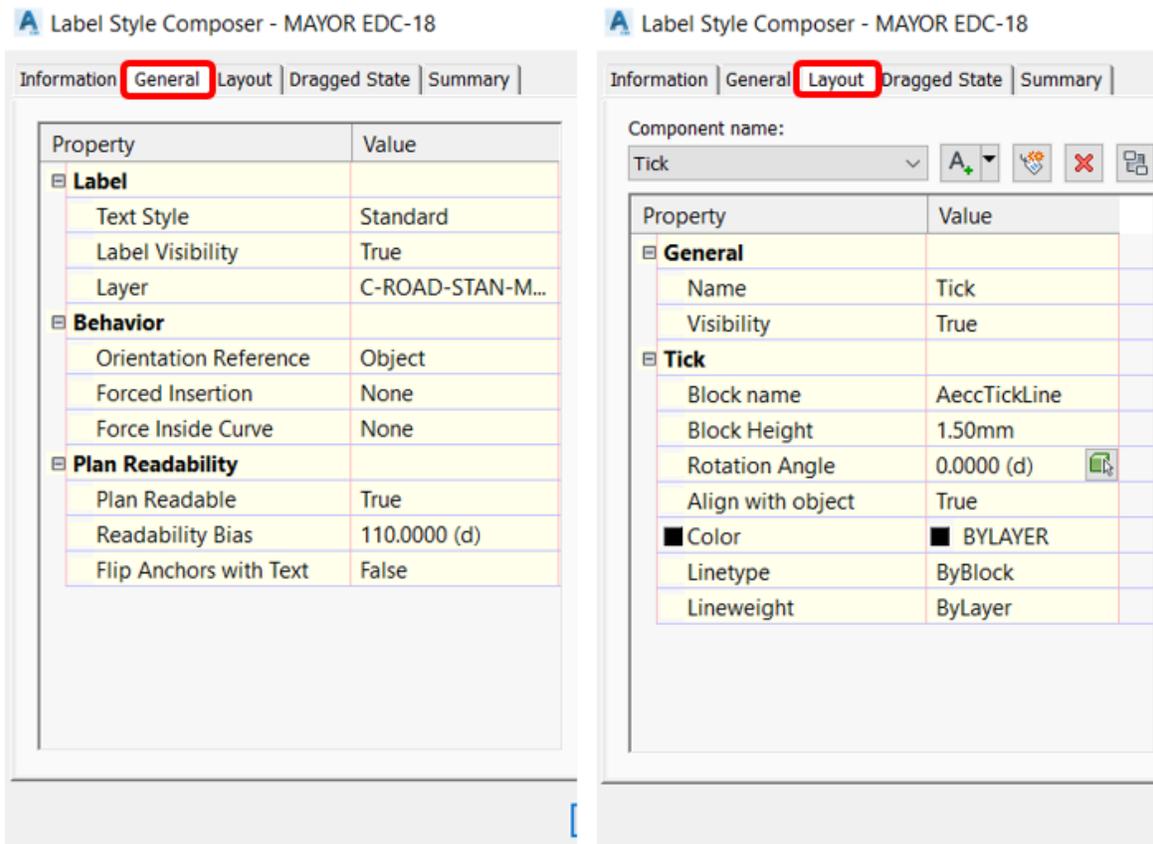


Figura No. 89 – Resumen de configuración de estilo de Etiqueta Mayor

Una vez realizados los cambios, damos clic en el botón **“Aceptar”** y luego en el botón **“Ok”** de la ventana **“Pick Label Set”** para regresar a la ventana inicial y continuar con la edición de las otras etiquetas.

**Para editar el estilo de la etiqueta “Minor Stations”**, nos dirigimos a la columna **“Style”**, clic en el icono , desplegamos el menú del icono  de la ventana **“Pick Label Style”** y seleccionamos **“Copy Current Selection”**. Aparece la ventana **“Label Style Composer –Tick [Copy]”** y realizamos los siguientes cambios:

**Pestaña “Information”**: asignamos un nombre **“Menor EDC-18”**

**Pestaña “Layout”**:

**“Component name= Tick”**: cambiamos **“Block Height”= 1.5 mm**

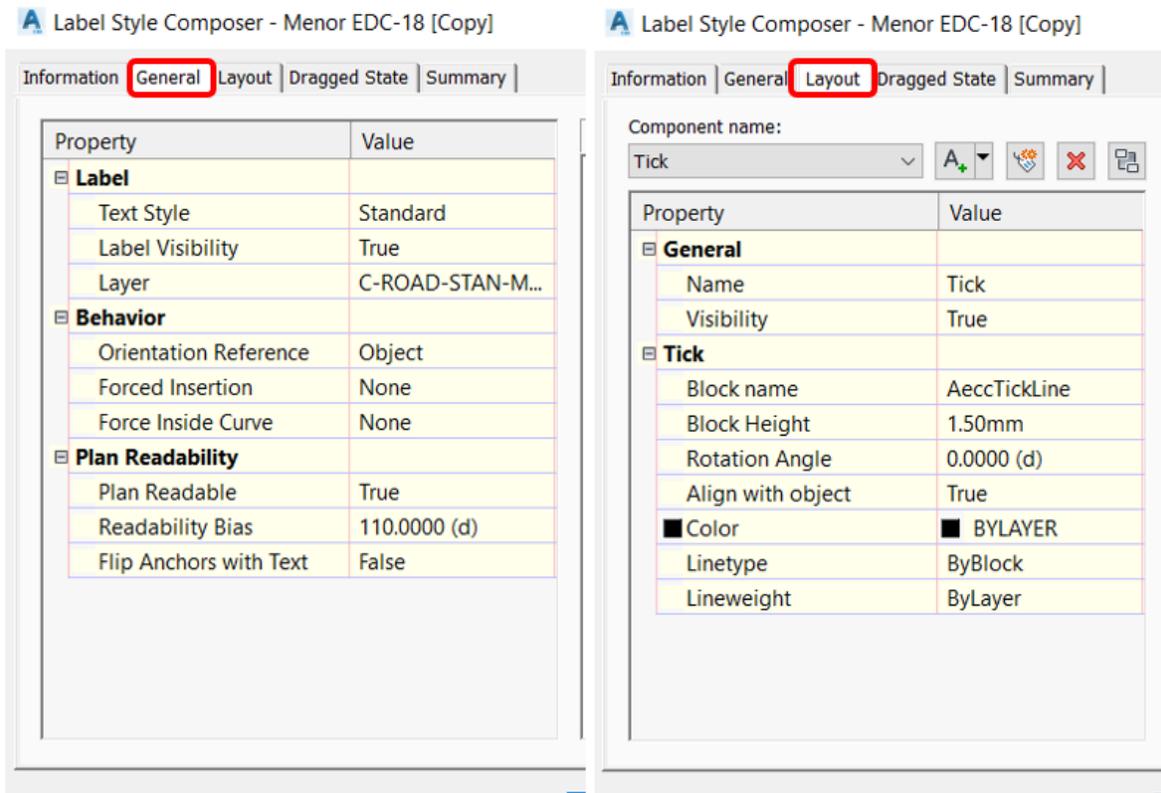


Figura No. 90 – Resumen de configuración de estilo de Etiqueta Menor

Una vez realizados los cambios, damos clic en el botón **“Aceptar”** y luego en el botón **“Ok”** de la ventana **“Pick Label Style”** para regresar a la ventana inicial y continuar con la edición de las otras etiquetas.

**Para editar el estilo de la etiqueta “Geometry Points”**, nos dirigimos a la columna **“Style”** clic en el icono , desplegamos el menú del icono  de la ventana **“Pick Label Style”** y seleccionamos **“Copy Current Selection”**. Aparece la ventana **“Label Style Composer – Perpendicular with Tick and Line [Copy]”** y realizamos los siguientes cambios:

**Pestaña “Information”**: asignamos un nombre **“GEOMETRIA EDC-18”**.

**Pestaña “Layout”**:

**“Component name= Geometry Point & Station”**: usamos **“Text Height”= 2.0mm**.

**“Component name= Geometry Point & Station”**: cambiamos **“Color”= red (1)**.

**“Component name= Line”**: cambiamos **“Color”= white (7)**.

**“Component name= Tick”**: cambiamos **“Block Height”= 1.5 mm**

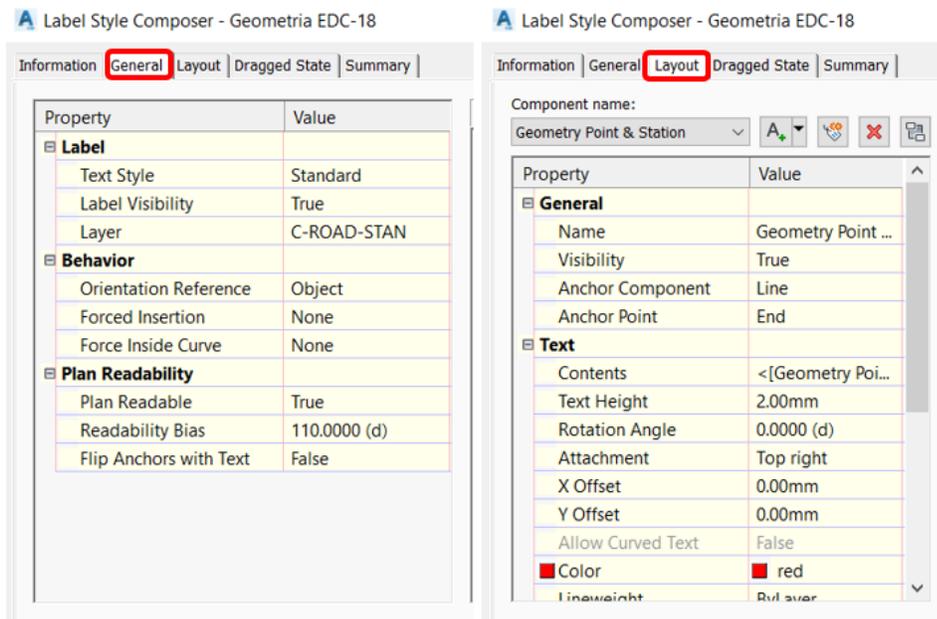


Figura No. 91 – Resumen de configuración de estilo de Etiqueta Tick

Una vez realizados los cambios, damos clic en el botón “**Aceptar**” y luego en el botón “**Ok**” de la ventana “**Pick Label Style**” para regresar a la ventana inicial. En la columna “**Increment**” se pueden modificar el incremento del estacionamiento, en este caso los estilos “**MAYOR**” y “**MENOR**” configurados previamente se mostrarán cada 50m y 10m respectivamente.

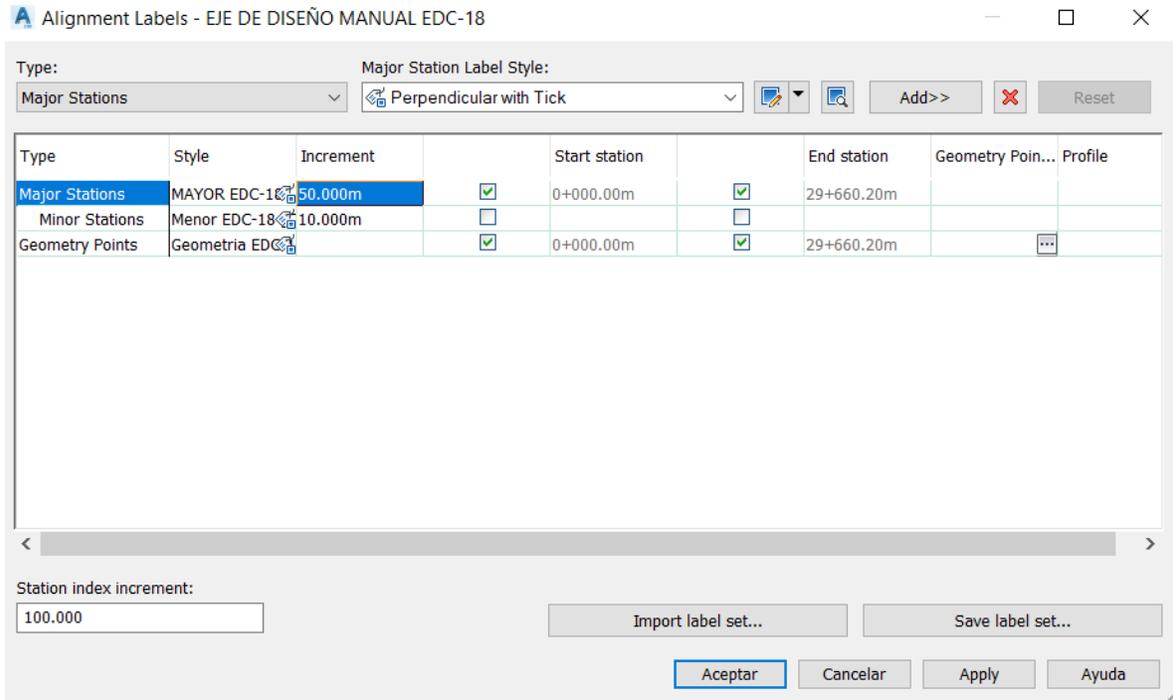


Figura No. 92 – Resumen de configuración de estilo de Etiquetas de Alineamiento

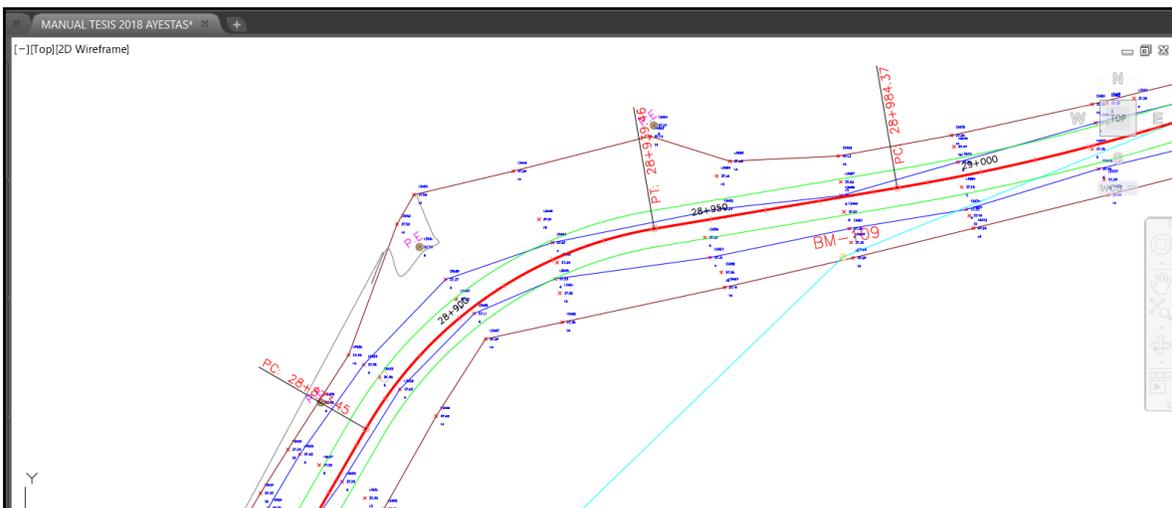


Figura No. 93 – Estilo final de etiquetas de alineamiento

## 4.5 NUMERACIÓN DE CURVAS DEL ALINEAMIENTO

La numeración de las subentidades (líneas, curvas, espirales) se realiza con el fin de generar la tabla de elementos de curvas, además de visualizar de manera ordenada la ubicación de cada subentidad.

Como primer paso, seleccionamos el alineamiento, y en parte de botones de grupo aparece el botón **“Alignment: EJE MANUAL EDC-18”**, nos dirigimos a la sección **“Labels & Tables”**, desplegamos el menú de la opción **“Add Labels”** y seleccionamos **“Add Alignment Labels”**.

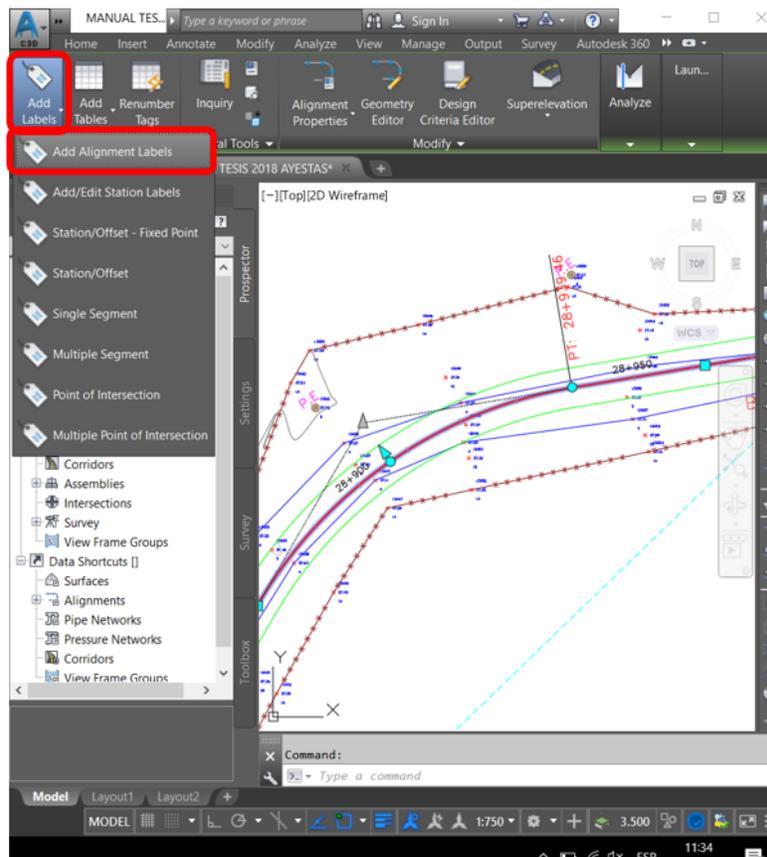


Figura No. 94 – Sección y menú para tablas y etiquetas del alineamiento

Se inicia la ventana **“Add Labels”** y seleccionamos las siguientes características:

**Feature=** Alignment

**Label type=** Multiple segment

**Line label Style=** CREAR ESTILO NUEVO\*\*

**Curve label Style=** CREAR ESTILO NUEVO\*\*

**Spiral label Style=** CREAR ESTILO NUEVO\*\*

**Para editar el estilo de la etiqueta “Line label style”**, desplegamos el menú del icono  y seleccionamos **“Create New”**. Aparece la ventana **“Label Style Composer – New Line Label Style”** y realizamos los siguientes cambios:

**Pestaña “Information”**: asignamos un nombre **“TANGENTE EDC-18”**.

**Pestaña “General”**: creamos una capa **“Layer”** con nombre **“C-ROADETIQ-TANG EDC-18”**, color= **green (3)**.

**Pestaña “Layout”**:

**“Component name= Table Tag”**: cambiamos **“Used in”= Label and Tag Modes**.

**“Text Height”= 2.5 mm**, **“Attachment”= Middle center**, **“Y Offset”= -10.0 mm**, en la parte de **“Border”**, **“Visibility”= True**, **“Type”= Rounded Rectangular**, **“Background Mask”= True** y **“Gap”= 1.0 mm**

Para los componentes: **“Direction Arrow, Bearing y Distance”**: cambiamos **“Visibility”= False**

Una vez realizados los cambios, damos clic en el botón **“Aceptar”** para regresar a la ventana inicial y continuar con la edición de las otras etiquetas.

**Para editar el estilo de la etiqueta “Curve label style”**, desplegamos el menú del icono  y seleccionamos **“Create New”**. Aparece la ventana **“Label Style Composer – New Curve Label Style”** y realizamos los siguientes cambios:

**Pestaña “Information”**: asignamos un nombre **“CURVA EDC-18”**.

**Pestaña “General”**: creamos una capa **“Layer”** con nombre **“C-ROADETIQ-CURVA EDC-18”**, color= **blue (5)**.

**Pestaña “Layout”**:

**“Component name= Table Tag”**: cambiamos **“Used in”= Label and Tag Modes**.

**“Text Height”= 2.5 mm**, **“Attachment”= Middle center**, **“Y Offset”= -10.0 mm**, en la parte de **“Border”**, **“Visibility”= True**, **“Type”= Circular**, **“Background Mask”= True** y **“Gap”= 1.0 mm**

Para los componentes: **“Distance and Radius y Delta”**: cambiamos **“Visibility”= False**.

Una vez realizamos los cambios, damos clic en el botón **“Aceptar”** para regresar a la ventana inicial y continuar con la edición de las otras etiquetas.

**Para editar el estilo de la etiqueta “Spiral label style”**, desplegamos el menú del icono  y seleccionamos **“Create New”**. Aparece la ventana **“Label Style Composer – New Spiral Label Style”** y realizamos los siguientes cambios:

**Pestaña “Information”**: asignamos un nombre **“ESPIRAL EDC-18”**.

**Pestaña “General”**: creamos una capa **“Layer”** con nombre **“C-ROADETIQ-ESPIRAL EDC-18”**, color= **red (1)**.

### Pestaña “Layout”:

“Component name= Table Tag”: cambiamos “Used in”= Label and Tag Modes.

“Text Height”= 2.5 mm, “Attachment”= Middle center, “Y Offset”= -10.0 mm, en la parte de “Border”, “Visibility”= True, “Type”= Rounded Rectangular, “Background Mask”= True y “Gap”= 1.0 mm

Para el componente: “Spiral Data”: cambiamos “Visibility”= False.

Una vez realizados los cambios, damos clic en el botón “**Aceptar**” para regresar a la ventana inicial.

Finalmente, para añadir las etiquetas creadas, damos clic en el botón “**Add**” y en la barra de comando aparecerá el mensaje “**Select Alignment**”, damos clic en el alineamiento y luego presionamos la tecla “**Enter**” y cerramos la ventana “**Add Labels**”.

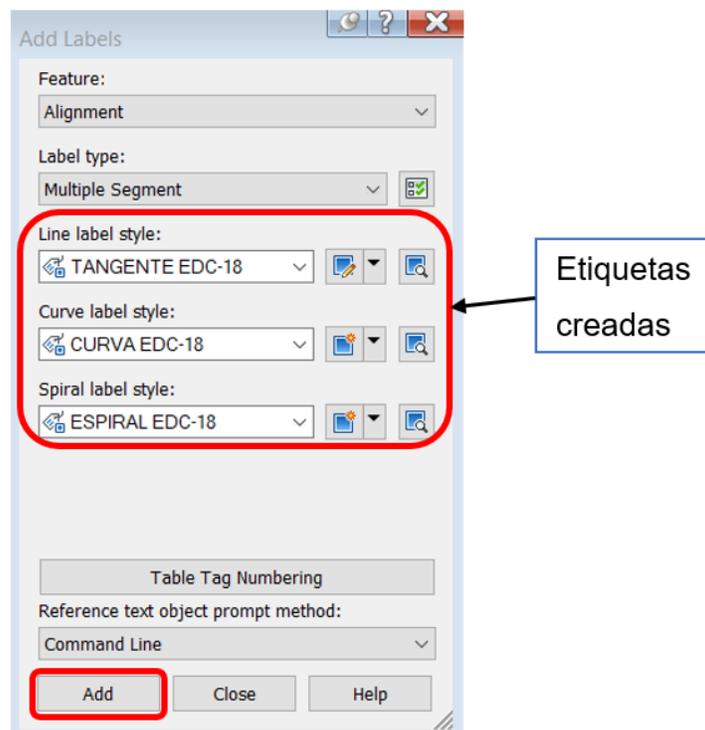


Figura No. 95 – Ventana Agregar Etiquetas

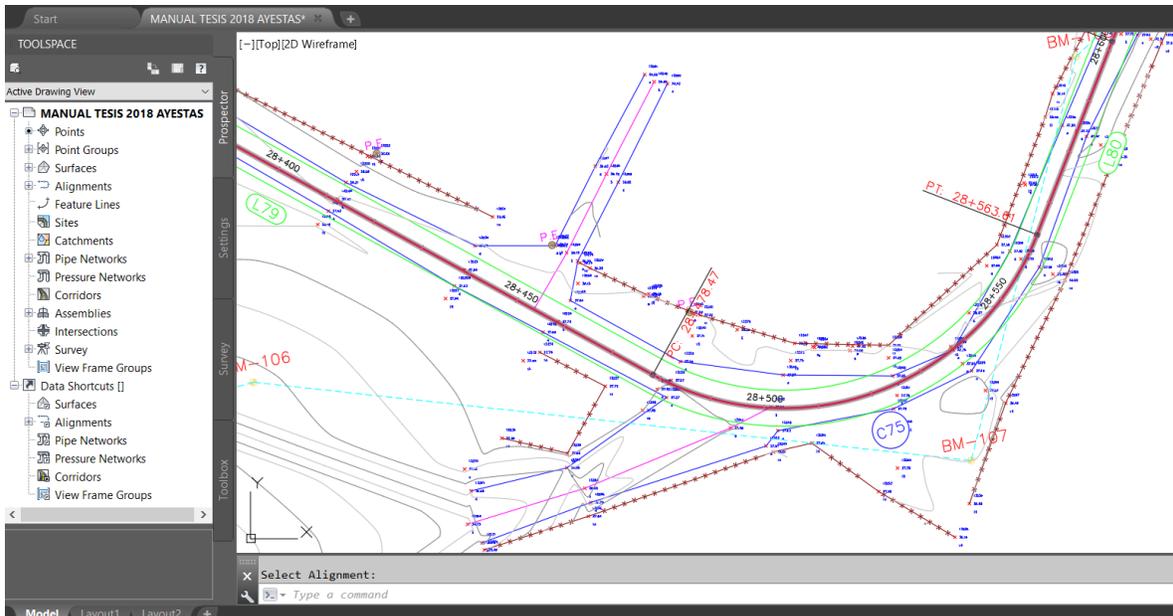


Figura No. 96 – Estilo final de etiquetas de subentidades

#### 4.6 TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS

Ahora con el fin de conocer las características geométricas de cada subentidad es necesario crear una tabla de elementos de curvas. Para ello seleccionamos el alineamiento, y en la sección parte de botones de grupo aparece el botón “**Alignment: EJE MANUAL EDC-18**”, nos dirigimos a la sección “**Labels & Tables**”, desplegamos el menú de la opción “**Add Tables**”, y seleccionamos “**Add Segments**”. Se inicia la ventana “**Alignment table creation**” Para una mejor apreciación de las características geométricas, se realizará la creación de un estilo de tabla.

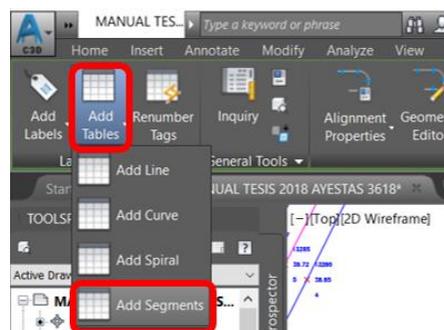


Figura No. 97 – Menú - tabla de elementos de curvas

Para crear el estilo de tabla, desplegamos el menú del icono  y seleccionamos “Create New”. Aparece la ventana “Table Style – New Alignment Geometry Table Style” y realizamos los siguientes cambios:

**Pestaña “Information”:** asignamos un nombre “TABLA EDC-18”.

**Pestaña “Data Properties”:** eliminamos cada componente de la sección “Structure” utilizando el icono , ubicando el puntero sobre el encabezado de cada columna (ver figura No. 98).

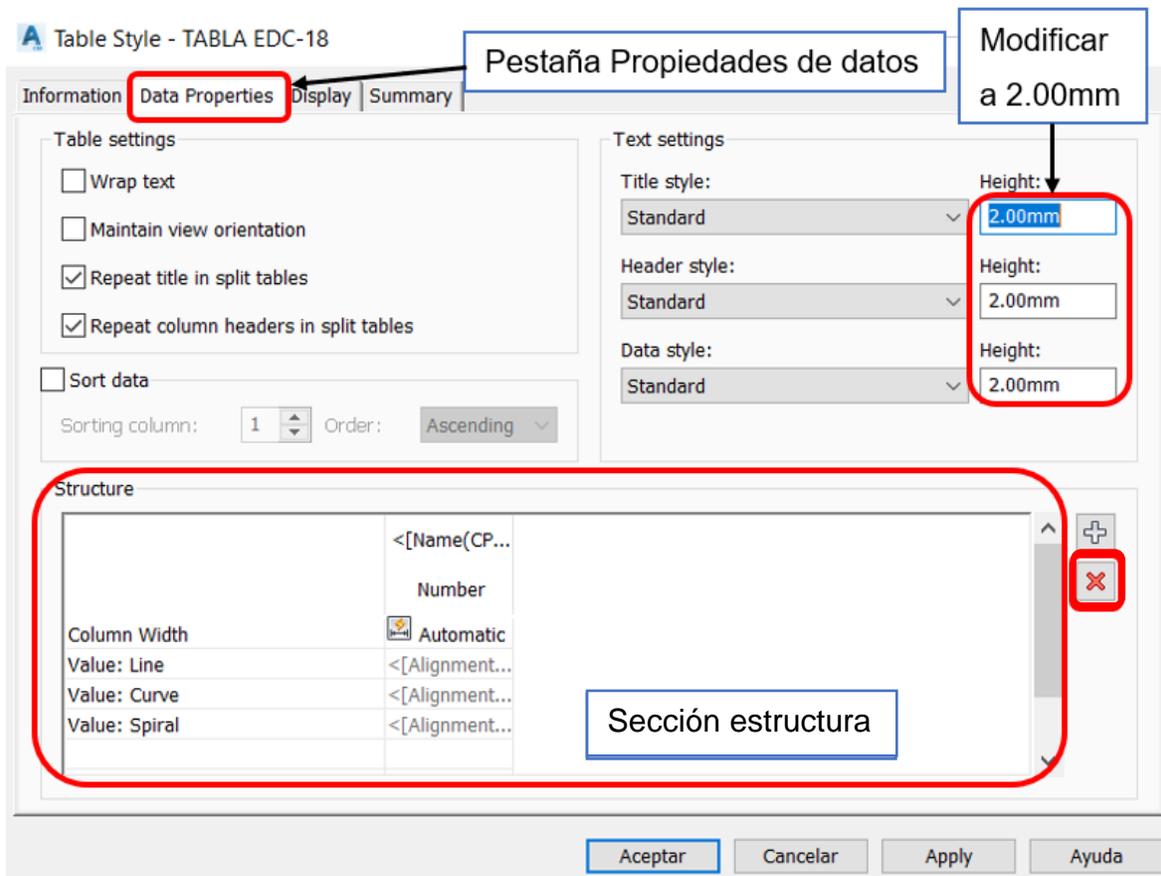


Figura No. 98 – Ventana estilo de tabla

Continuando en la **Pestaña “Data Properties”**, damos doble clic sobre el texto “<[Name(CP)]>” de la sección “Structure”, se inicia la ventana “Text Component

**Editor – Column Contents**” y borramos el texto que tiene por defecto y lo reemplazamos con **“TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS”**, damos clic en la pestaña **“Format”** y en el ítem **“Color” = ByLayer**. Finalizamos dando clic en el botón **“Ok”** (ver figura N°. 99).

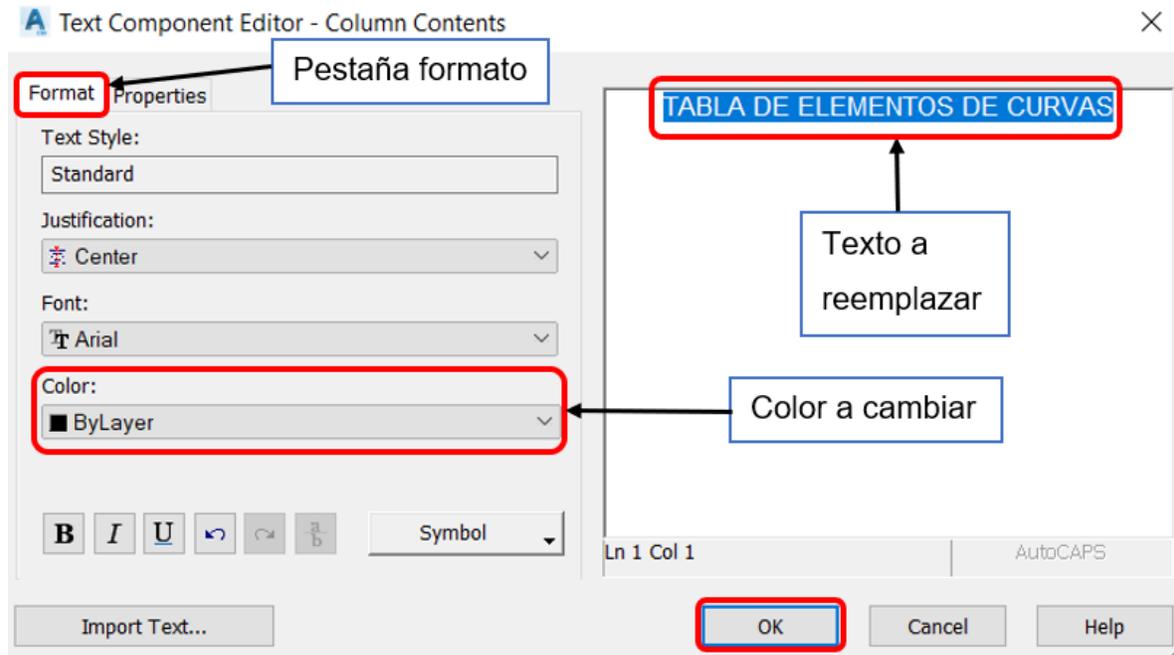


Figura No. 99 – Edición encabezado de tabla de elementos

De igual forma vamos a editar cada encabezado que se muestra por defecto, damos doble clic sobre el texto **“Number”** de la sección **“Structure”**, se inicia la ventana **“Text Component Editor – Column Contents”** y borramos el texto que tiene por defecto y lo reemplazamos con **“TIPO”**, damos clic en la pestaña **“Format”** y en el ítem **“Color” =ByLayer**. Finalizamos dando clic en el botón **“Ok”** (ver figura N° 99).

Ahora debemos agregar los componentes geométricos que se requieran para la generación de la tabla de elementos. Para agregar un componente, damos clic en el icono  y aparecerá una nueva columna en donde debemos editar el encabezado. Para este caso la nueva columna se llamará **“No. PI”** y en la celda

producto de la intersección entre columna “**No. PI**” y la fila “**Value: Curve**” damos doble clic, se inicia la ventana “**Text Component Editor – Column Contents**” y borramos el texto que tiene por defecto, y nos dirigimos a la pestaña “**Properties**” sección “**Properties**”, desplegamos el menú y seleccionamos la opción “**Alignment PI Index**” que corresponde a la numeración de cada curva, una vez seleccionado damos clic en el icono  para agregar el componente, damos clic en la pestaña “**Format**” y en el ítem “**Color**=ByLayer. Finalizamos dando clic en el botón “**Ok**” (ver figura No. 100).

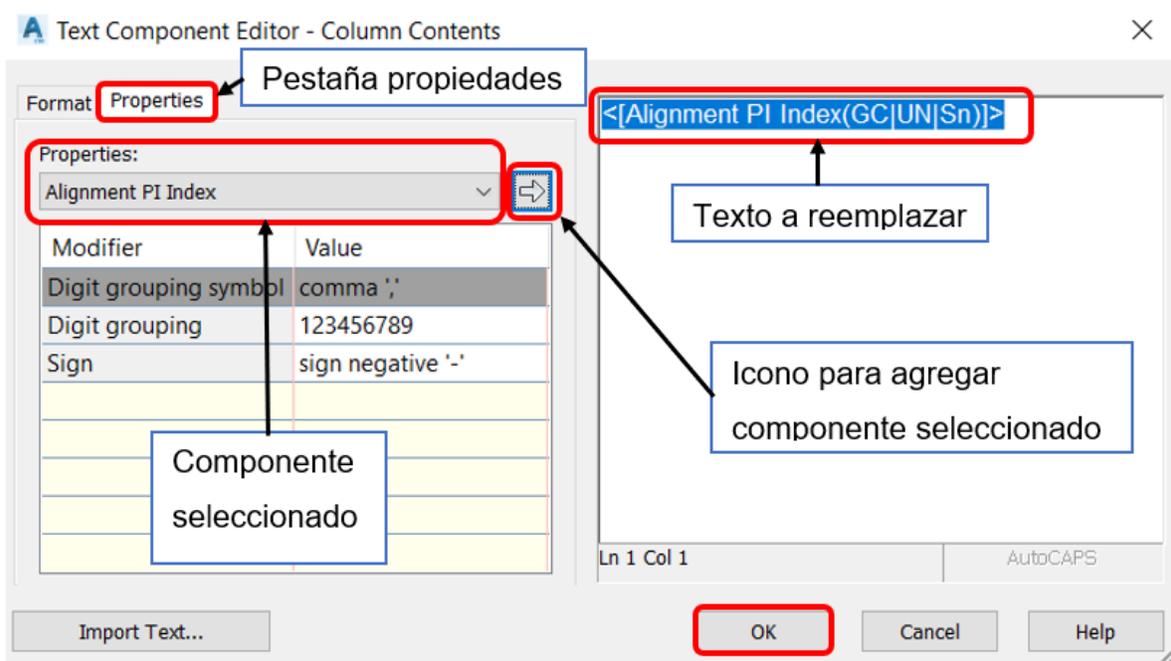


Figura No. 100 – Edición componente de tabla de elementos

Para una mejor descripción de los componentes a agregar se relacionarán las intersecciones filas columnas de acuerdo con la siguiente convención: C1 (componente intersección con línea), C2 (Componente intersección con curva) y C3 (componente intersección con espiral). (Ver figura No. 101).

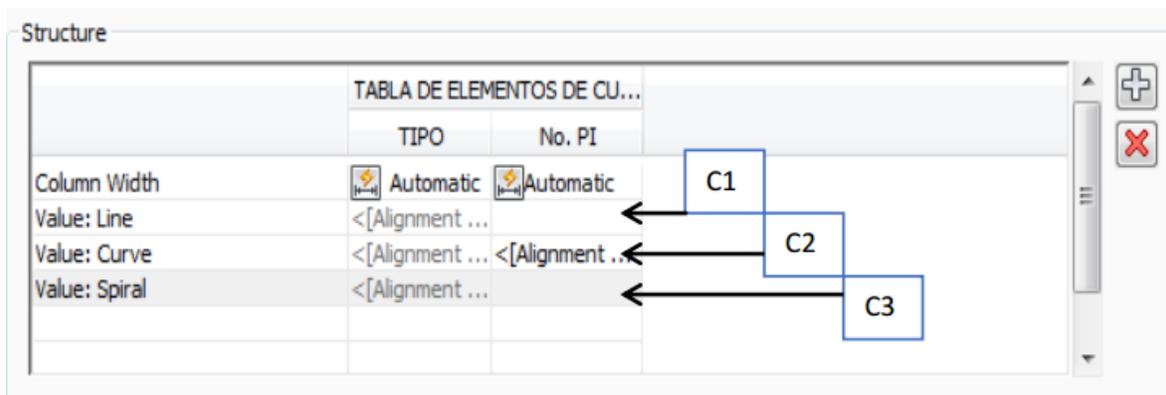


Figura No. 101 – Convención de componentes

De manera similar vamos a agregar los siguientes componentes:

Componente	Intersección	Propiedad	Formato/Precisión**	Color
$\Delta$ (Delta)	C2 y C3	Delta Angle	DD°MM'SS.SS"	ByLayer
R (Radio)	C2	Radius	0.01**	ByLayer
T (Tangente)	C2	External Tangent	0.01**	ByLayer
Lc (Longitud curva)	C2	Length	0.01**	ByLayer
E (Externa)	C2	External Secant	0.01**	ByLayer
ETH (Entretangencia)	C1	Length	0.01**	ByLayer
Absc TE	C3	Start Station	0.01**	ByLayer
Absc EC (PC)	C2	Start Station	0.01**	ByLayer
Absc CE (PT)	C2	End Station	0.01**	ByLayer
Absc ET	C3	End Station	0.01**	ByLayer
PI (N)	C2	PI Northing	0.01**	ByLayer
PI (E)	C2	PI Easting	0.01**	ByLayer

Tabla 3 – Creación de componentes varios

Para finalizar la creación del estilo de tabla, vamos a la pestaña “**Display**”, seleccionamos un componente (“**Overall Border**”) y en la columna “**Layer**” y celda del componente damos doble clic para crear una capa de nombre “**C-ROAD-TABLA EDC-18**”. Ubicamos todos los componentes en la capa creada. Apagamos

visibilidad de capas y colores de acuerdo con la siguiente imagen (ver figura No. 102). Damos clic en el botón “**Aceptar**” y regresamos a la ventana inicial “**Table Properties**”.

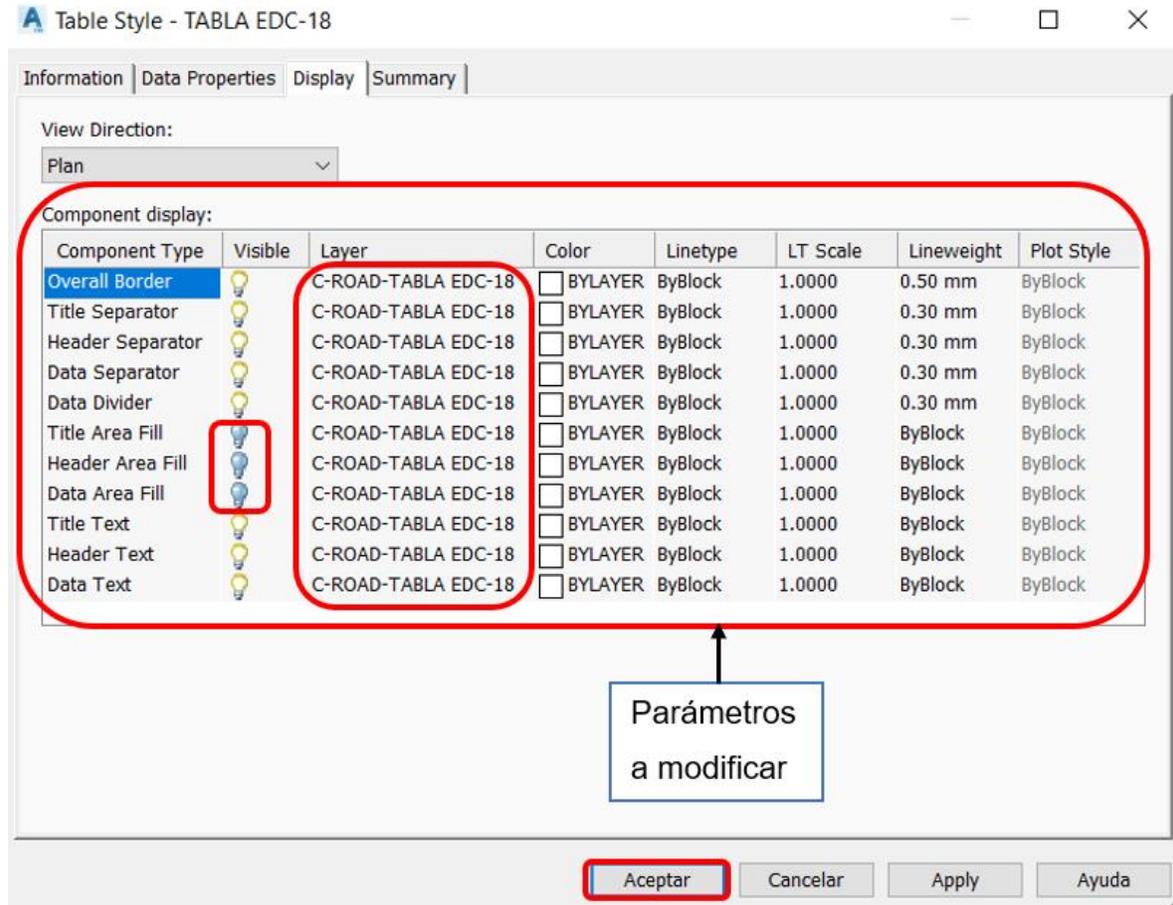


Figura No. 102 – Edición de colores de tabla de elementos

Ahora, una vez que damos aceptar, en la versión que estamos utilizando de AutoCAD Civil 3D 2018 la ventana de propiedades de tablas no se abre de manera independiente como en versiones anteriores, sino que dentro de la misma ventana “**Alignment table creation**” en la que estamos trabajando el estilo de tabla configuramos el resto de las opciones. Activamos la opción “**Split table**” y configuramos las opciones de acuerdo con la siguiente figura (ver figura No. 103).

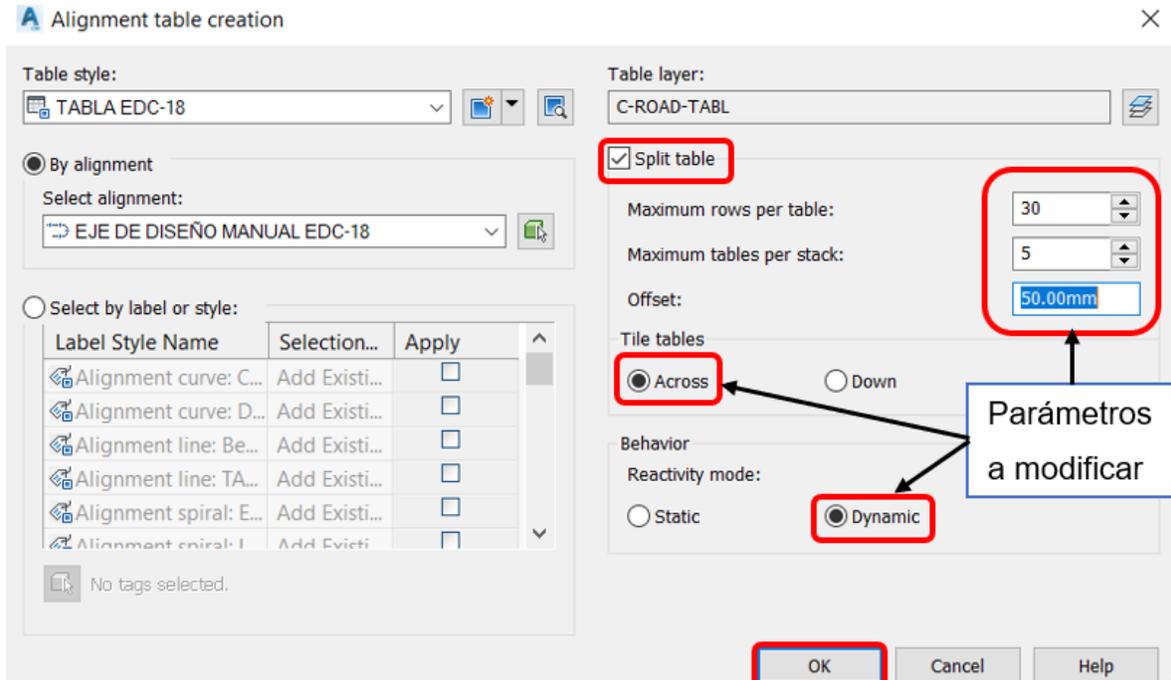


Figura No. 103 – Edición de geometría de tabla de elementos

Finalizamos la creación de la tabla de elementos de curvas dando clic en el botón “OK”.

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS													
Number	No. PI	DELTA	RADIO	TAN	LC	E	ETH	Abs TE	Abs (PC)	Abs (PT)	Abs ET	PI (N)	PI (E)
L1							57.46						
L2							16.71						
C1	2	86°07'14"	33.00	30.84	49.60	12.17			0+074.17	0+123.77		1320232.44	614820.43
L3							64.74						
C2	3	6°51'43"	1200.00	71.95	143.72	2.15			0+188.51	0+332.23		1320399.97	614819.85
L4							87.96						
C3	4	4°12'31"	600.00	22.05	44.07	0.40			0+420.18	0+464.26		1320580.53	614797.48
L5							214.71						
C4	5	2°24'42"	1500.00	31.57	63.14	0.33			0+678.97	0+742.10		1320848.53	614784.13
L6							249.32						
C5	6	4°02'08"	3000.00	105.69	211.30	1.86			0+991.43	1+202.72		1321235.11	614781.15
L7							327.50						
C6	7	1°31'45"	5000.00	66.73	133.44	0.45			1+530.23	1+663.67		1321734.05	614812.50
L8							584.88						
C7	8	5°00'51"	2500.00	109.46	218.78	2.40			2+248.55	2+467.33		1322492.07	614880.47
L9							154.53						
C8	9	0°20'00"	5000.00	14.55	29.10	0.02			2+621.86	2+650.96		1322766.26	614929.50

Figura No. 104 – Estilo final de tabla de elementos

## CAPITULO 5 – TRANSICIÓN DE PERALTES

### 5.1 CÁLCULO DE PERALTES

Una vez definido el trazo en planta y teniendo siempre como base que la normatividad que estamos usando es la ASSTHO 2011, continuamos con el proceso de creación de una nueva vista o diagrama de peraltes. (ver **ANEXO 1**).

Para crear el diagrama de peraltes, seleccionamos el eje de diseño, nos dirigimos al grupo de botones de inicio, botón “**Alignment: EJE MANUAL EDC-18**”, sección “**Modify**”, herramienta “**Superelevation**” y seleccionamos la opción “**Calculate/Edit Superelevation**”. El proceso de cálculo de peraltes se describe a continuación:

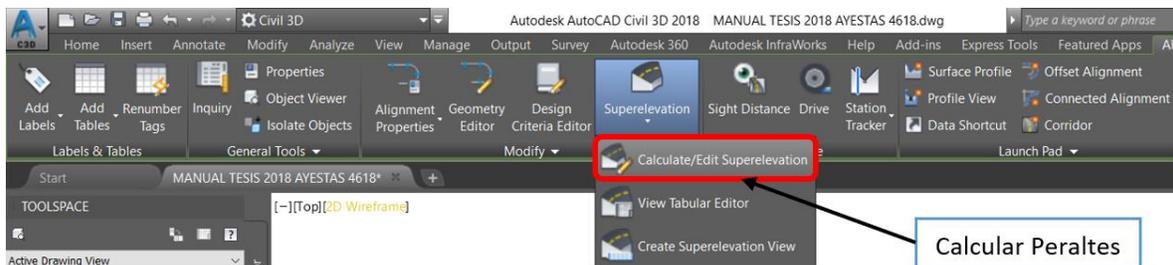


Figura No. 105 – Selección herramienta calcular peralte

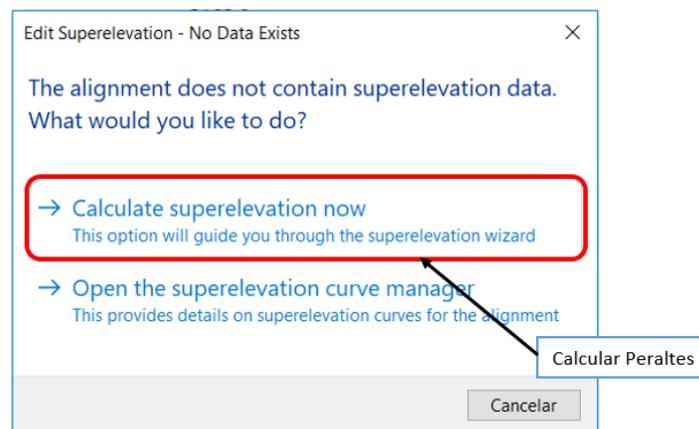


Figura No. 106 – Opción calcular peralte

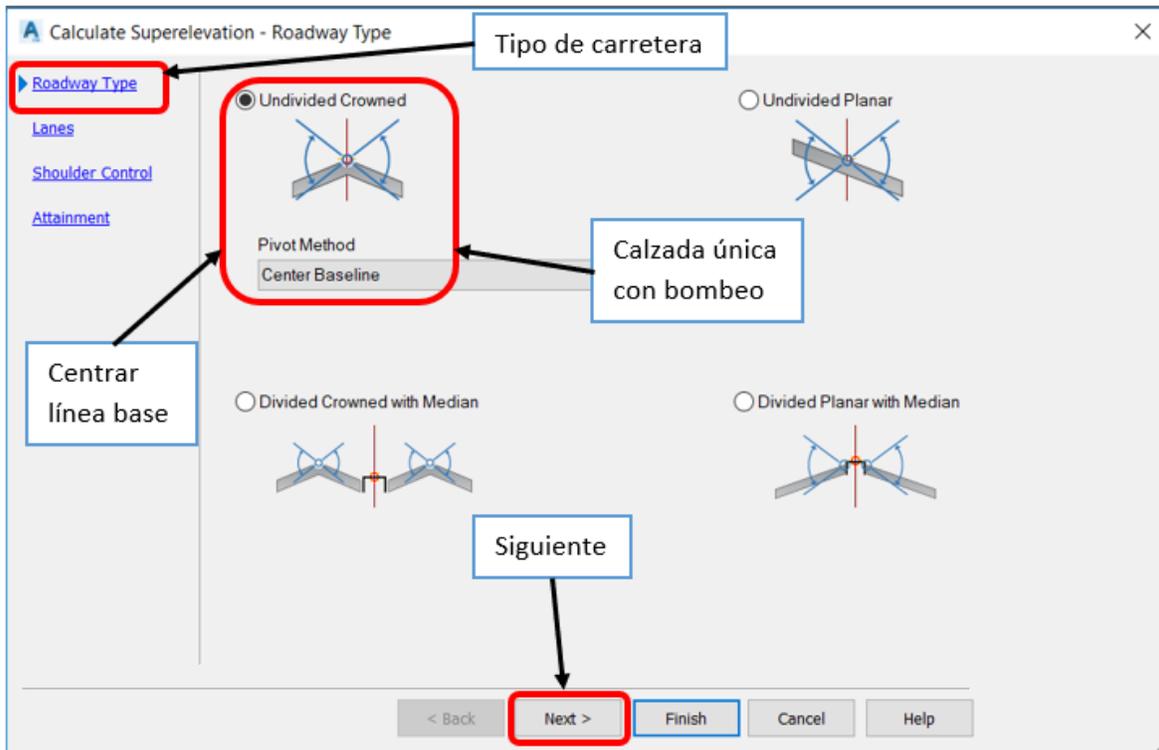


Figura No. 107 – Selección tipo de carretera

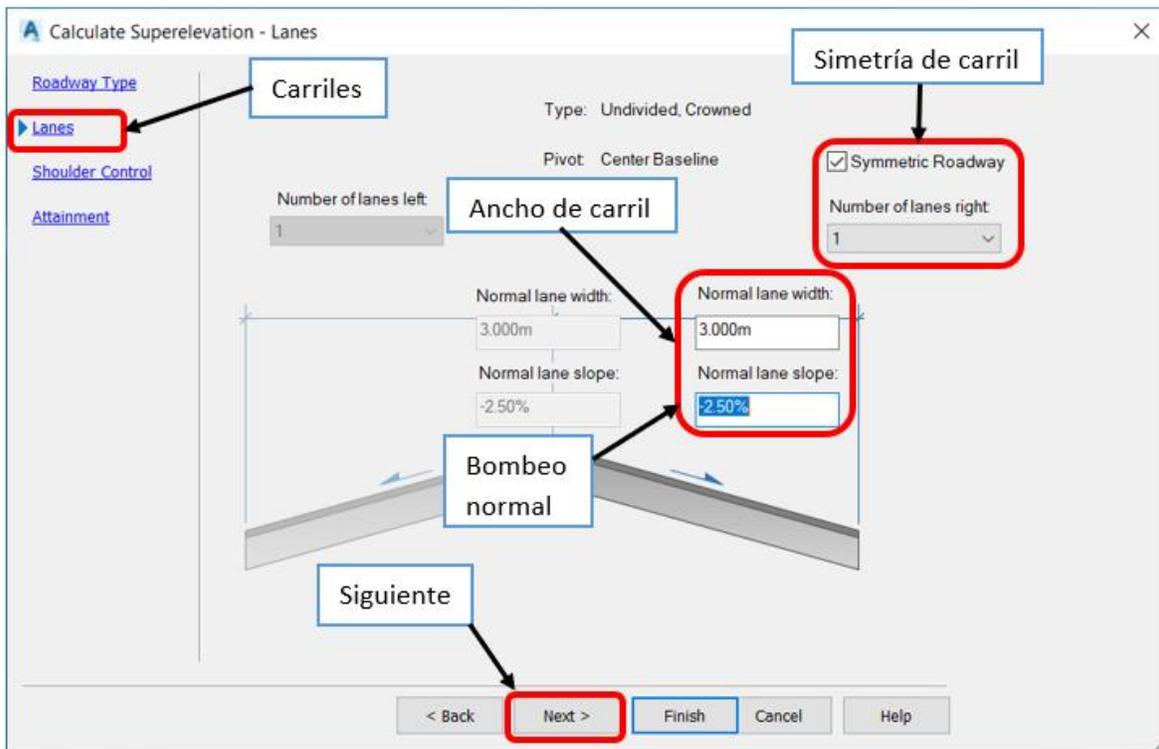


Figura No. 108 – Asignación bombeo y ancho de carril

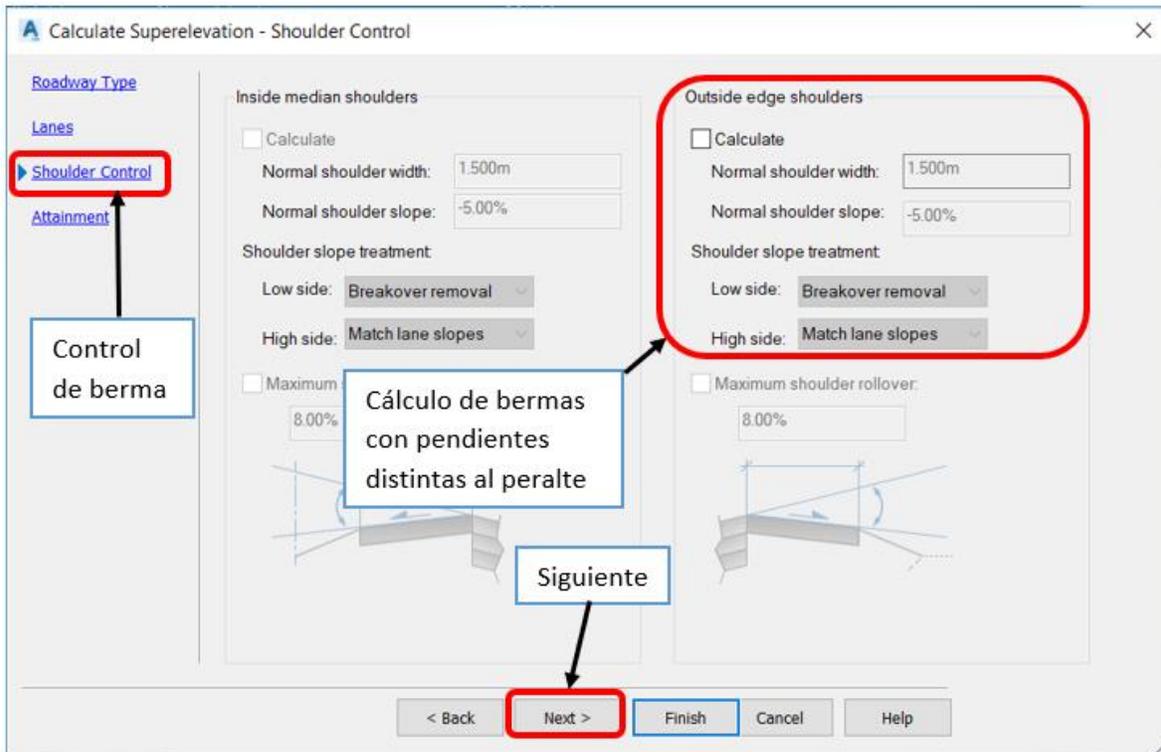


Figura No. 109 – Selección transición en bermas

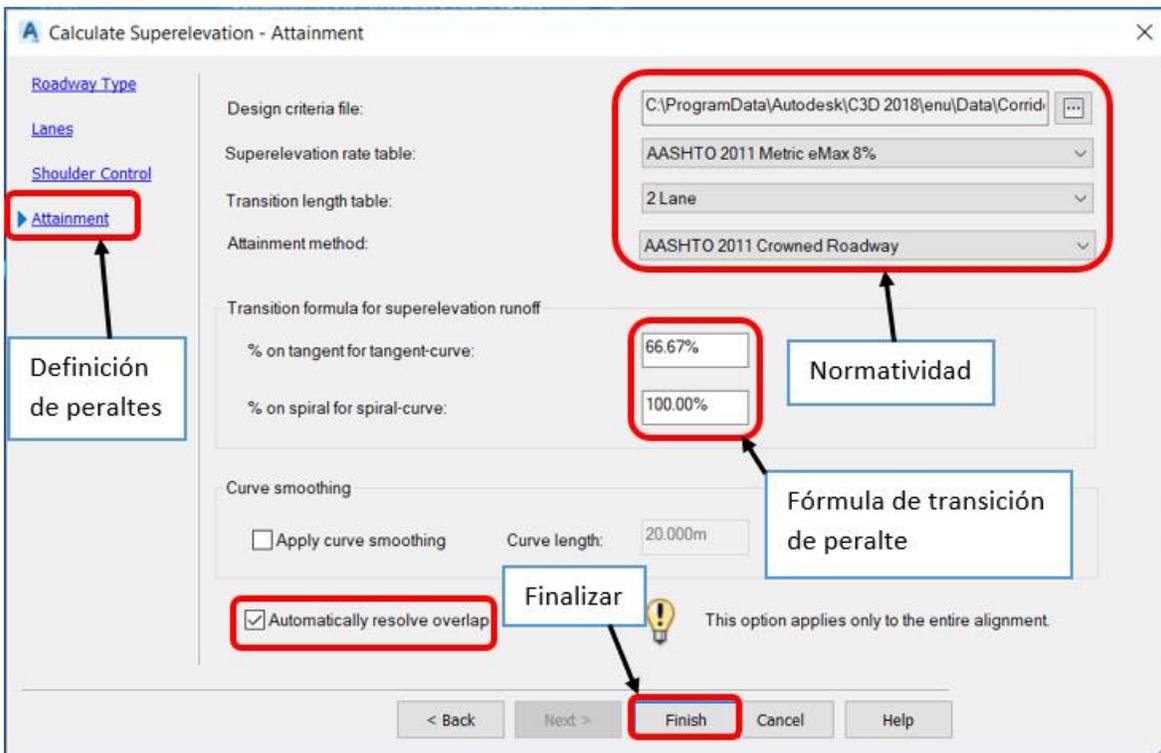


Figura No. 110 – Selección de normatividad

Superelevation Curve	Start Station	End Stati...	Length	Overl...	Left Outside La...	Right Outside L...
Curve.1						
Transition In Region	0+034.02m	0+087...	53.812...			
Runout	0+034.02m	0+046...	12.812...			
End Normal Cr...	0+034.02m				-2.50%	-2.50%
Level Crown	0+046.83m				-2.50%	0.00%
Runoff	0+046.83m	0+087...	41.000...			
Level Crown	0+046.83m				-2.50%	0.00%
Reverse Crown	0+059.65m				-2.50%	2.50%
Begin Curve	0+074.17m					
Begin Full Super	0+087.83m				-8.00%	8.00%
Transition Out Region	0+110.11m	0+163...	53.812...			
Runoff	0+110.11m	0+151...	41.000...			
End Full Super	0+110.11m				-8.00%	8.00%
End Curve	0+123.77m					
Reverse Crown	0+138.29m				-2.50%	2.50%
Level Crown	0+151.11m				-2.50%	0.00%
Runout	0+151.11m	0+163...	12.812...			
Level Crown	0+151.11m				-2.50%	0.00%
Begin Normal ...	0+163.92m				-2.50%	-2.50%
Curve.2						
Curve.3						
Transition In Region	0+403.52m	0+423...	20.000...			
Runout	0+403.52m	0+413...	10.000...			
End Normal Cr...	0+403.52m				-2.50%	-2.50%
Level Crown	0+413.52m				0.00%	-2.50%
Runoff	0+413.52m	0+423...	10.000...			
Level Crown	0+413.52m				0.00%	-2.50%
Begin Curve	0+423.18m					

Figura No. 111 – Reporte de peraltes y longitudes de transición

Para visualizar el diagrama de peraltes, seleccionamos el eje de diseño y nos dirigimos al grupo de botones de inicio, botón **“Alignment: EJE MANUAL EDC-18”**, sección **“Modify”**, herramienta **“Superelevation”** y seleccionamos la opción **“Create Superelevation View”**.

Configuramos la ventana de acuerdo con la figura No. 112, damos clic en el botón **“Ok”** y seleccionamos un punto de inserción en el espacio de trabajo para ubicar la vista de peralte.

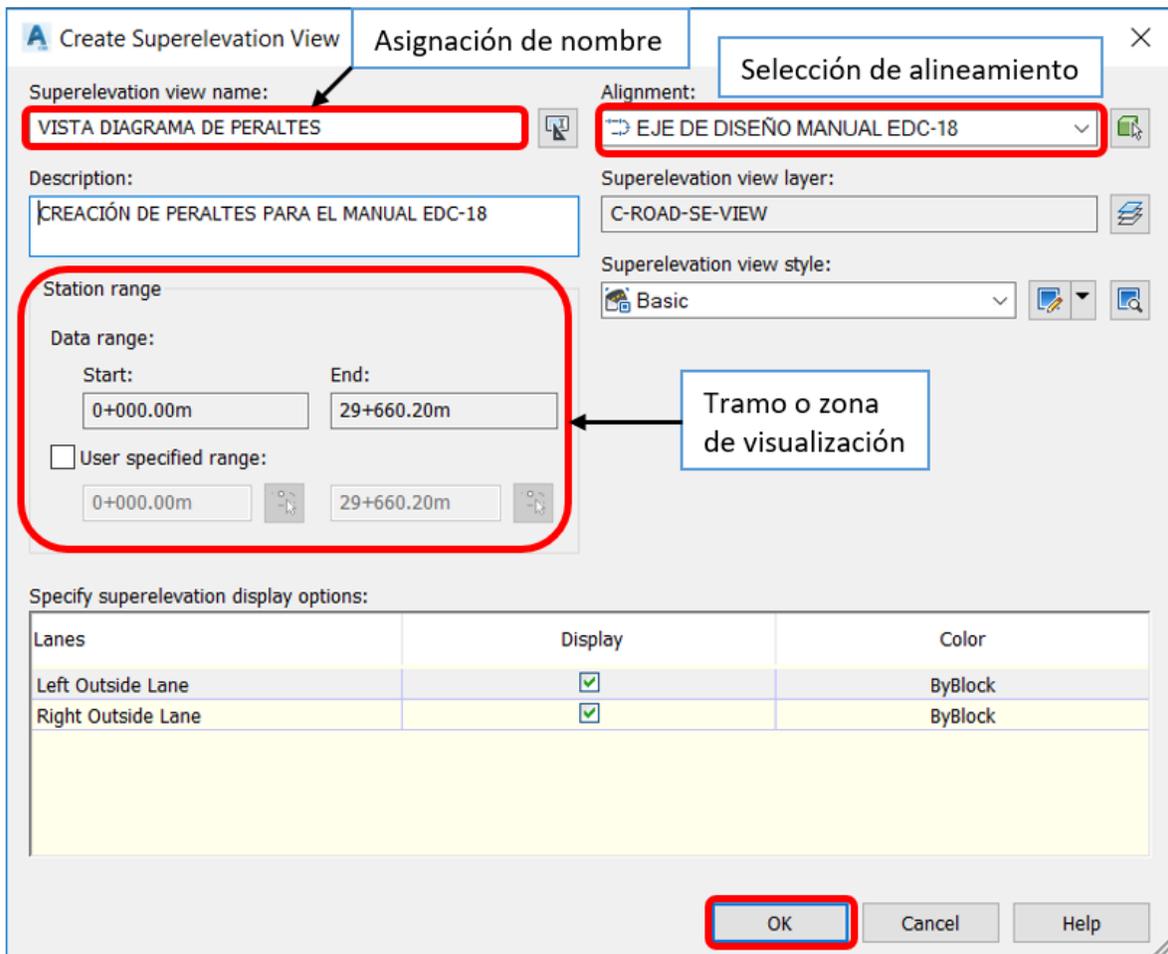


Figura No. 112 – Ventana creación vista de peralte

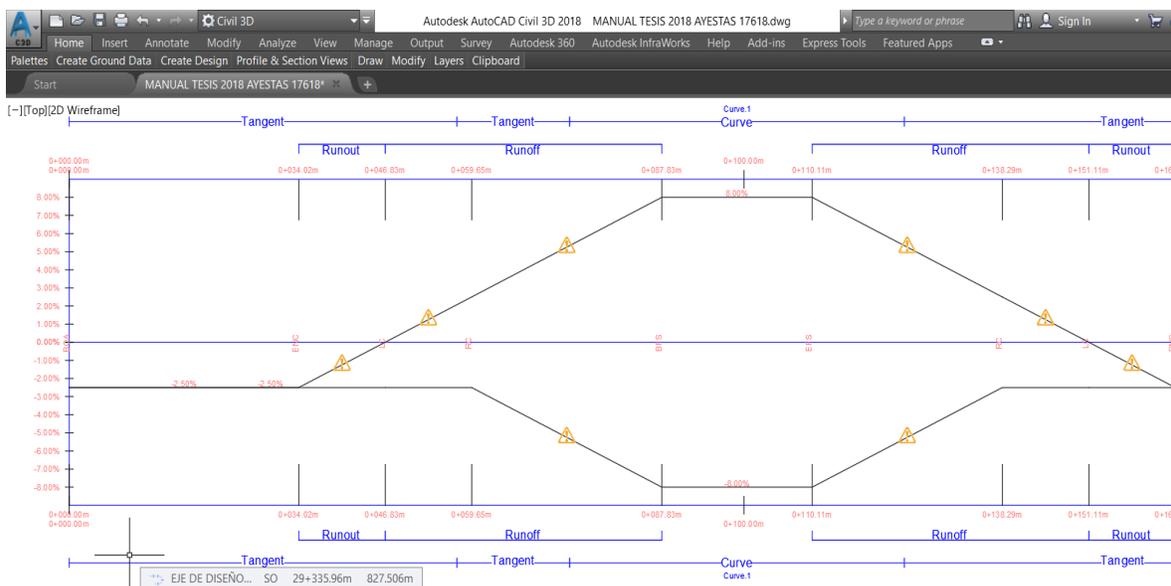


Figura No. 113 – Vista diagrama de peraltes

## CAPITULO 6 – ALINEAMIENTO VERTICAL

### 6.1 CREACIÓN VISTA PERFIL LONGITUDINAL

Continuando con el proceso de diseño, necesitamos crear una vista donde se muestre el perfil longitudinal del terreno, con el fin de más adelante proyectar la rasante (alineamiento vertical).

Al igual que el trazado en planta, el trazado vertical obedece a condiciones particulares del proyecto, en donde podemos encontrar proyección a solo corte, terraplén, trazado mixto o a nivel del perfil longitudinal.

Para generar la vista de perfil longitudinal, nos dirigimos a los botones de grupo, botón “**Home**” sección “**Create Design**”, desplegamos la opción “**Profile**” y seleccionamos la herramienta “**Create Surface Profile**”

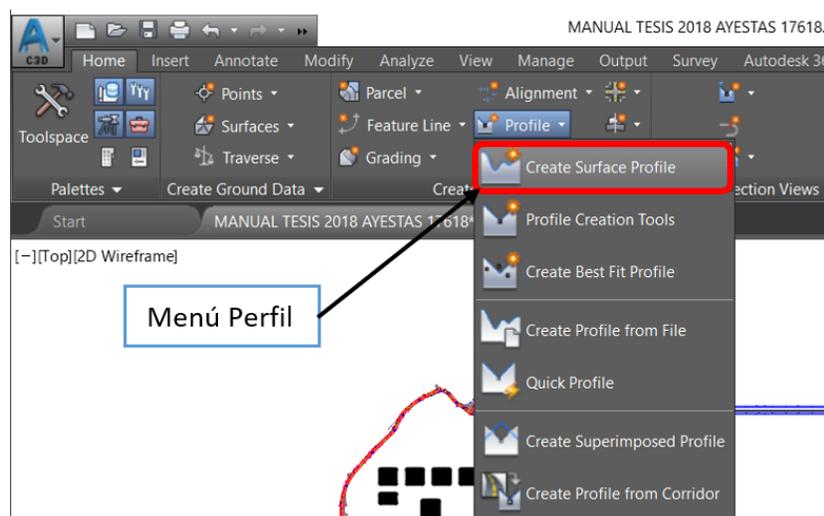


Figura No. 114 – Herramienta crear perfil superficie

Una vez en la ventana “**Create Profile from Surface**” seleccionamos el eje de diseño del cual queremos obtener el perfil de terreno, el tramo o zona de visualización de la vista de perfil, y en la sección “**Select Surface**” en donde aparece la superficie de terreno creada previamente “**MALACATOYA**”, seleccionamos la superficie y damos clic en el botón “**Add**” con el fin de agregarla a la sección “**Profile list**”. Ahora solo nos queda agregar los perfiles del terreno correspondiente a las bandas (banda derecha e izquierda), para ello activamos la opción “**Sample offsets**” y en la casilla inferior que se activa, digitamos el valor al cual queremos obtener el perfil de la banda deseada y damos clic en el botón “**Add**”. Cabe aclarar que un valor positivo (+) corresponde a un perfil de banda derecha y un valor negativo (-) corresponde a un perfil de la banda izquierda (en el sentido del eje por ejemplo para un ancho de 6m sería **-3,3**). Por último, en la sección “**Profile list**” (en donde debemos tener 3 perfiles agregados), cambiamos el estilo de cada perfil según corresponda. Para el perfil de terreno = estilo “**Existing Ground Profile**”, perfil banda derecha = estilo “**Right Sample Profile**” y perfil banda izquierda = estilo “**Left Sample Profile**”. Finalmente damos clic en el botón “**Draw in profile view**” para continuar con la creación de la vista de perfil.

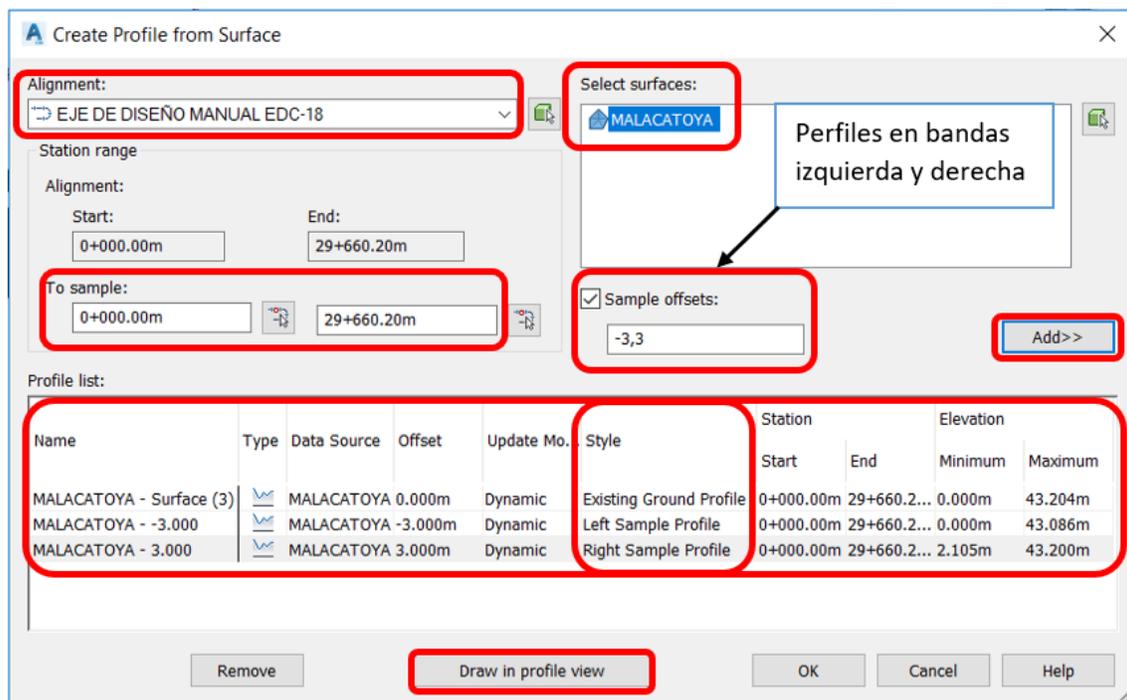


Figura No. 115 – Ventana crear perfil superficie

Ahora, continuando con el proceso de creación de la vista de perfil, se mostrarán las configuraciones que se deben hacer en la ventana **“Create Profile View – General”**. En la sección **“General”**, se debe seleccionar el eje el cual se le va a generar el perfil de terreno (**“Select alignment”**), asignar un nombre a la vista de perfil (**“Profile view name”**) **“PERFIL TERRENO EDC-18”**, y seleccionamos un estilo predeterminado (**“Profile view style”**) para la vista de perfil **“Profile View”**. Continuamos con la creación de la vista de perfil dando clic en el botón **“Siguiente”** (Ver figura No. 116).

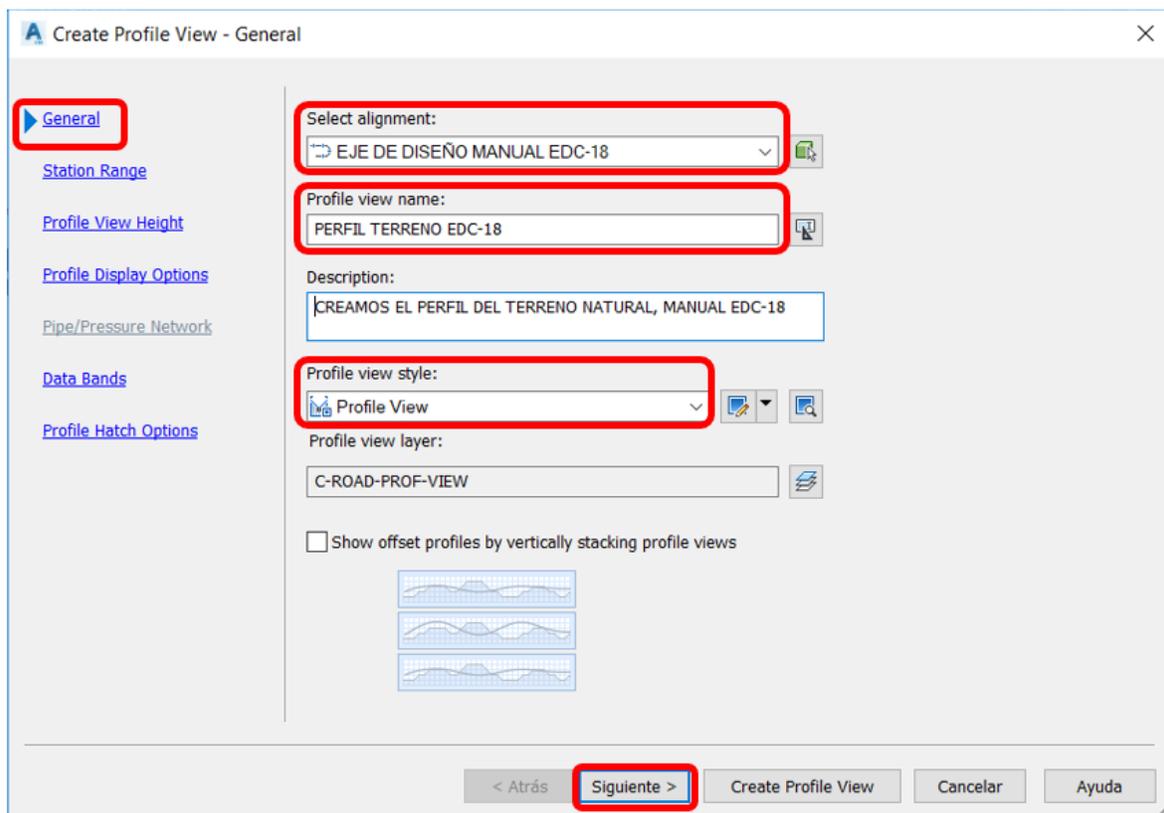


Figura No. 116 – Ventana crear vista de perfil

En la sección **“Station Range”** podemos configurar el tramo o zona de visualización de la vista de perfil en creación, en este caso dejamos la configuración por defecto.

Continuamos con la sección **“Profile View Height”** en donde se puede configurar altura de la vista de perfil y generar cortes de la vista con el fin de organizar de acuerdo con las dimensiones de algún cajetín o plano de trabajo. Esta opción funciona de igual manera a la generación de los cortes de la tabla de elementos de curvas horizontales. Dejamos las configuraciones por defecto en esta sección con el fin de mostrar la vista de perfil de manera completa, damos clic en el botón **“Siguiete”**.

En la sección **“Profile Display Options”** se pueden configurar estilos de los perfiles agregados anteriormente, además de agregar etiquetas a cada perfil si así se requiere. Dejamos las configuraciones por defecto y damos clic en el botón **“Siguiete”**.

La sección **“Pipe/Pressure Network”** se encuentra desactivada porque no se ha realizado ningún diseño de redes de tuberías.

La sección **“Data Bands”** o conocida como **Guitarras** es la sección principal de cualquier vista de perfil, pues permite agregar a la vista de perfil información importante como puede ser: cotas de terreno, cotas de rasante, datos principales de geometría de rasante, estacionamiento, vista de diagrama de peraltes, datos de volúmenes y áreas de corte y terraplén, entre otra información que previamente configurada se puede agregar a la vista de perfil.

Por ahora dejamos las configuraciones por defecto y a medida que se necesite alguna información adicional en la vista de perfil se realizará la creación o edición de estilos, damos clic en el botón **“Siguiete”**.

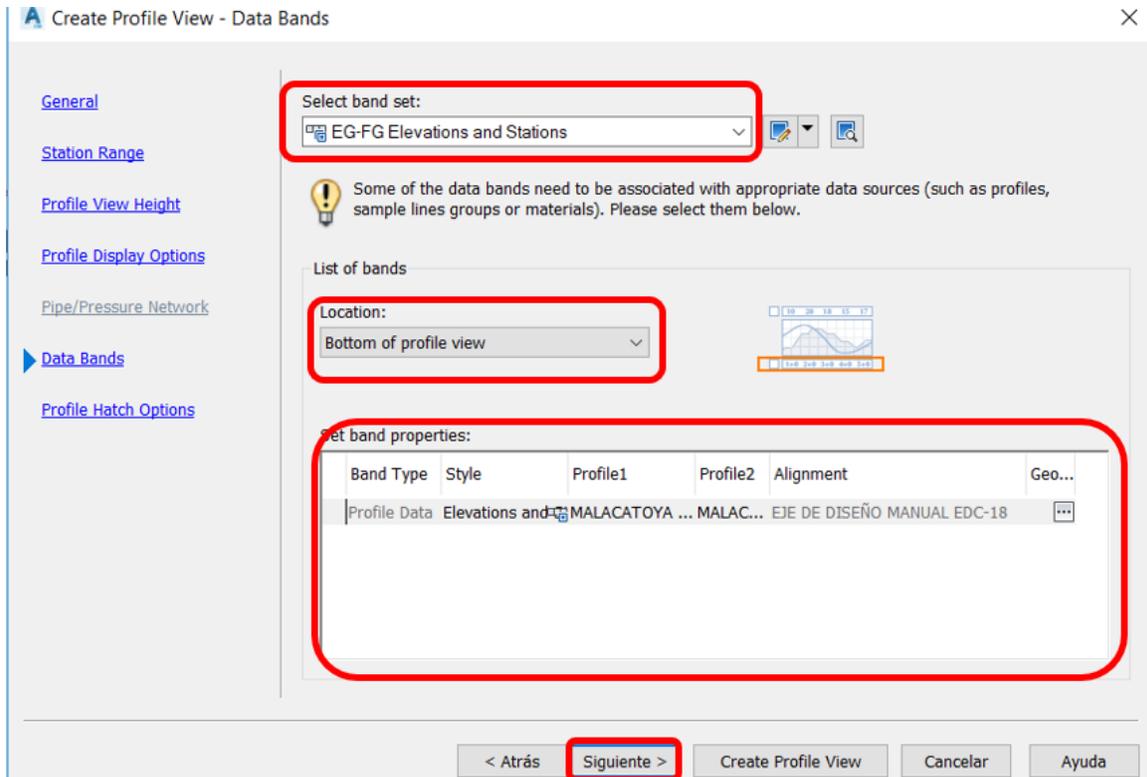


Figura No. 117 – Crear vista de perfil – sección guitarras

Finalmente, en la sección “**Profile Hatch Options**” se puede dar un estilo especial a la vista de perfil con ayuda de sombreados que permitan visualizar zonas de corte o terraplén todo en base al perfil de terreno y la rasante proyectada. Dejamos las configuraciones por defecto y damos clic en el botón “**Create Profile View**”, damos clic en un punto de inserción sobre el espacio de trabajo para ubicar la vista de perfil.

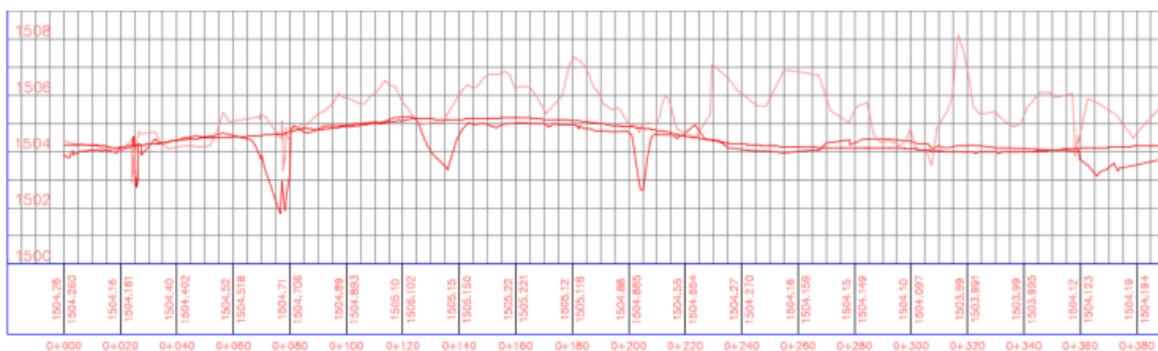


Figura No. 118 – Vista de perfil

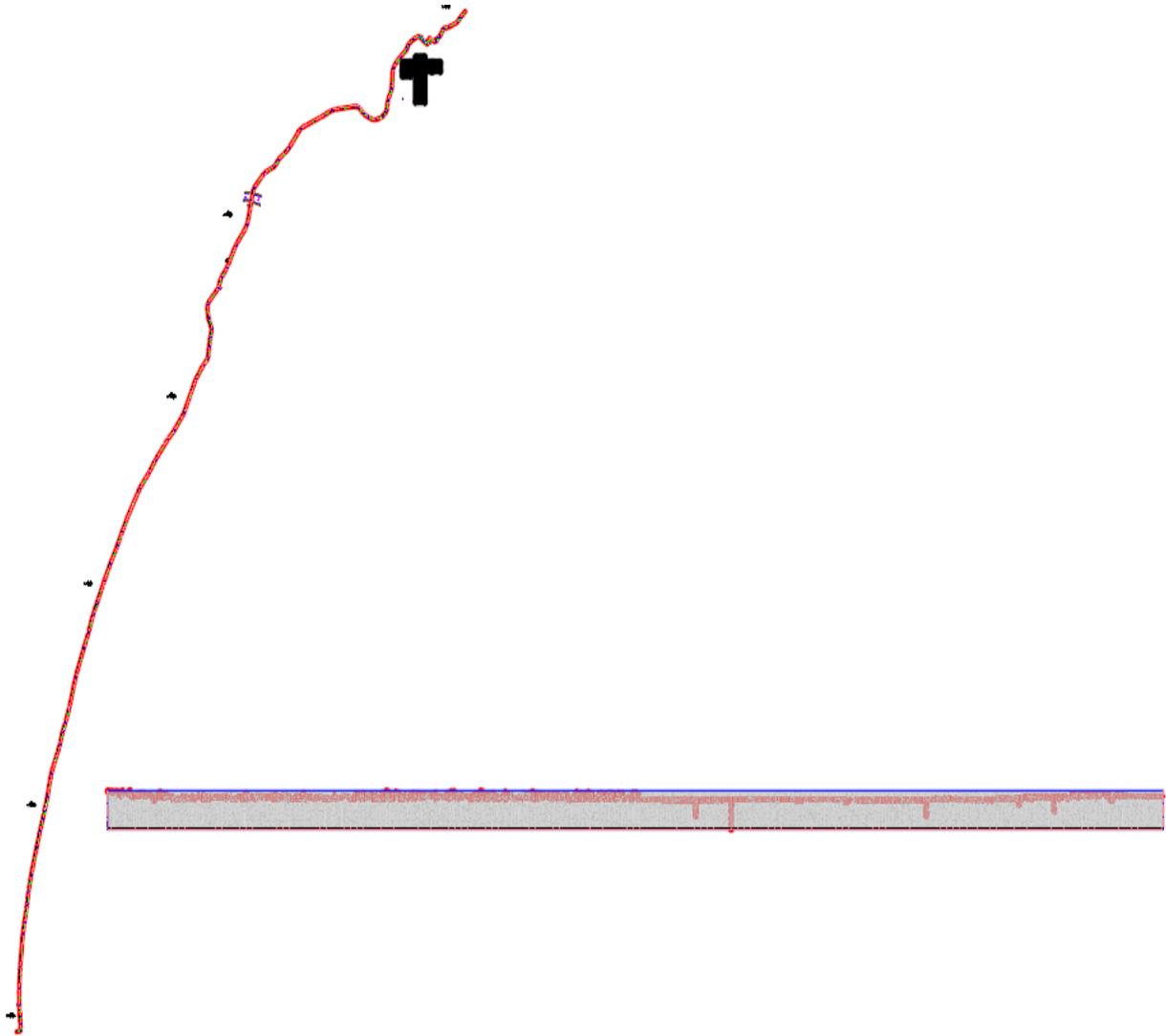


Figura No. 119 – Visualización de entidades creadas

## 6.2 ESTILO DE PERFILES

Como se puede apreciar en las figuras No. 118 y 119, los colores de los perfiles agregados a la vista de perfil son muy similares y generan confusión. Es importante realizar una edición del estilo de cada perfil con el fin de mejorar la visualización y mejorar la proyección de la rasante que se realizará en el numeral siguiente.

Iniciamos con la edición al estilo del perfil longitudinal, para diferenciarlos de los perfiles de las bandas izquierda y derecha, seleccionamos cada perfil y miramos en los botones de grupo, en el botón perfil que aparece, debe tener el nombre **“Profile: MALACATOYA – Surface ()”**, una vez seleccionado, damos clic derecho y clic en la opción **“Profile Properties”**. En la pestaña **“Information”** de la ventana **“Profile Properties – MALACATOYA – Surface ()”** nos dirigimos a la sección **“Object style”** y creamos una copia del estilo **“Existing Ground Profile”**. Renombramos el estilo (copia) como **“PERFIL TERRENO EDC-18”**, nos dirigimos a la pestaña **“Display”** y ubicamos los componentes de visualización en una capa nueva con nombre **“C-ROAD-PROF-TERR EDC-18”** color **“98”**, tipo de línea **“Continua”** y espesor de línea **“0.35 mm”**. Finalizamos dando clic en el botón **“Aceptar”** para regresar a la ventana inicial y de nuevo clic en el botón **“Aceptar”** para visualizar los cambios en el espacio de trabajo.

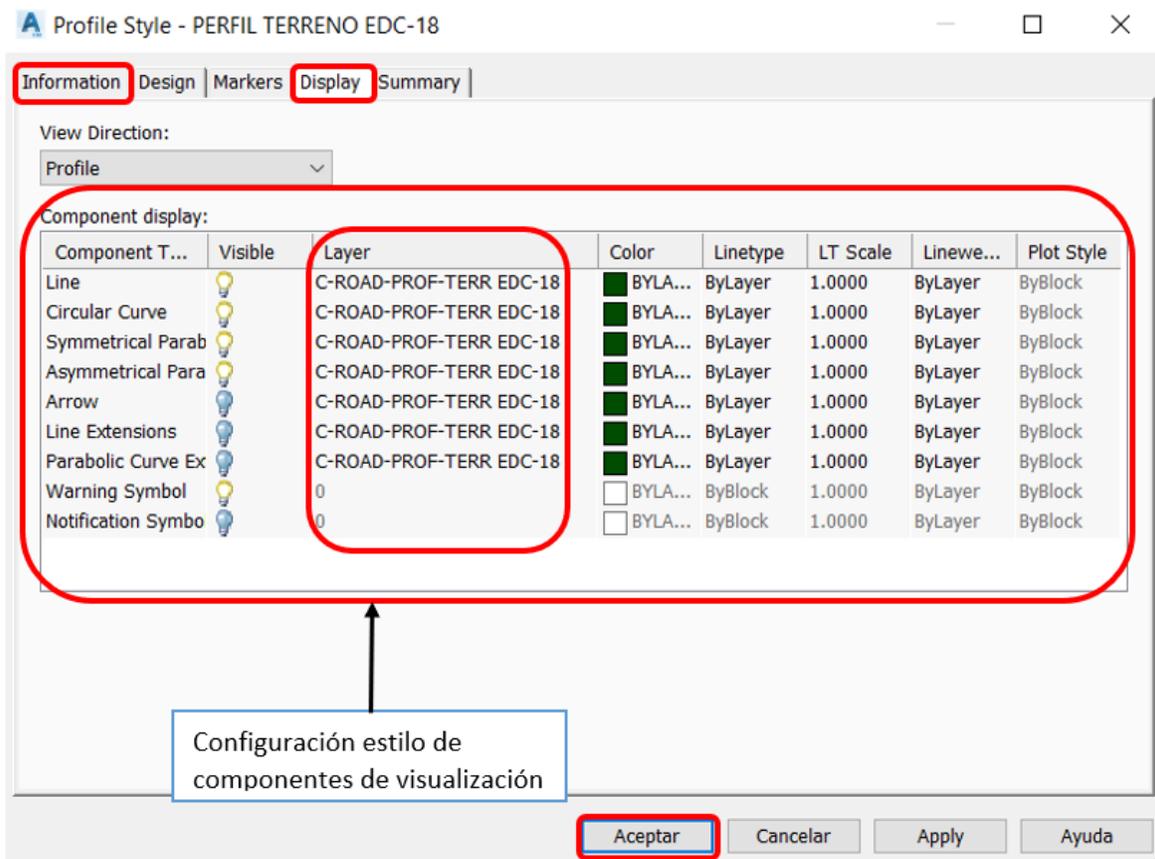


Figura No. 120 – Configuración estilo de perfil de terreno

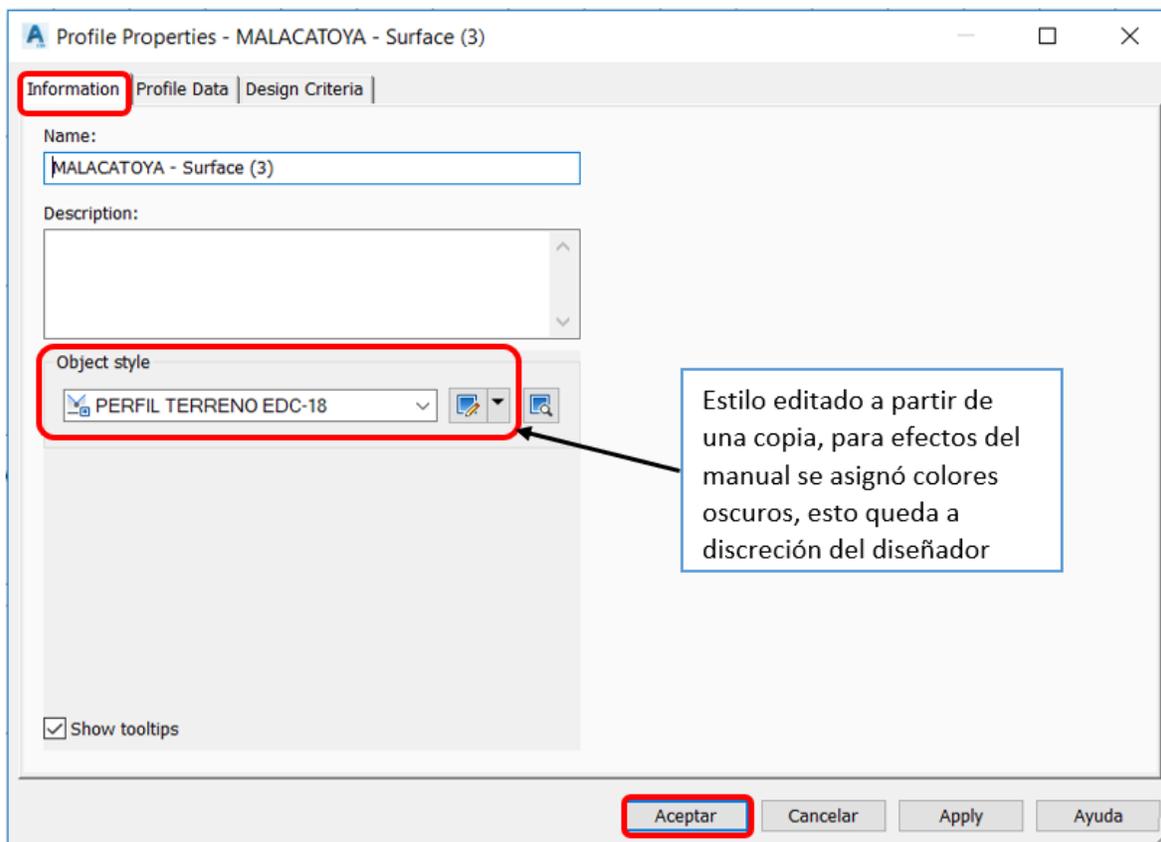


Figura No. 121 – Información estilo de perfil de terreno

De igual manera realizamos la edición al estilo del perfil banda derecha, para diferenciarlo del otro perfil de la banda izquierda, seleccionamos cada perfil y miramos en los botones de grupo, el botón de perfil que aparece debe tener el nombre **“Profile: MALACATOYA – 3.000”** (valor positivo), una vez seleccionado, damos clic derecho y clic en la opción **“Profile Properties”**. En la pestaña **“Information”** de la ventana **“Profile Properties – MALACATOYA – 3.000”**, nos dirigimos a la sección **“Object style”** y creamos una copia del estilo **“Right Sample Profile”**. Renombramos el estilo (copia) como **“PERFIL BD EDC-18”**, nos dirigimos a la pestaña **“Display”** y ubicamos los componentes de visualización en una capa nueva con nombre **“C-ROAD-PROF-BD EDC-18”** color **“(1) red”**, tipo de línea **“DASHED”** y espesor de línea **“Por defecto”**. Finalizamos dando clic en el botón **“Aceptar”** para regresar a la ventana inicial y de nuevo clic en el botón **“Aceptar”** para visualizar los cambios en el espacio de trabajo.

Finalmente realizamos la edición del estilo del perfil Banda izquierda, miramos en los botones de grupo, el botón de perfil que aparece debe tener el nombre **“Profile: MALACATOYA – -3.000”** (valor negativo), una vez seleccionado, damos clic derecho y clic en la opción **“Profile Properties”**. En la pestaña **“Information”** de la ventana **“Profile Properties – MALACATOYA- -3.00”**, nos dirigimos a la sección **“Object style”** y creamos una copia del estilo **“Left Sample Profile”**. Renombramos el estilo (copia) como **“PERFIL MBI EDC-18”**, nos dirigimos a la pestaña **“Display”** y ubicamos los componentes de visualización en una capa nueva con nombre **“C-ROAD-PROF-MBI EDC-18”**, color **“(5) blue”**, tipo de línea **“DASHED”** y espesor de línea **“Por defecto”**. Finalizamos dando clic en el botón **“Aceptar”** para regresar a la ventana inicial y de nuevo clic en el botón **“Aceptar”** para visualizar los cambios en el espacio de trabajo.

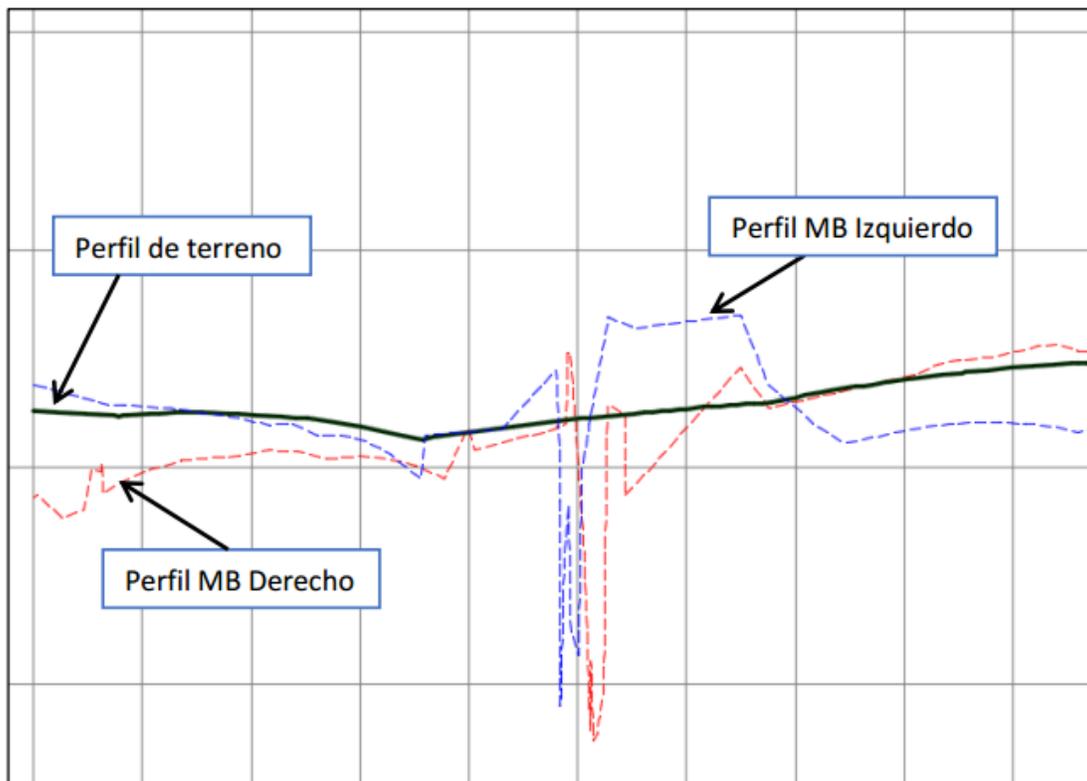


Figura No. 122 – Estilo Final perfiles de vista de perfil

### 6.3 TRAZADO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (RASANTE)

Una vez obtenida la vista del perfil longitudinal de terreno, continuamos con el trazado del alineamiento vertical o rasante de diseño, para esto requerimos tener los resultados de cálculos en base a las condiciones específicas del proyecto y saber a que velocidad de diseño nos apegaremos. (ver **ANEXO 2**).

Para crear el alineamiento vertical, nos dirigimos al grupo de botones, botón **“Home”**, sección **“Create Desing”**, desplegamos el menú de la opción **“Profile”** y seleccionamos **“Profile Creation Tools”**

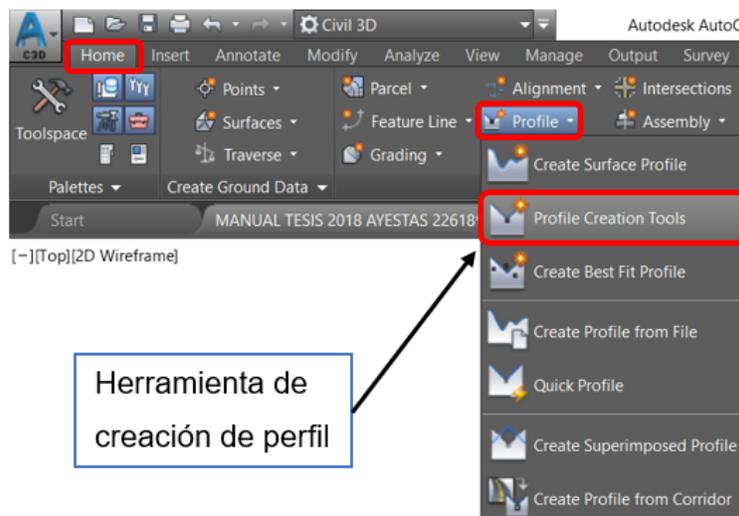


Figura No. 123 – Herramientas de creación de perfil

A continuación, nos aparece un mensaje (barra de comando) en donde nos solicita seleccionar la vista de perfil en la cual vamos a agregar el alineamiento vertical, seleccionamos la vista de perfil y se inicia la ventana **“Create Profile – Draw New”** que es muy similar a la ventana de creación del alineamiento horizontal (ver capítulo 4, numeral 4.1, pág. 64-74). Asignamos un nombre **“RASANTE EDC-18”**, en la sección **“Profile style” = Design Profile**, y sección **“Profile label set” = Complete Label Set**.

Luego nos dirigimos a la pestaña “**Design Criteria**” donde establecemos las normas de diseño que estamos empleando (ver **ANEXOS 1 Y 2**), en nuestro caso trabajando con las normas **AASHTO 2011**. Finalizamos dando clic en el botón “**OK**”. Se inicia la ventana flotante “**Profile Layout Tools – RASANTE EDC-18**” que se describirá en la figura No. 125.

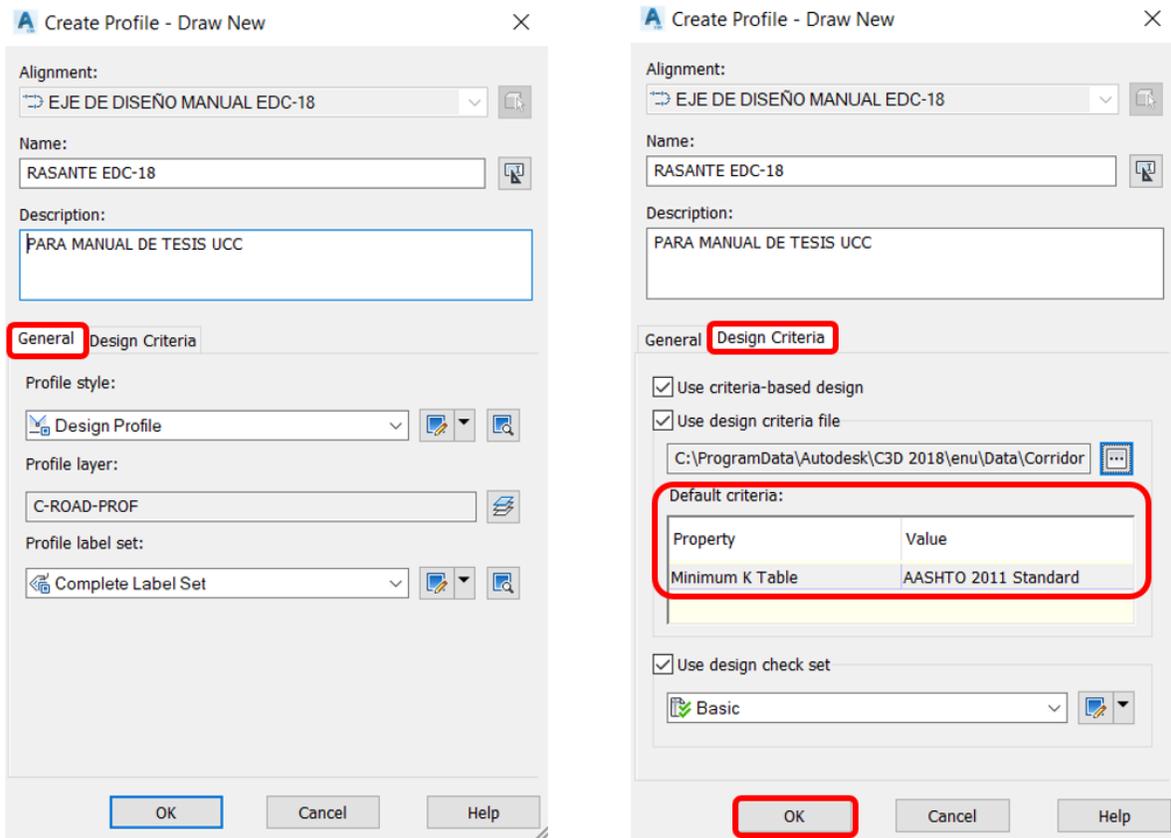


Figura No. 124 – Ventana creación de perfil

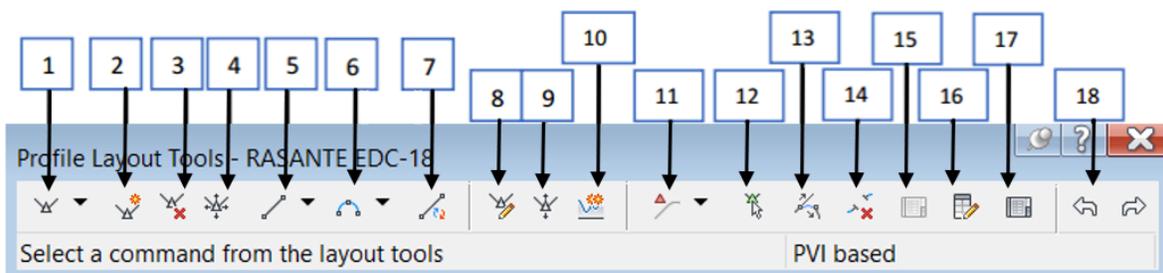


Figura No. 125 – Herramientas de composición de perfil

1. **Configuración y dibujo de alineamientos con tangentes.**
2. **Insert PVI:** inserta un nuevo PVI a lo largo de una tangente establecida
3. **Delete PVI:** suprime un PVI a lo largo de una alineación establecida.
4. **Move PVI:** permite realizar un movimiento controlado de un PVI
5. **Creación de entidades tipo tangente:** permite crear líneas fijas, flotantes y de tipo libre.
6. **Creación de entidades tipo curva:** permite crear curvas fijas, flotantes y de tipo libre.
7. **Convert AutoCAD line and arc:** permite convertir objetos tipo líneas o arcos en entidades de alineamiento como curvas o tangentes.
8. **Insertar PVI por tabla**
9. **Subir o bajar PVI**
10. **Copiar perfil de diseño**
11. **Visualización de PVI**
12. **Seleccionar PVI**
13. **Extender entidad**
14. **Eliminar entidad**
15. **Editor de datos de ajuste de entidades**
16. **Presentación de parámetros de perfil**
17. **Vista de perfil en cuadrícula**
18. **Botones deshacer y rehacer**

Para realizar el trazado de rasante, nos dirigimos al ítem 1 (ver figura No. 125), opción "**Draw Tangents with Curves**". Se puede apreciar que el puntero o cursor se pone en modo "punto de inserción" además en la parte inferior (barra comando) se muestra el mensaje "**Specify start point**". Es importante mencionar que el trazado de rasante debe empalmar con los puntos de inicio y fin del perfil de terreno (Activar referencia de objetos tecla F3). Damos clic en el punto inicial y continuamos ubicando los PVI's dependiendo del criterio de trazo de rasante hasta llegar al punto final del perfil de terreno. Para finalizar oprimimos la tecla "**Enter**".

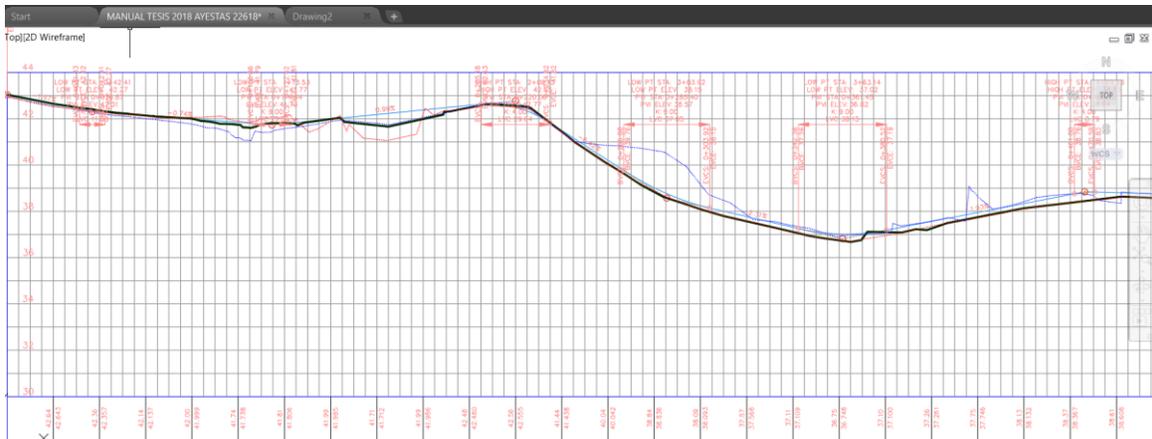


Figura No. 126 – Visualización de rasante proyectada

## 6.4 ESTILO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (RASANTE)

De igual forma que se realizaron ediciones al estilo de los perfiles agregados en la vista de perfil, es necesario modificar el estilo de la rasante propuesta.

**Edición al estilo del perfil (rasante)**, una vez seleccionado, damos clic derecho y clic en la opción **“Profile Properties”**. En la pestaña **“Information”** de la ventana **“Profile Properties – RASANTE EDC-18”**, nos dirigimos a la sección **“Object style”** y creamos una copia del estilo **“Dising Profile”**. Renombramos el estilo (copia) como **“RASANTE EDC-18”**, color **“(4) cyan”**, tipo de línea **“Continua”** y espesor de línea **“0.40 mm”**. En componente de visualización **“Line Extensions”** debe ir en la capa previamente creada, pero con las siguientes características: color = **“White (7)”**, tipo de línea = **“DASHED”** y grosor de línea = **“Por defecto”**. Finalizamos dando clic en el botón **“Aceptar”** para regresar a la ventana inicial y de nuevo clic en el botón **“Aceptar”** para visualizar los cambios en el espacio de trabajo.

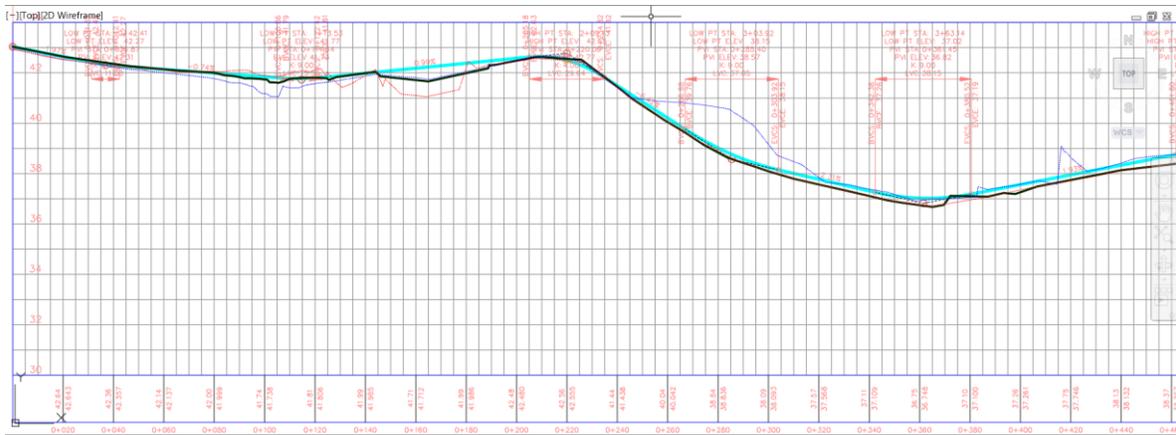


Figura No. 127 – Visualización estilo de rasante proyectada

### 6.5 ETIQUETAS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (RASANTE)

Ahora debemos agregar etiquetas al alineamiento vertical con el fin de tener una mejor visualización de cada subentidad.

Para agregar etiquetas, seleccionamos la rasante, clic derecho y seleccionamos la opción “**Edit Labels**”. Se inicia la ventana “**Profile Labels – RASANTE EDC-18**” que contiene las etiquetas por defecto seleccionadas anteriormente.

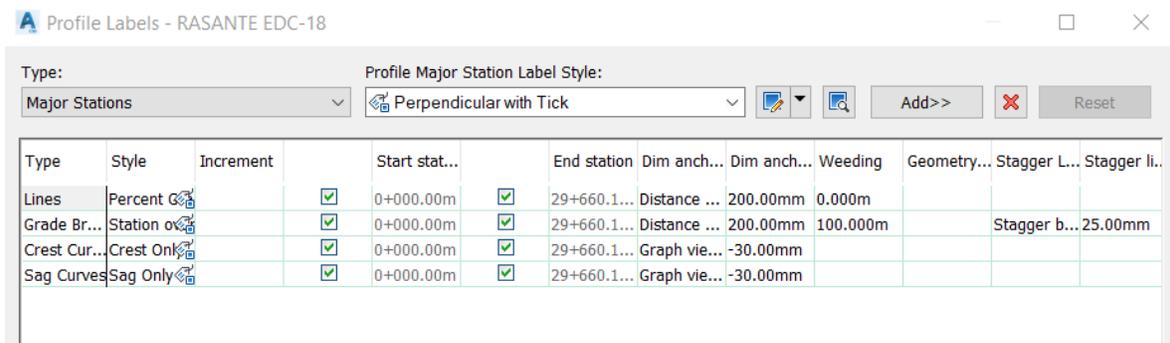


Figura No. 128 – Etiquetas de Perfil

Iniciamos con edición de la etiqueta tipo “**Lines**” con estilo “**Percent Grade**”. Creamos una copia del estilo “**Percent Grande**”. Renombramos el estilo (copia) como “**PEND EDC-18**”. Nos dirigimos a la pestaña “**General**” y creamos una capa con nombre “**C-ROAD-PROF-TEXT-PEND EDC-18**” color “**(7) white**”. En la pestaña “**Layout**” cambiamos “**Text Height**”=**2.5mm** y “**Y Offset**”=**1.0mm**. Damos clic en el botón “**Aceptar**” y luego en el botón “**Ok**” para continuar con la edición de la siguiente etiqueta.

Continuamos con edición de la etiqueta tipo “**Grade Breaks**” con estilo “**Station over Elevation**”. Creamos una copia del estilo “**Station over Elevation**”. Renombramos el estilo (copia) como “**ABS-COTA EDC-18**”. Nos dirigimos a la pestaña “**General**” y creamos una capa con nombre “**C-ROAD-PROF-TEXT-ABS EDC-18**”, color “**(7) white**”.

En la pestaña “**Layout**”:

Componente “**Line**”: cambiamos “**Fixed Length**”= **50 mm** y “**Color**”= **(5) blue**.

Componente “**PVIS**”: cambiamos “**Contets**” borramos el texto por defecto, escribimos la letra “**K**” (para formato de abscisa K0+000) y agregamos la propiedad “**PVI Station**”. Damos clic en “**OK**”. (Ver figura No. 129).

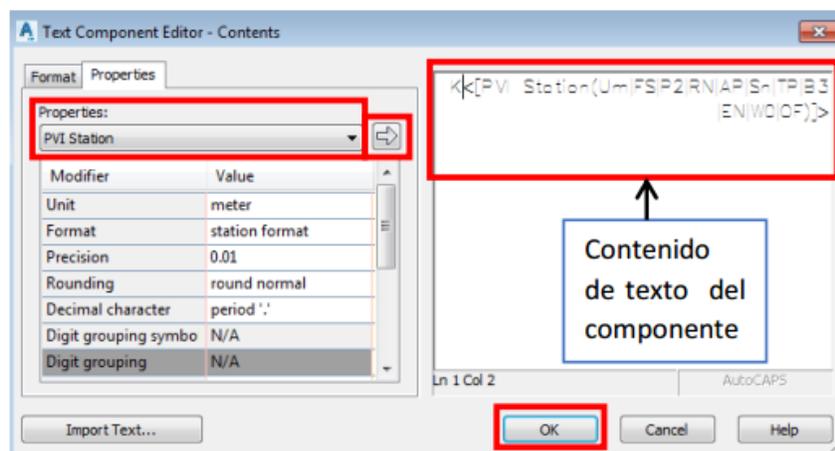


Figura No. 129 – Contenido de componente Line

Componente **“PVIS”**: cambiamos **“Text Height”= 2.0 mm**.

Componente **“PVIE”**: cambiamos **“Contets”** borramos el texto por defecto, escribimos **“COTA: ”** (para formato COTA: 100) y agregamos la propiedad **“PVI Elevation”**. Damos clic en **“OK”**.

Componente **“PVIE”**: cambiamos **“Text Height”= 2.0 mm**

Componente **“Marker”**: cambiamos **“Block Height”= 1.0 mm**

Damos clic en el botón **“Aceptar”** y luego en el botón **“OK”** para continuar con la edición de la siguiente etiqueta.

Continuamos con edición de la etiqueta tipo **“Crest Curves”** con estilo **“Crest Only”**. Creamos una copia del estilo **“Crest Only”**. Renombramos el estilo (copia) como **“CONC-CONV EDC-18”** con el fin de crear un solo estilo tanto para curvas cóncavas como para convexas. Nos dirigimos a la pestaña **“General”** y creamos una capa con nombre **“C-ROAD-PROF-TEXT-CURVAS EDC-18”**, color **“(7) white”**.

En la pestaña **“Layout”**:

Componente **“Dimension Line”**: dejamos las configuraciones por defecto.

Componente **“Start Line”**: dejamos las configuraciones por defecto.

Componente **“End Line”**: dejamos las configuraciones por defecto.

Componente **“PVI Sta and Elev”**: cambiamos **“Contets”** borramos el texto por defecto, y adicionamos propiedades de acuerdo con la tabla No. 4. Damos clic en el botón **“OK”** y cambiamos **“Text Height”= 2.0 mm**

Texto	Propiedad	Ejemplo
Lcv:	Profile Curve Length	Lcv: 30.000
K:	K Value	K: 13.23
Absc: K	PVI Station	Absc K0+000
COTA:	PVI Elevation	COTA: 1700.435

Tabla 4 Propiedades de etiqueta de curva

Componentes **“Start Arrow”** y **“End Arrow”**: cambiamos **“Block Height”=1.0 mm**  
 Componente **“BVC”**: cambiamos **“Contets”** borramos el texto por defecto, y  
 adicionamos propiedades de acuerdo a la tabla No. 5. Damos clic en el botón **“OK”**  
 y cambiamos **“Text Height”= 1.5 mm.**

Texto	Propiedad	Ejemplo
Absc: K	Profile Curve Start Station	Absc K0+000
COTA:	Profile Curve Start Elevation	COTA: 1700.435

Tabla 5 Propiedades de etiqueta de curva (2)

Componente **“EVC”**: cambiamos **“Contets”** borramos el texto por defecto, y  
 adicionamos propiedades de acuerdo a la tabla No. 6. Damos clic en el botón **“OK”**  
 y cambiamos **“Text Height”= 1.5 mm.**

Texto	Propiedad	Ejemplo
Absc: K	Profile Curve End Station	Absc K0+000
COTA:	Profile Curve End Elevation	COTA: 1700.435

Tabla 6 Propiedades de etiqueta de curva (3)

Componentes **“Start Marker”** y **“End Marker”**: cambiamos **“Block Height”= 1.0 mm.** Damos clic en el botón **“Aceptar”** y luego en el botón **“OK”** para continuar con la edición de la siguiente etiqueta. Finalmente, la edición de la etiqueta tipo **“Sag Curves”** con estilo **“Sag Only”**. Para esta etiqueta solo queda seleccionar la columna **“Style”** el estilo **“CONC-CONV EDC-18”** creado anteriormente. Finalizamos dando clic en el botón **“Aceptar”**.

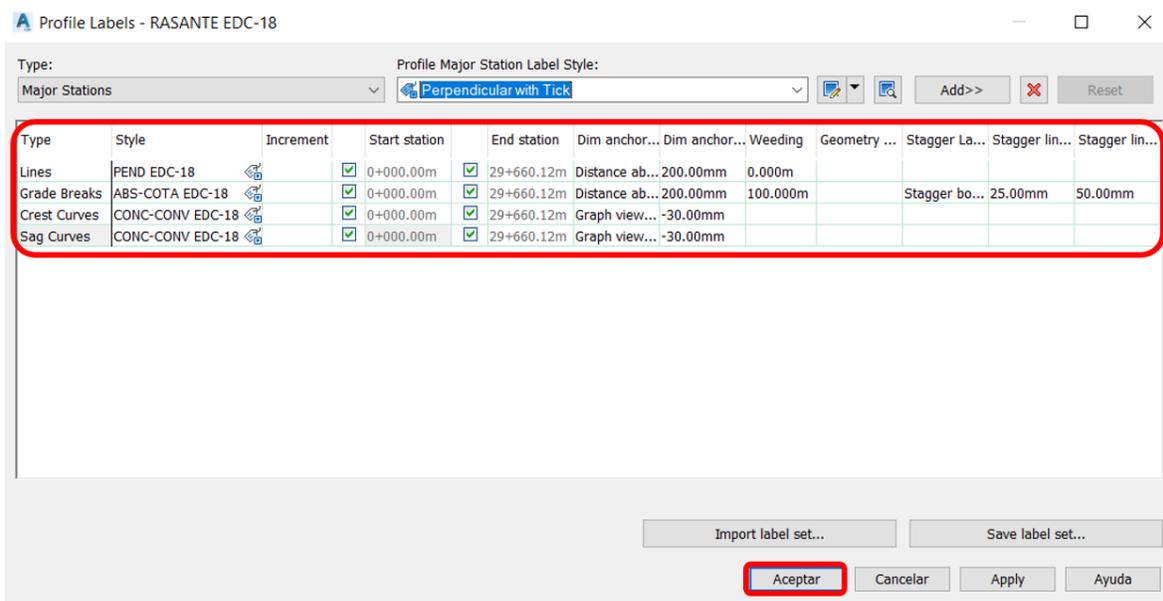


Figura No. 130 – Estilos finales de etiquetas de perfil

## 6.6 EDICIÓN DEL TRAZADO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL (RASANTE)

Anteriormente se explicó el procedimiento de creación de un alineamiento, ahora y debido a las condiciones particulares es necesario realizar una edición al trazado con el fin de conseguir el mejor ajuste que cumpla con la normatividad vigente.

El ajuste geométrico de rasante al igual que un alineamiento horizontal consiste en insertar o suprimir PVI's, aumentar o disminuir longitudes de parábola, reubicar PVI's, de tal forma que se logre la consistencia en el trazado cumpliendo además con la normatividad vigente en Nicaragua, en nuestro caso AASTHO 2011.

La inserción eliminación y edición en general del perfil longitudinal es similar a la edición de un alineamiento horizontal (ver capítulo 4, numeral 4.3, pág. 78-86)

**Mover un PVI:** para mover un PVI, solo basta con seleccionar el alineamiento y buscar la curva a mover, esta curva estará compuesta por diferentes nodos entre los cuales encontramos nodos circulares y nodos triangulares, el **nodo triangular vertical** es el nodo de movimiento o desplazamiento de un PVI. Seleccionamos el nodo en mención (nodo triangular vertical) y lo ubicamos en el lugar más adecuado según la necesidad del proyecto.

**Aumentar longitud de una curva:** para incrementar la longitud de una curva debemos seleccionar los **nodos circulares** y desplazar el cursor hasta donde se desee o lo permita la geometría del alineamiento en conjunto.

**Insertar un nuevo PVI:** Una vez sea visible la ventana **“herramienta de composición de perfil”** damos clic sobre el icono **“Insert PVI”**, en la barra de comando nos aparece el siguiente mensaje **“Specify point for new PVI”**, solicitando un punto de inserción para ubicación del PVI (ubicación en tramos rectos o tangentes). Una vez damos clic se formará el nodo triangular vertical que corresponde a la generación de un nuevo PVI, y si no necesitamos insertar más PVI's salimos de la herramienta presionando la tecla **“Enter”**.

**Eliminar un PI:** Una vez sea visible la ventana **“herramienta de composición de perfil”** damos clic sobre el icono **“Delete PVI”**, en la barra de comando nos aparece el siguiente mensaje **“Pick point near PVI to delete”**, solicitando dar clic en una zona cercana al PVI a eliminar. Una vez damos clic se eliminará el nodo triangular vertical que corresponde a un PVI, y si no necesitamos eliminar más PVI's salimos de la herramienta presionando la tecla **“Enter”**.

**Creación de una curva vertical (parábola):** para crear una curva vertical, utilizamos el numeral 6.3, ítem 6 **“Creación de entidades tipo curva”**.

Desplegamos el icono y seleccionamos la opción **“Free Vertical Curve (Parabola)”**. En la barra de comando aparecen los siguientes mensajes: **“Select first entity”** que hace referencia a la selección de la tangente de entrada, seguido nos aparece el mensaje **“Specify curve length or ...”** que hace referencia a la asignación de la longitud total de la curva vertical. Una vez se digita el valor de longitud, presionamos la tecla **“Enter”**, y el ciclo de mensajes vuelve a iniciar con el fin de crear una nueva curva circular vertical, si es el caso de no tener más curvas para agregar a un PVI, salimos del menú presionando la tecla **“Enter”**.

**Longitud de curva (ventana PANORAMA):** para realizar edición de geometría debemos utilizar la herramienta **“Profile Grid View”** (ver numeral 6.3, ítem 17).

Damos clic sobre el icono e inmediatamente se inicia la ventana flotante **“PANORAMA”** que contiene toda la información geométrica de cada entidad (curva y tangente) que compone el alineamiento.

Los valores (celdas) con un color un poco más oscuro (tipo negrita) son los valores editables de cada entidad, debemos asignar manualmente los valores de elevaciones, pendientes de entrada y salida, longitud de la curva, valor del parámetro K, radio de curva, entre otros parámetros, de acuerdo con el diseño previo, con el fin de modificar la geometría de cada entidad.

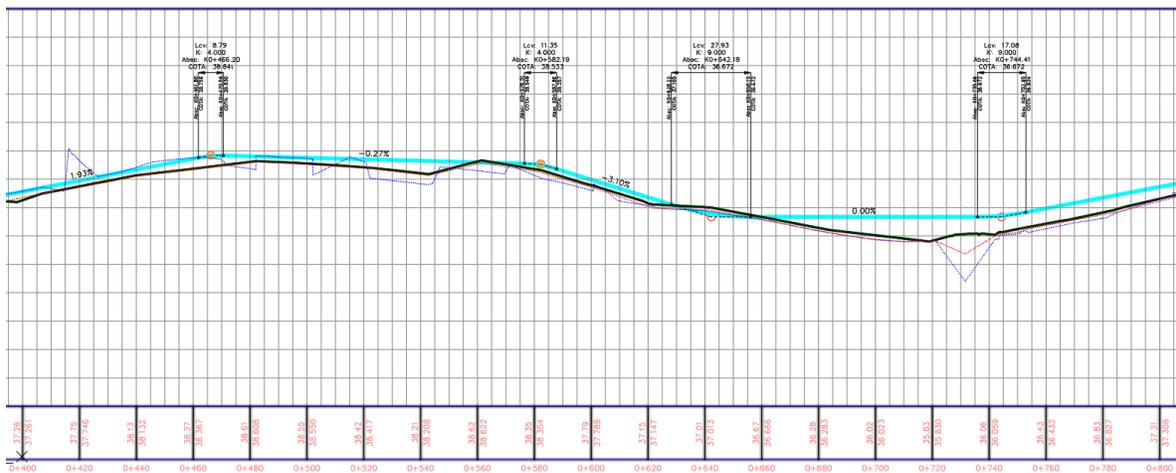
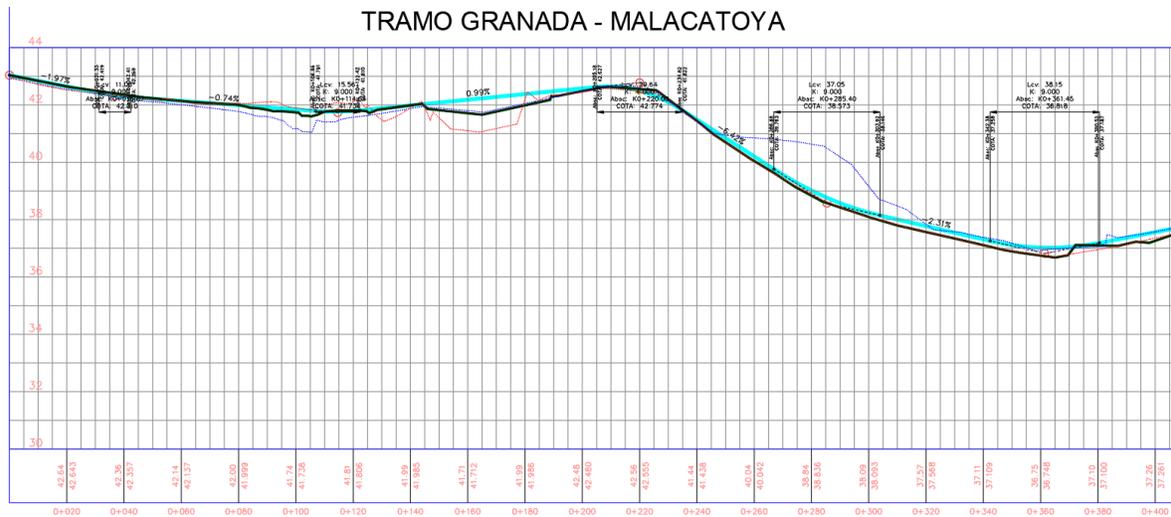


Figura No. 131 – Trazo final del alineamiento vertical

Como podemos observar el trazo se muestra según la información que hemos suministrado, el estilo que hemos asignado y claramente cumple con la topografía de la zona para poder tener un adecuado movimiento de tierra a la hora de ejecutar la obra, no se consideran elevaciones muy altas ni muy bajas, lo que permite un moderado movimiento de tierra en cantidades de corte y relleno.

## CAPITULO 7 – MODELACIÓN DEL CORREDOR (OBRA LINEAL)

### 7.1 CREACIÓN DE ENSAMBLAJE (SECCIÓN TRANSVERSAL)

En AutoCAD CIVIL 3D un corredor es el resultado de la combinación de superficie de terreno, alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sección transversal (Ensamblaje) que generan un modelo tridimensional de una carretera. Un corredor es necesario en la generación de reportes para la materialización de una carretera (localización y replanteo), visualización de secciones transversales, chequeo de empalmes en intersecciones, cuantificación de volúmenes, simulaciones de recorridos de vehículos, entre otros. Usaremos una de las 3 secciones típicas empleadas en el proyecto en cuestión para no extender mucho el manual (ver **ANEXO 3 – Sección Típica 3**)

Para crear ensamblajes y sub-ensamblajes, nos dirigimos a los botones de grupo, botón **“Home”**, sección **“Create Design”**, y desplegamos la opción **“Assembly”** y damos clic en **“Create Assembly”**. Se inicia la ventana **“Create Assembly”** en donde realizamos las siguientes configuraciones:

**Name:** “SECCIÓN EDC-18”

**Description:** “Primer sección del corredor Malacatoya”

**Assembly Type:** “Other”

**Assembly style:** “Basic”

**Code set style:** “All Codes”

**Assembly layer:** “C-ROAD-ASSM”

Finalizamos dando clic en el botón “OK” y seleccionamos un punto de inserción en el espacio de trabajo (ver figura No. 132)

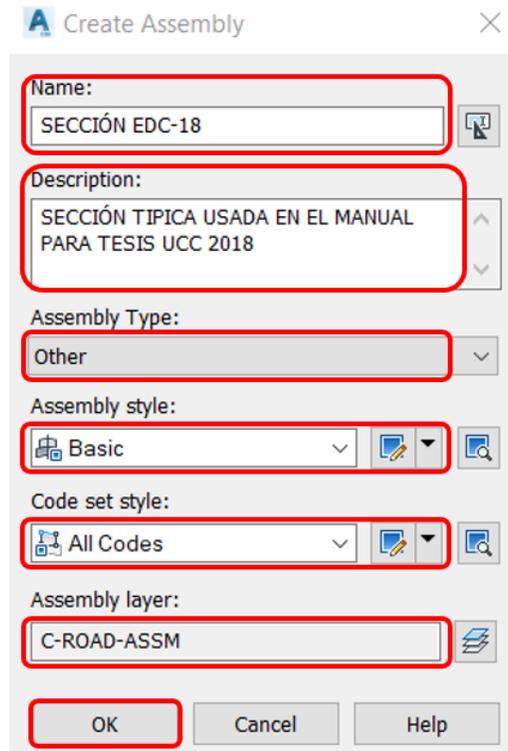


Figura No. 132 – Ventana crear ensamblaje

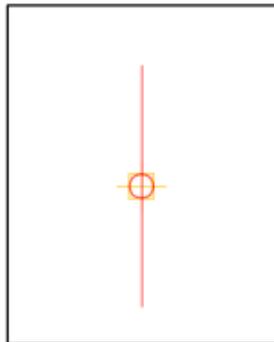


Figura No. 133 – Visualización de objeto tipo ensamblaje

Una vez creado el ensamblaje, se deben agregar los sub-ensamblajes (estructura de pavimento, bermas, cunetas, bordillos, andenes, barreras, y demás elementos de acuerdo con el tipo de proyecto) para completar la creación de la sección de diseño o sección típica.

Para agregar sub-ensamblajes, nos dirigimos a los botones de grupo, botón “Home”, sección “Palettes” y buscamos el icono  que corresponde a paletas de herramientas para sub-ensamblajes. Se inicia la ventana “**TOOL PALETTE CIVIL METRICS SUBASSEMBLIES**” que se compone por varias pestañas en las cuales encontramos elementos específicos para una carretera. Inicialmente se agregará la estructura de pavimento al ensamblaje.

Nos dirigimos a la pestaña “Lanes”, seleccionamos la opción “**LaneSuperelevationAOR**” e inmediatamente se despliega la ventana “**PROPERTIES**” en donde antes de agregar al ensamblaje debemos configurar geometría de cada carril en cuanto a lado “Side”, ancho “Width”, valor de bombeo normal “Default Slope”, espesores de estructura de pavimento, asignar valores de peralte al sub-ensamblaje, entre otros. Una vez realizadas las configuraciones podemos observar que el puntero está en modo selección, con ello damos clic en la parte derecha del ensamblaje para agregar la estructura de pavimento (ver figuras No. 134-136). Finalizamos oprimiendo la tecla “**Enter**”.

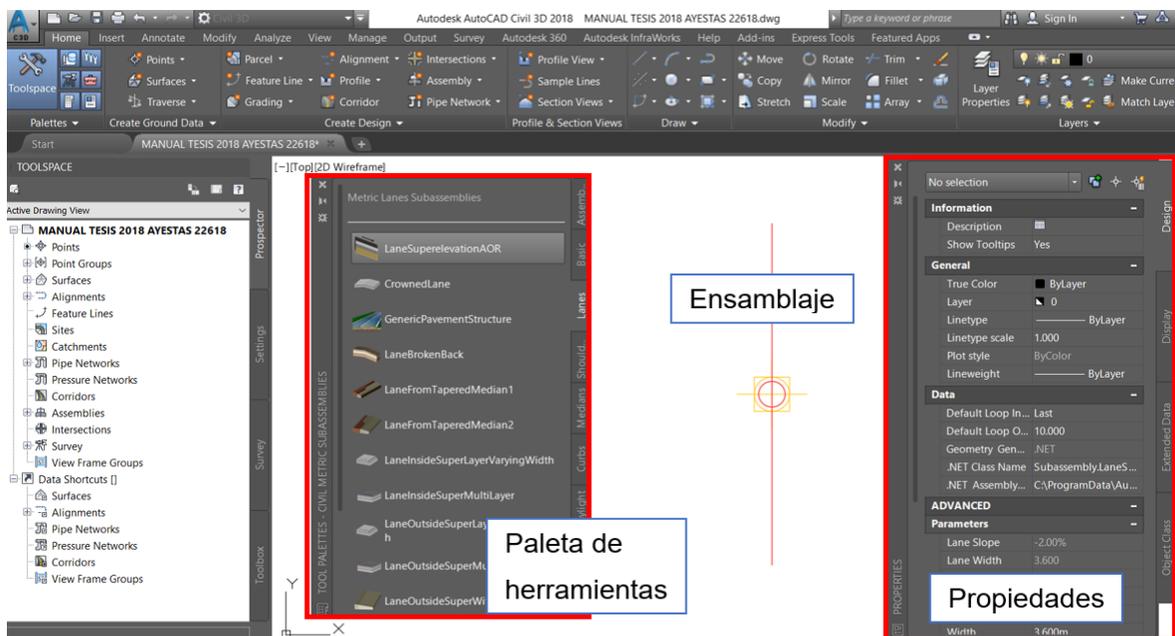


Figura No. 134 – Paleta de herramientas y propiedades

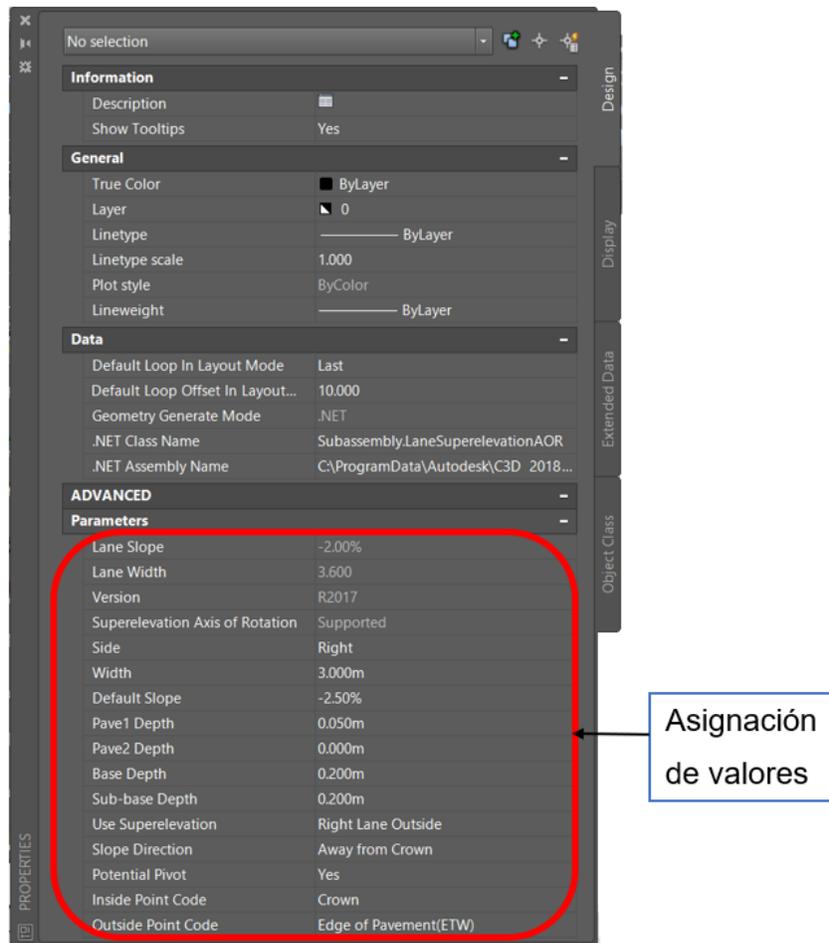


Figura No. 135 – Configuración sub-ensamblaje Lane

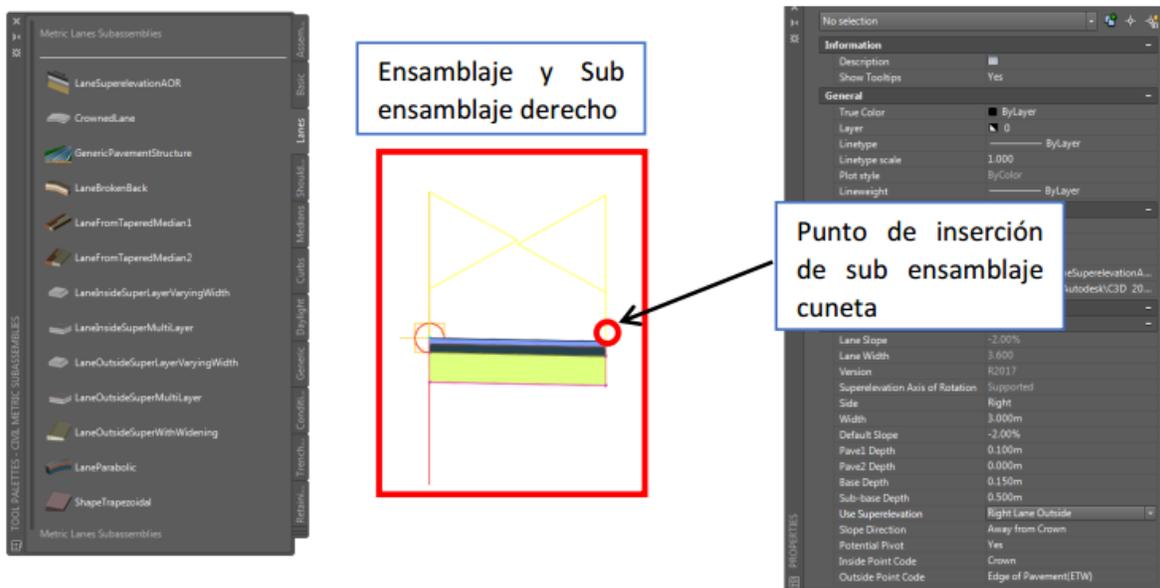


Figura No. 136 – Visualización de sub-ensamblaje derecho

De igual manera agregamos el sub-ensamblaje lado izquierdo, únicamente dando clic en el lado izquierdo, así como ya hicimos anteriormente.

Ahora, agregamos cunetas a ambos lados de acuerdo a la siguiente configuración (para agregar elementos se debe dar clic en el punto del sub-ensamblaje anterior en el cual se va a situar):

Pestaña: "Basic" (TOOL PALETTES-CIVIL METRICS SUBASSEMBLIES)

Opción: "BasicCurbAndGutter"

Geometría: (PROPERTIES)

Gutter Width: 1.05 m

Gutter Slope: -6.0 %

Curb Height: 0.20 m

Curb Width: 0.15 m

Curb Depth: 0.40 m

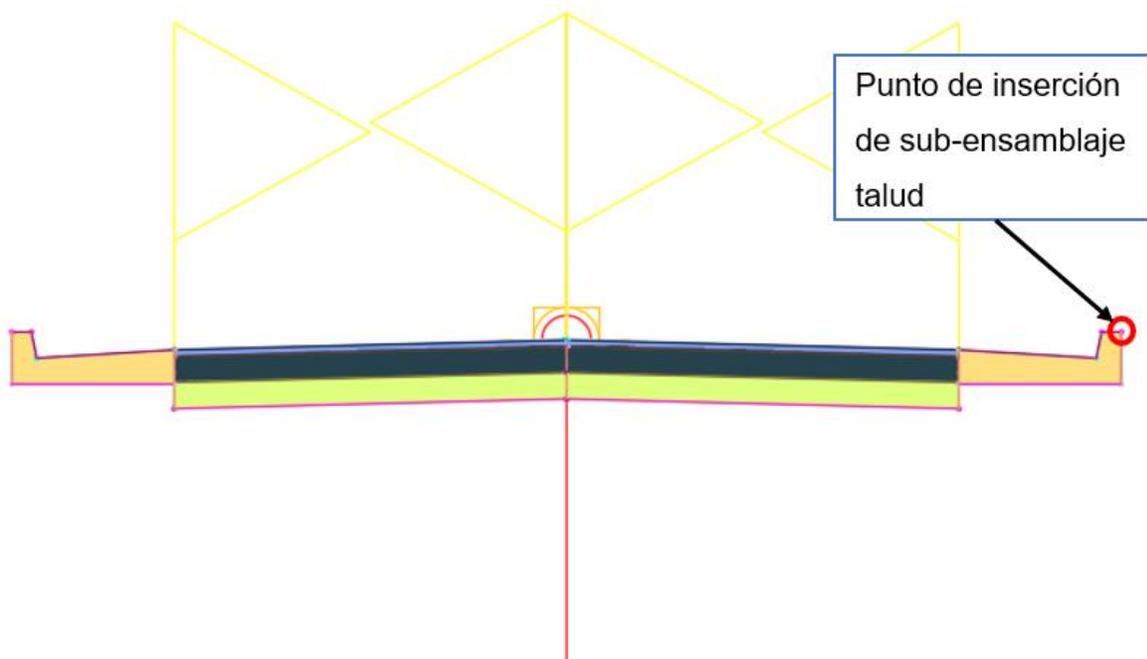


Figura No. 137 – Vista de sub-ensamblajes carril y cuneta

Finalizamos con adición de taludes de corte y terraplén de acuerdo con la siguiente configuración (al finalizar la configuración y para agregar el talud a la sección se debe dar clic en el punto de inserción de la figura No. 137):

Pestaña: “Basic” (TOOL PALETTES-CIVIL METRICS SUBASSEMBLIES)

Opción: “BasicSideSlopeCutDitch”

Geometría: (PROPERTIES)

Parameters	
Version	R2017
Side	Left
Daylight Link	Include Daylight link
Cut Slope	0.50:1
Fill Slope	3.00:1
Foreslope Slope	3.00:1
Foreslope Width	0.000m
Bottom Width	0.000m
Backslope Slope	3.00:1
Backslope Width	0.000m
Rounding Option	None
Rounding By	Length
Rounding Parameter	0.500m
Rounding Tessellati...	6
Place Lined Material	None
Slope Limit 1	1.00:1
Material 1 Thickness	0.300m
Material 1 Name	Rip Rap
Slope Limit 2	2.00:1
Material 2 Thickness	0.150m
Material 2 Name	Rip Rap
Slope Limit 3	3.00:1
Material 3 Thickness	0.100m
Material 3 Name	Seeded Grass

Figura No. 138 – Geometría sub-ensamblaje talud

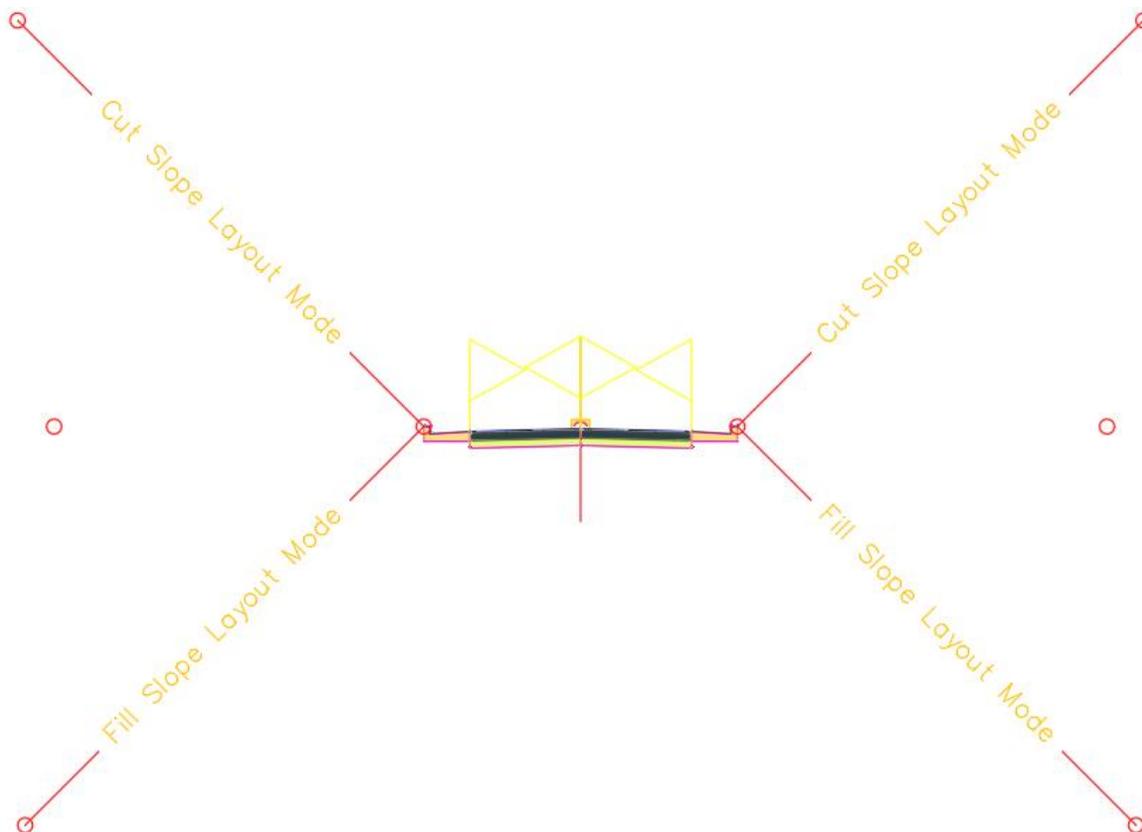


Figura No. 139 – Visualización final de sección

## 7.2 CREACIÓN DEL CORREDOR

Una vez creada la sección típica (usamos 1 de las 3 secciones diseñadas para el proyecto MALACATOYA, esto con el fin de no extender mucho la información del manual), continuamos con la creación del corredor o también llamada obra lineal.

Para crear el corredor, nos dirigimos al grupo de botones, botón "**Home**" sección "**Create Design**" opción "**Corridor**". Se inicia la ventana "**Create Corridor**" en donde realizamos las siguientes configuraciones:

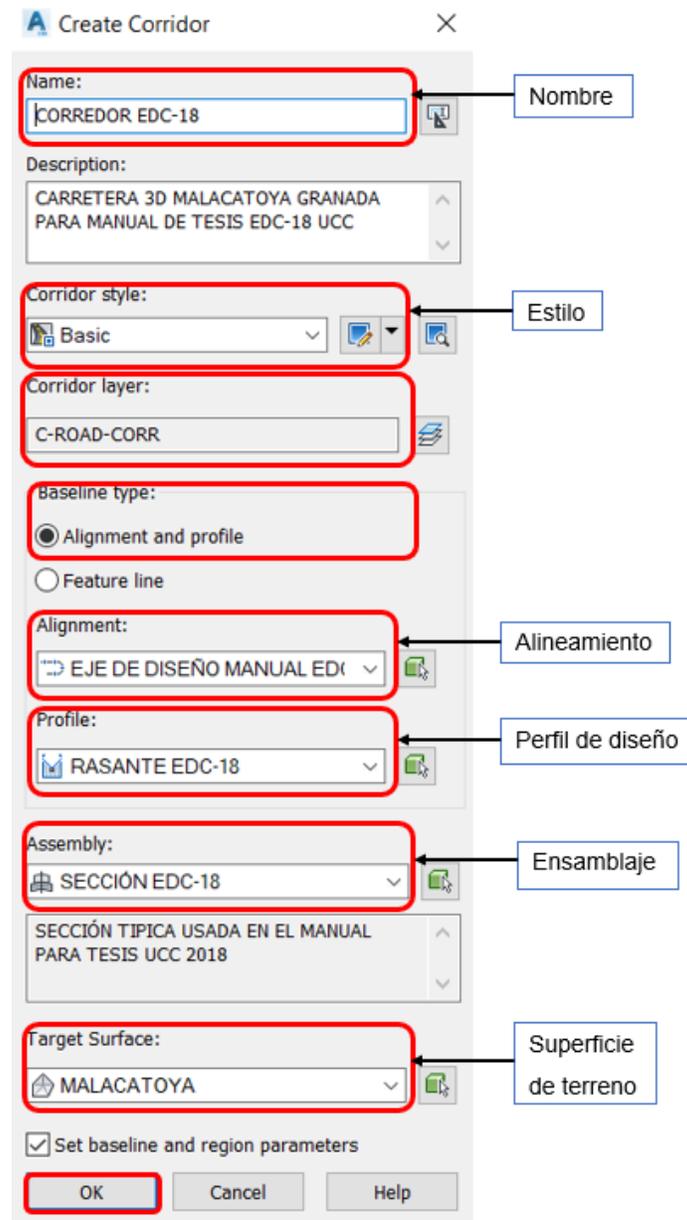


Figura No. 140 – Ventana crear obra lineal

Se inicia la ventana “**Baseline and Region Parameters – CORREDOR EDC-18**” en la cual se pueden crear varias regiones (en base a la longitud total del alineamiento) de acuerdo con los requerimientos, regiones que tengan condiciones especiales en cuanto a sección típica, frecuencia y objetivos (cuando se diseñan sobreeanchos, para que la sección sea de ancho dinámico).

Este caso para obtener una mejor definición del corredor, se modifica la frecuencia (clic en el icono de la casilla) de acuerdo con la siguiente figura:

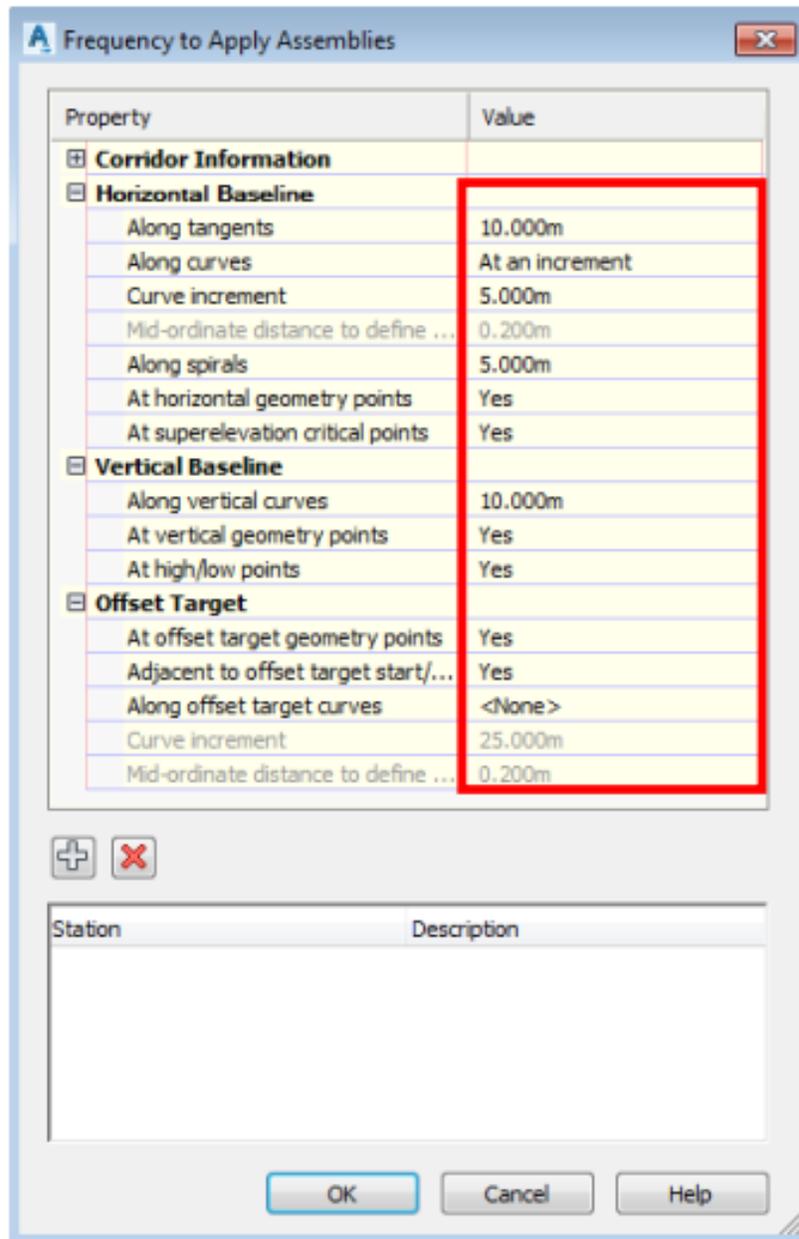


Figura No. 141 – Configuración de frecuencia del modelo del corredor

Finalizamos dando clic en el botón **“OK”** y **“Aceptar”** (seleccionamos la opción **“Rebuild the corridor”**)

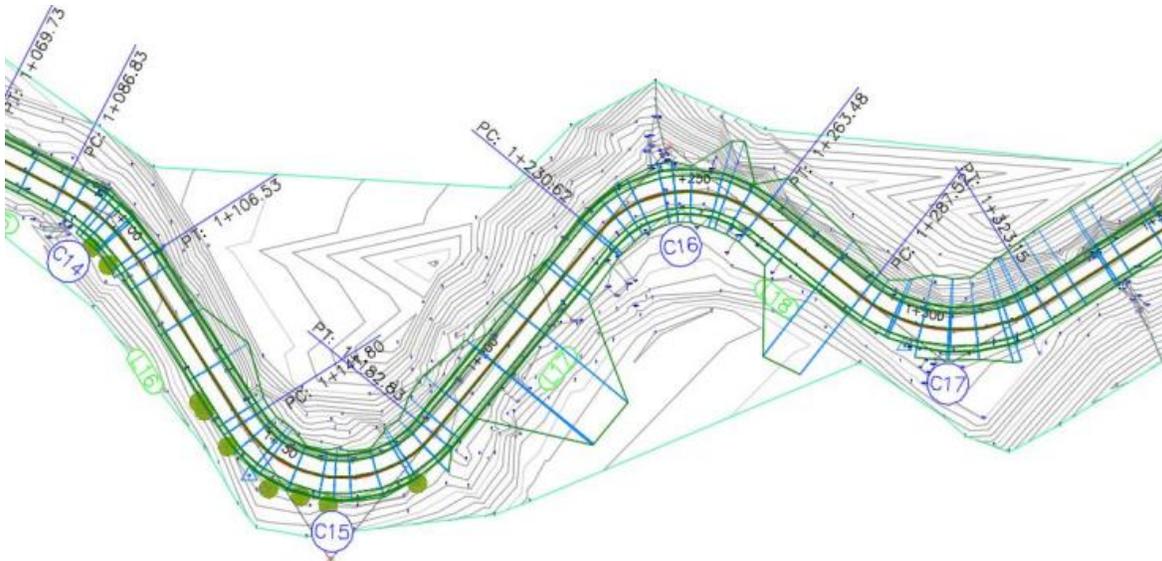


Figura No. 142 – Visualización del corredor

Cuando realizamos modificaciones de geometría del alineamiento en planta, geometría del diagrama de transición de peralte, geometría de la rasante proyectada, o de la geometría del ensamblaje propuesto es necesario realizar actuaciones a la modelación del corredor, para ello es importante chequear en la ventana “**TOOLSPACE**”, sección “**Corridors**”, la presencia del icono  sobre cada corredor creado.

Para actualizar y recalcular la modelación del corredor, damos clic derecho sobre el corredor a actualizar, opción “**Rebuild**”, esto debemos hacerlo cada vez que realices cambios para poder ir observando los nuevos cálculos y modificaciones del programa, este es uno de los beneficios de trabajar con Civil 3D siendo un programa muy dinámico que permite la actualización de todos los elementos sin exponerse a pérdida de información.

## CAPITULO 8 – LÍNEAS DE MUESTREO (SAMPLE LINES)

### 8.1 CREACIÓN DE SAMPLE LINES

En AutoCAD CIVIL 3D 2018 es necesaria la creación de líneas de muestreo para la visualización de secciones transversales. Las líneas de muestreo son cortes perpendiculares al alineamiento horizontal sobre las superficies de terreno y del corredor en un ancho que varía de acuerdo a las configuraciones previas.

Para crear las líneas de muestreo, nos dirigimos a los botones de grupo, botón “Home”, sección “Profile & Section Views” y damos clic en la opción “Sample Lines”. En la parte inferior se muestra el siguiente mensaje “CREATESAMPLELINES Select an alignment” en donde para mayor facilidad presionamos la tecla “Enter” y seleccionamos el alineamiento horizontal y luego clic en el botón “OK”. Se inicia la ventana “Create Sample Line Group” en donde realizamos las siguientes configuraciones:

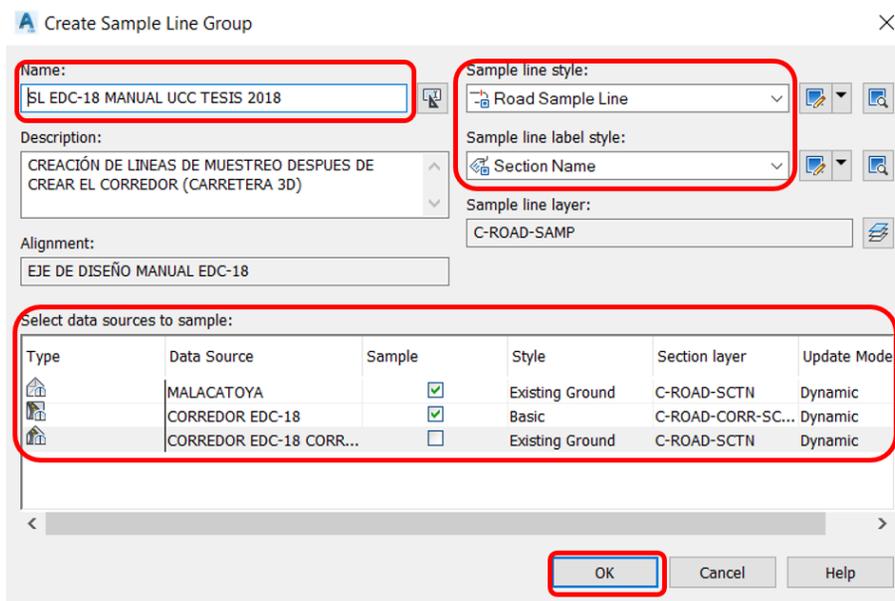


Figura No. 143 – Ventana creación del grupo de línea de muestreo

Finalizamos dando clic en el botón “OK”, y configuramos la ventana flotante. En la ventana “**Sample Line Tools**”, (figura No. 144) desplegamos el icono y seleccionamos la opción “**By range of stations...**”. En la ventana “**Create Sample Lines – By Station Range**” realizamos configuraciones de acuerdo a la figura No. 144. Finalizamos dando clic en el botón “OK” y luego presionamos la tecla “Enter”.



Figura No. 144 – Ventana herramientas de líneas de muestreo

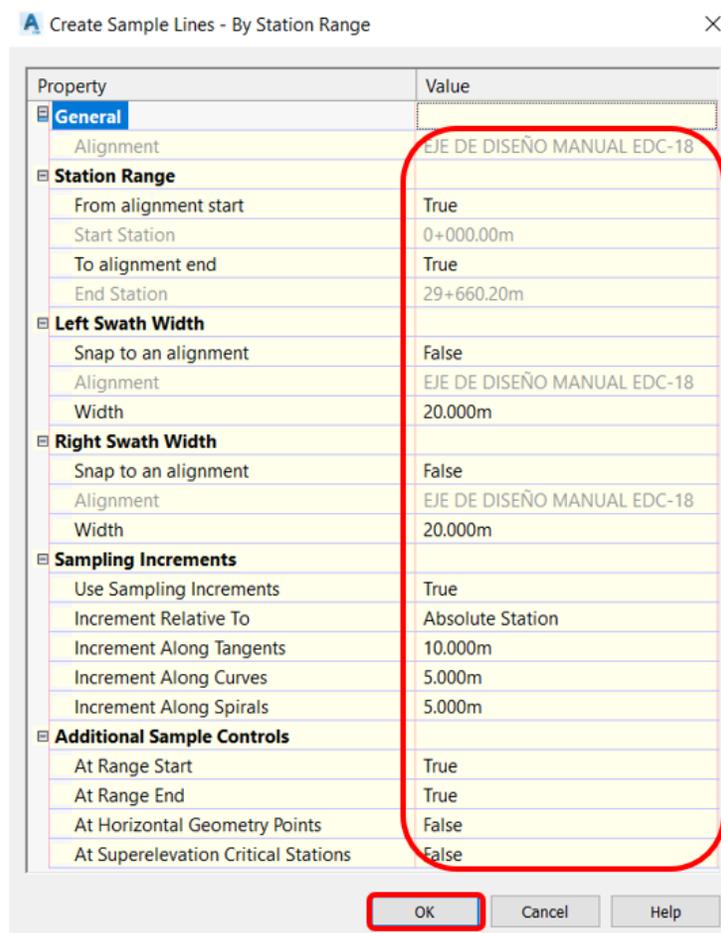


Figura No. 145 – Líneas de muestreo por rango de estación



## CAPITULO 9 – SECCIONES TRANSVERSALES

### 9.1 CREACIÓN DE VISTAS DE SECCIONES

Finalmente, creados todos los elementos, se pueden generar las vistas de secciones transversales.

Para crear las vistas de secciones, nos dirigimos a los botones de grupo, botón “Home”, sección “Profile & Section Views”, desplegamos la opción “Section Views” y seleccionamos “Create Multiple Views”. A continuación, se describirá la configuración por figuras para cada sección de la ventana “Create Multiple Views - General”.

Figura No. 147 – Vistas múltiples – General

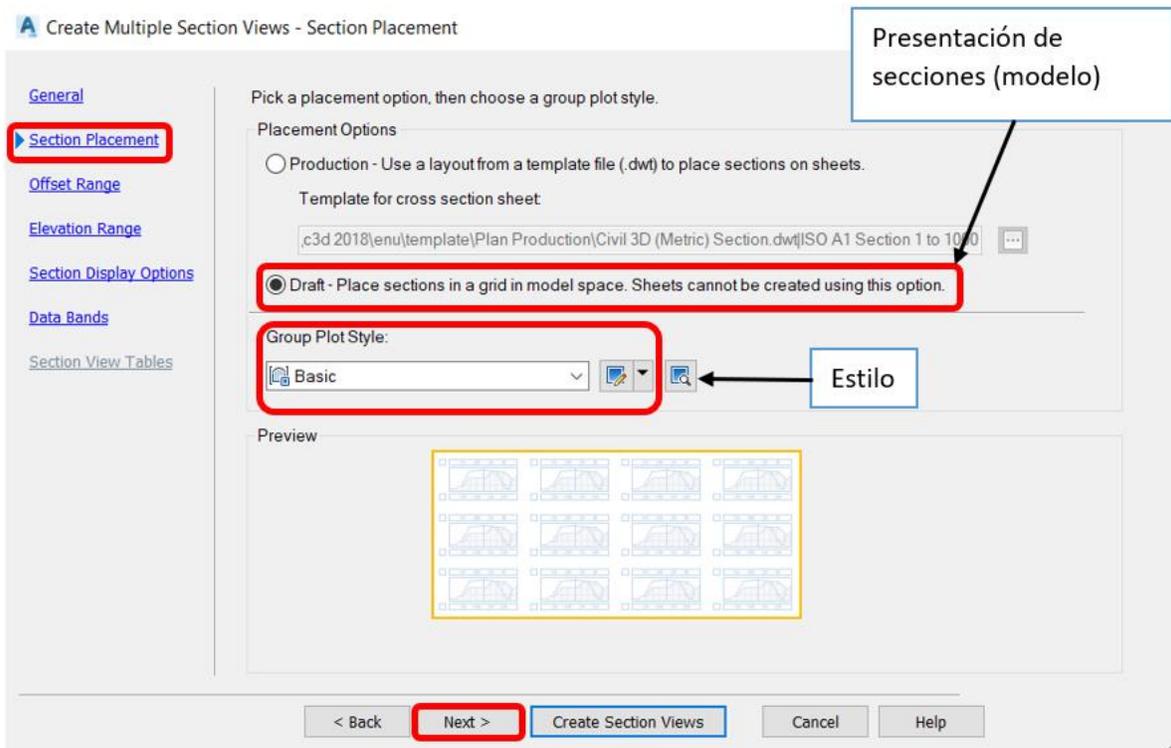


Figura No. 148 – Vistas múltiples – Inserción de sección

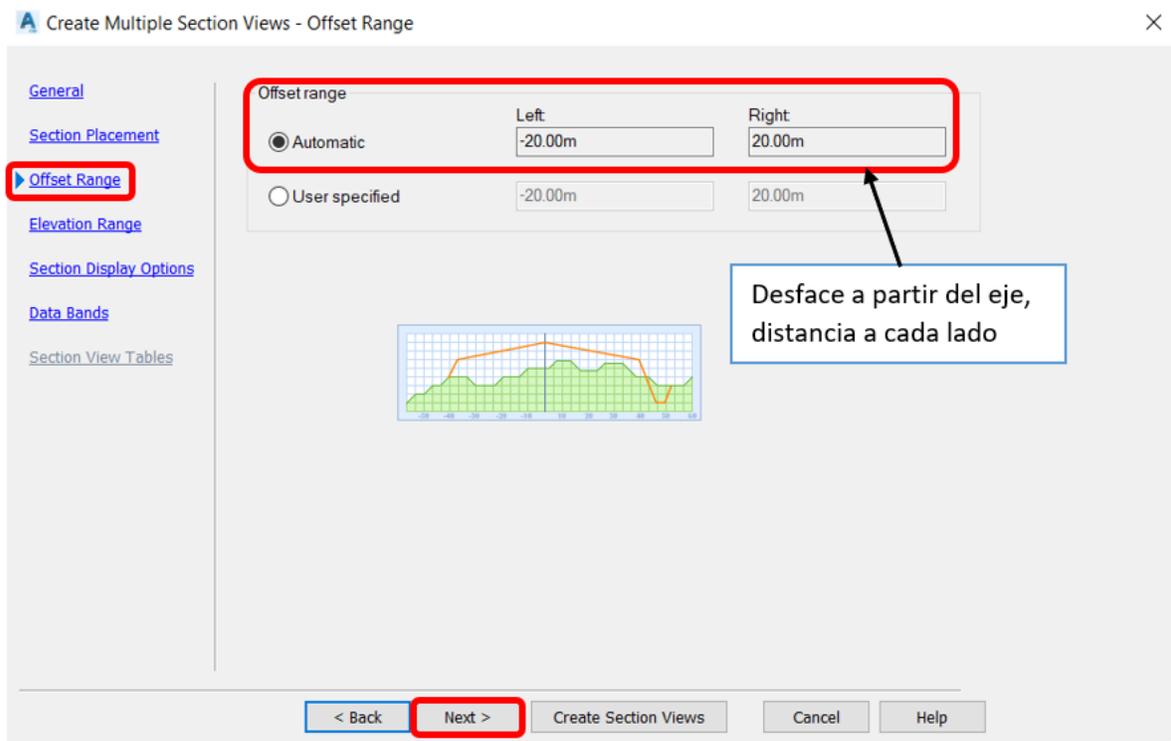


Figura No. 149 – Vistas múltiples – Intervalo de desfaze

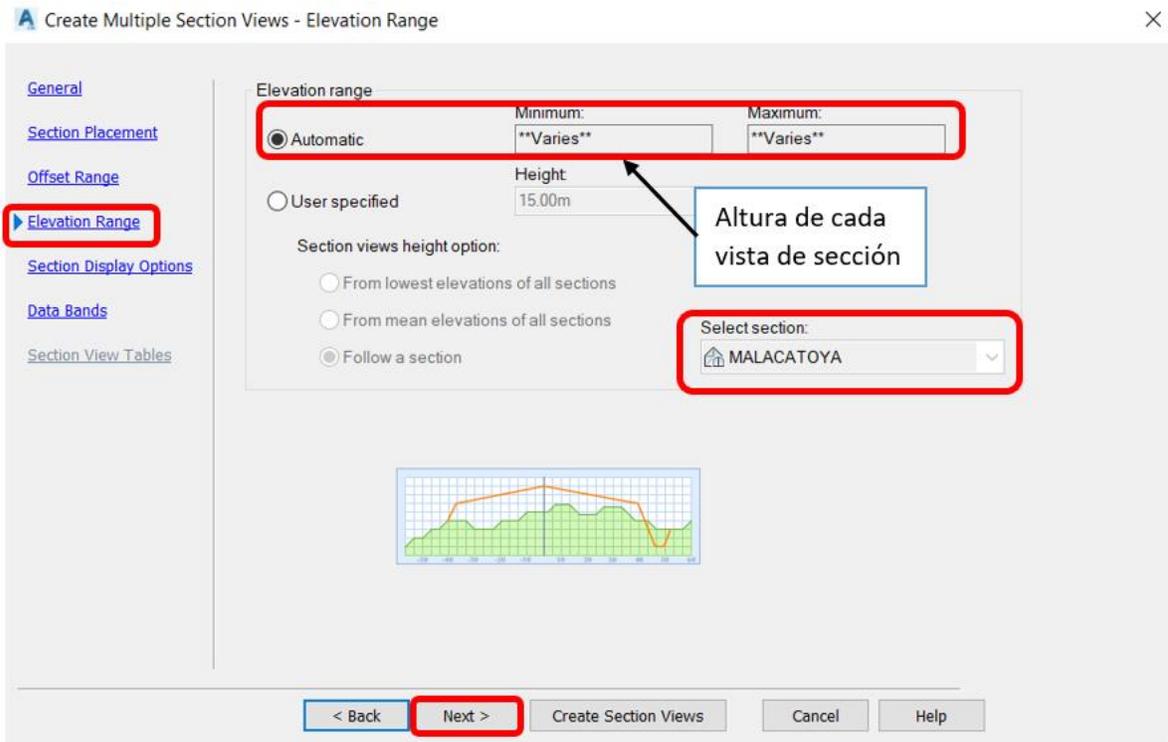


Figura No. 150 – Vistas múltiples – Intervalo de elevación

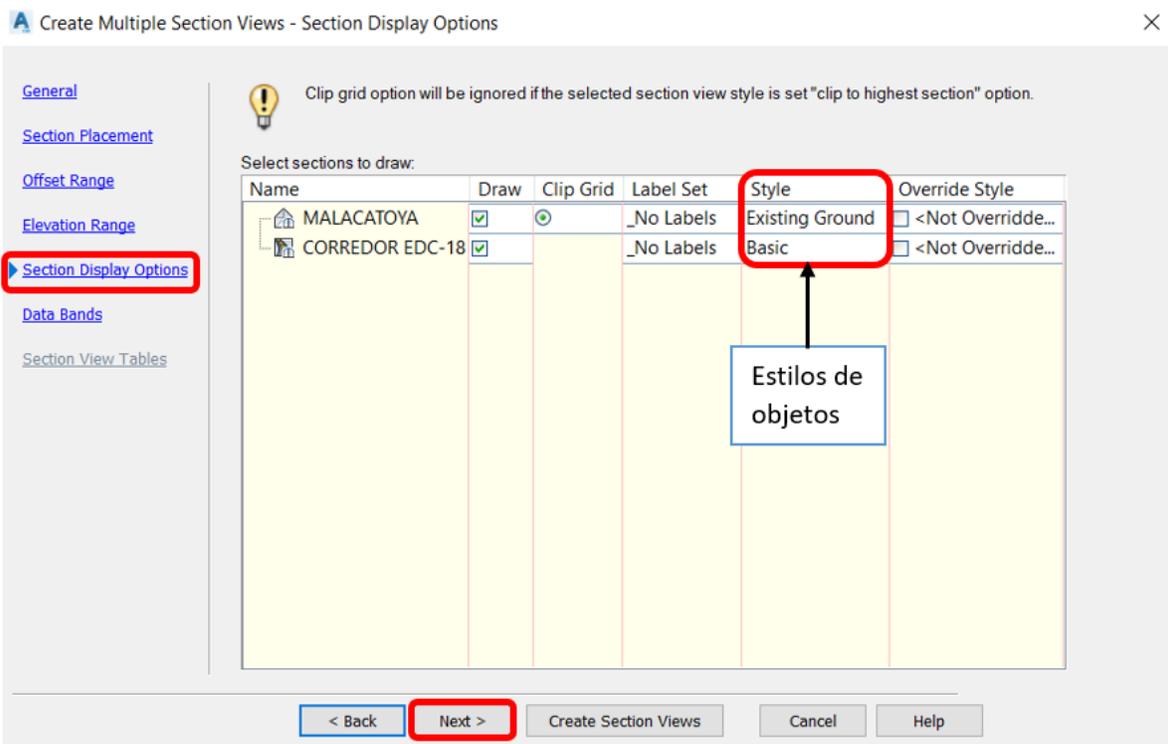


Figura No. 151 – Vistas múltiples – Opciones de visualización

Para finalizar damos clic en el botón **“Create section Views”** y damos clic en un punto de inserción en el espacio de trabajo para ubicar el grupo de secciones

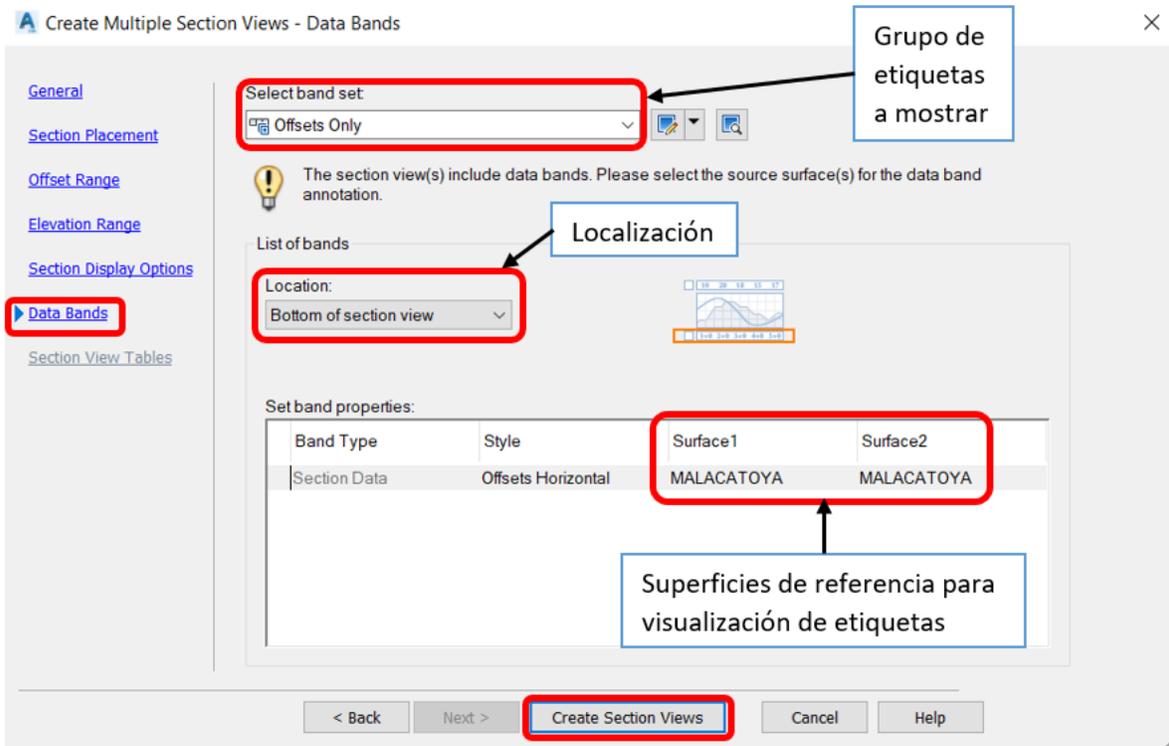


Figura No. 152 – Vistas múltiples – Bandas

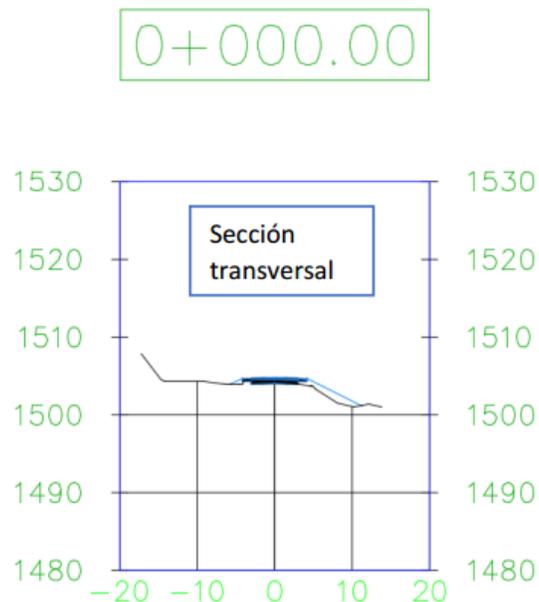


Figura No. 153 – Estilo final de vista de sección

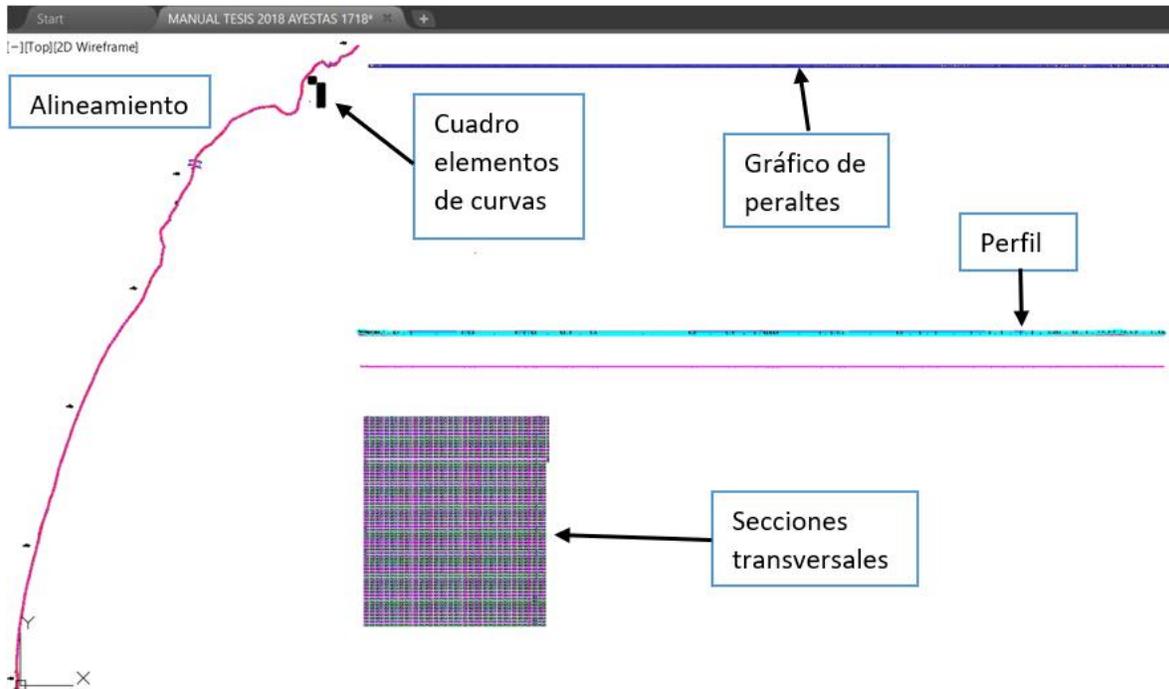


Figura No. 154 – Objetos y entidades de diseño

## 9.2 ESTILO DE VISTAS DE SECCIONES

Una vez generadas las vistas de secciones transversales, es necesario modificar el estilo, con el fin de acondicionar su presentación de acuerdo con los requerimientos del proyecto. En este caso se realizará una modificación superficial de un estilo existente (predeterminado), quedando a gusto del lector profundizar y mejorar la vista de secciones de acuerdo con sus necesidades.

Para modificar el estilo de secciones, seleccionamos una vista de sección, clic derecho, opción **“Edit Section View Style”** y realizamos cambios según las siguientes figuras.

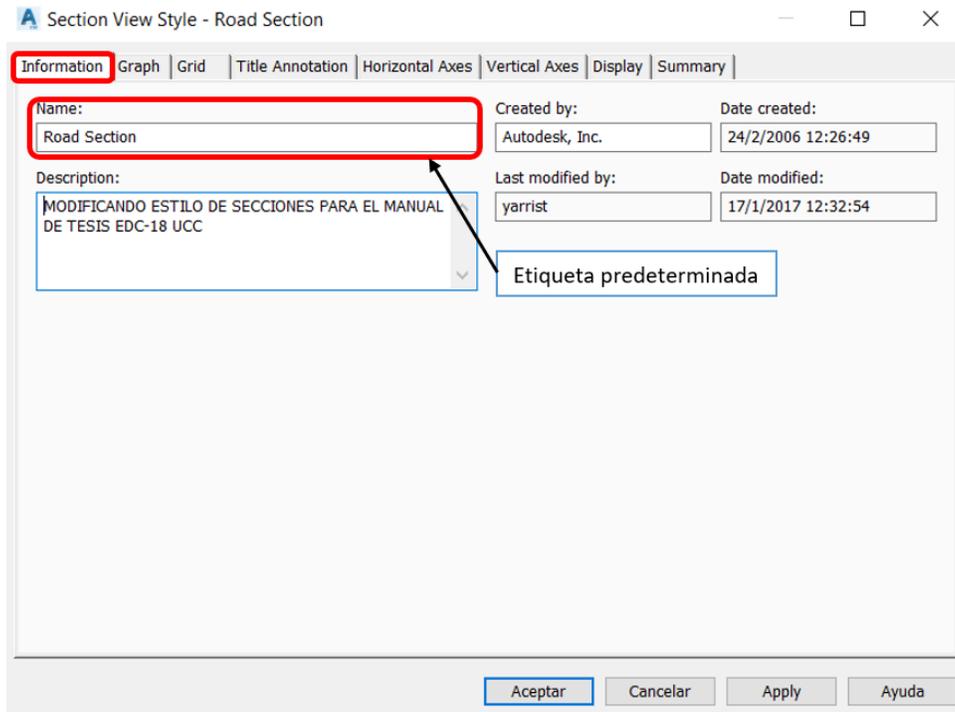


Figura No. 155 – Estilo de vista de sección (1)

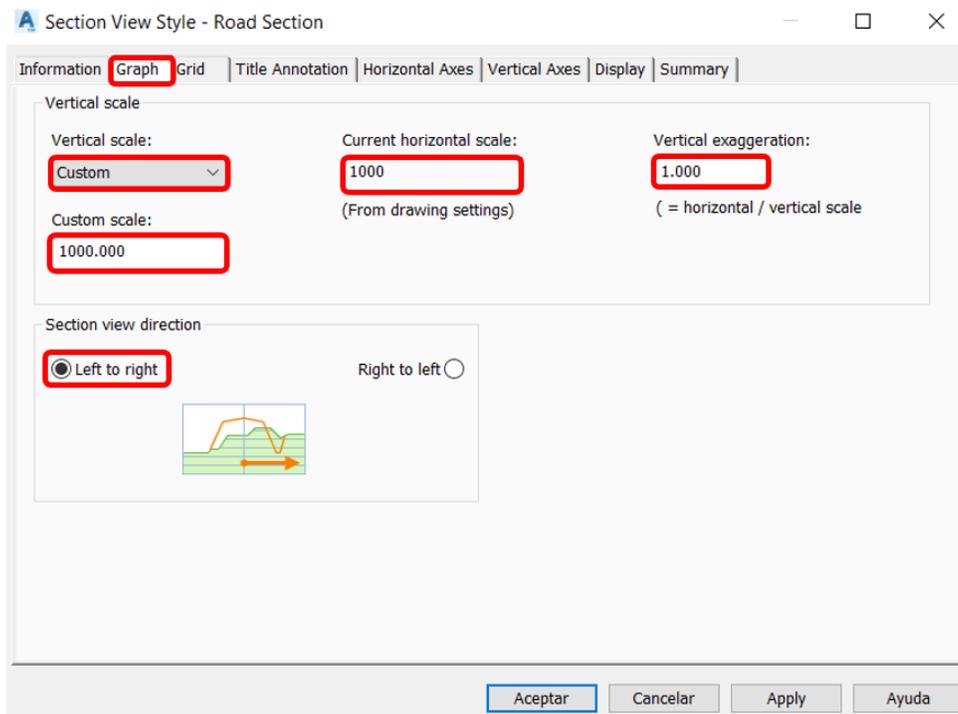


Figura No. 156 – Estilo de vista de sección (2)

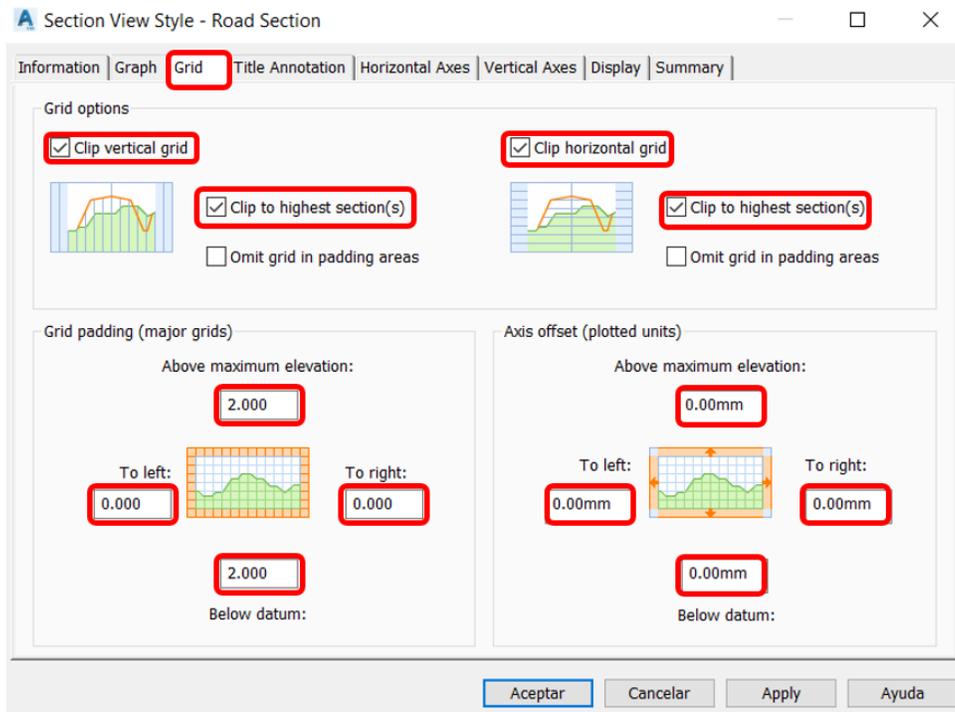


Figura No. 157 – Estilo de vista de sección (3)

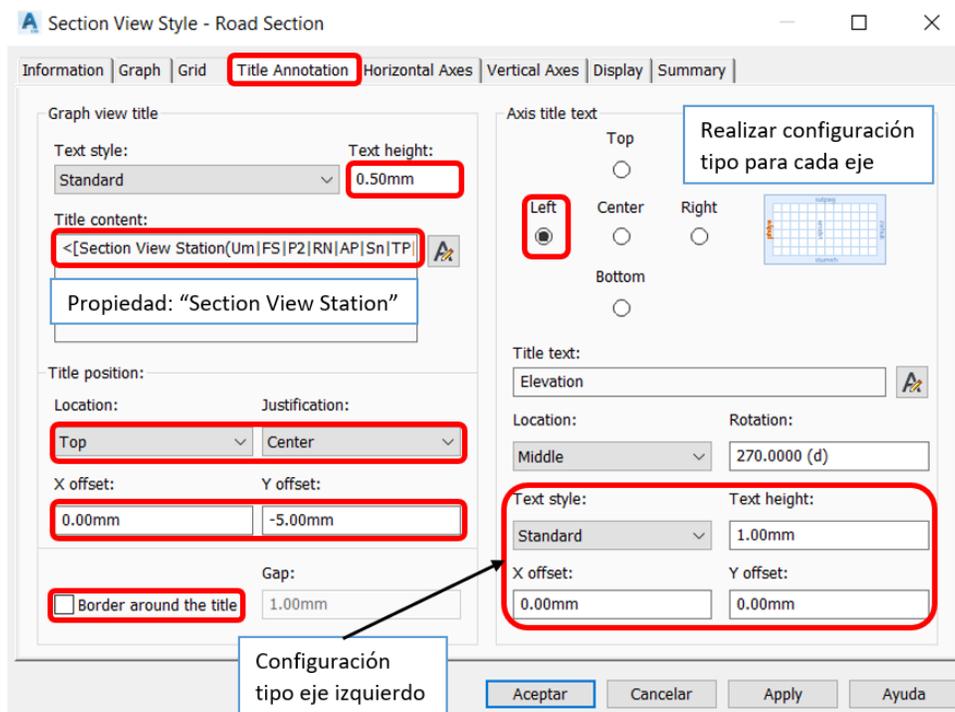


Figura No. 158 – Estilo de vista de sección (4)

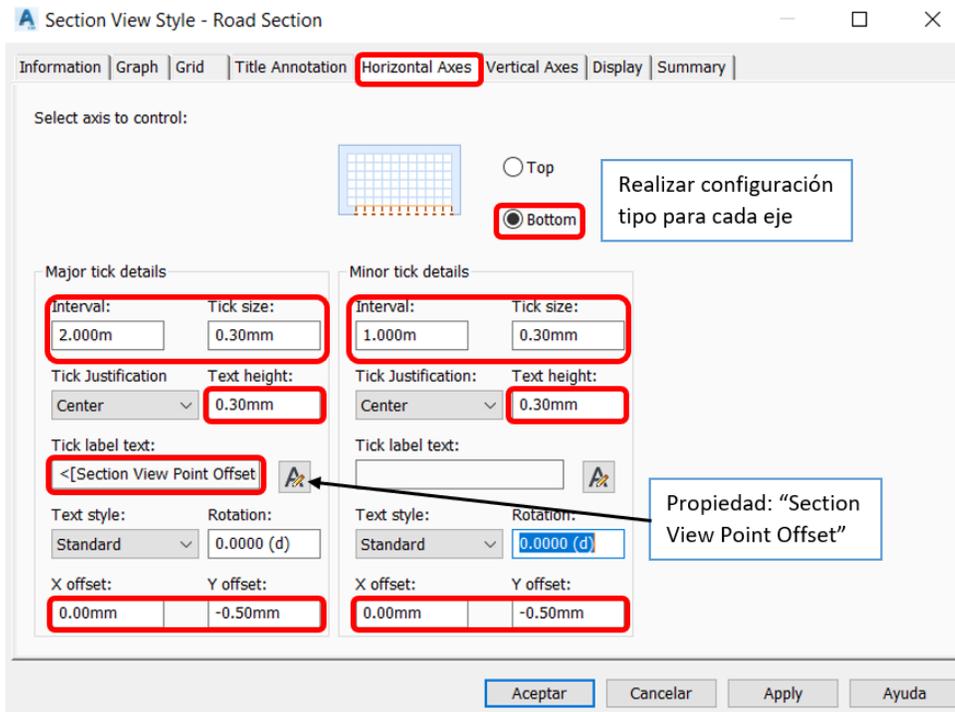


Figura No. 159 – Estilo de vista de sección (5)

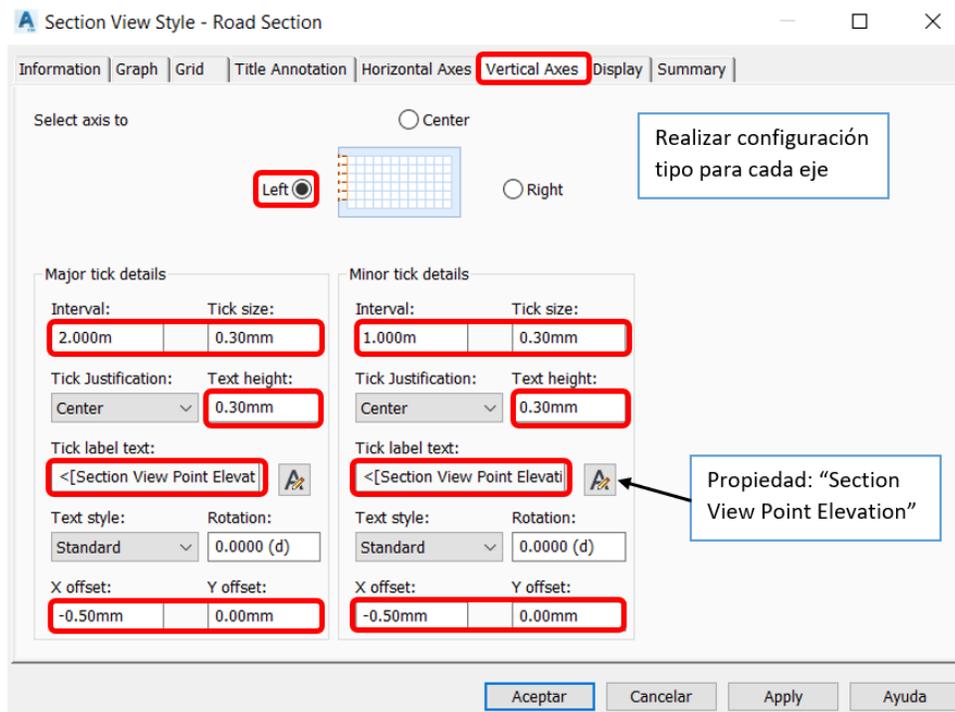


Figura No. 160 – Estilo de vista de sección (6)

Para finalizar la edición de estilo, apagamos o encendemos visibilidad de algunos objetos en la pestaña “**Display**” y cambiamos su color. Damos clic en el botón “**Aceptar**” y verificamos los cambios.

Las configuraciones presentadas obedecen a tamaños de etiquetas para vista de secciones a escala 1:200.



Figura No. 161 – Estilo de vista de sección (7)

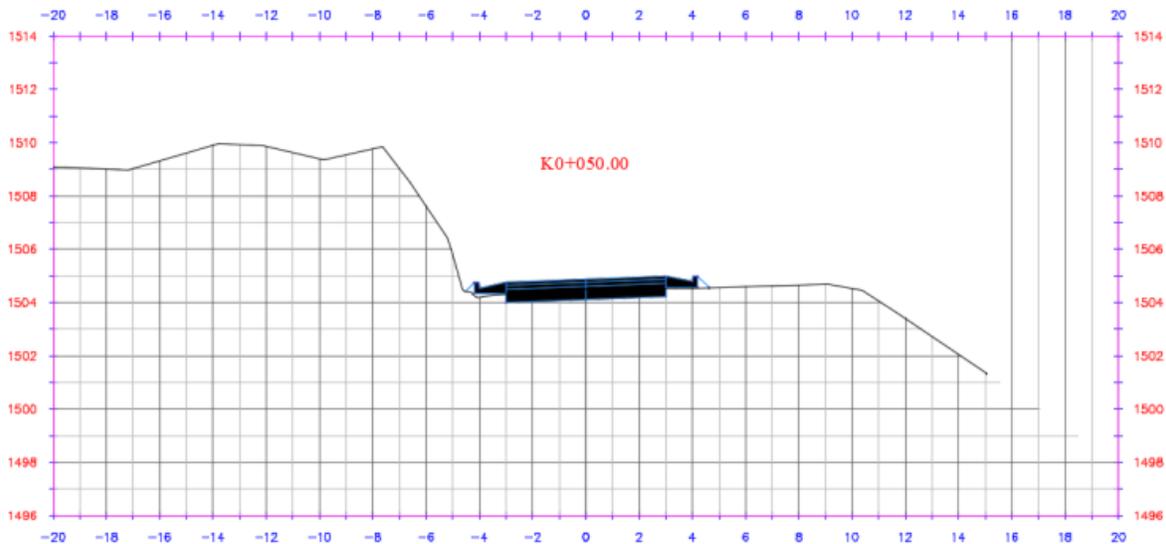


Figura No. 162 – Estilo final vista sección transversal

Se muestra como ejemplo en figura No. 162 el estilo final que queda en las secciones transversales, secciones que pueden ser ajustadas según la necesidad de cada diseñador. Cada sección muestra lo que hemos definido durante la configuración de diseño y normativas aplicadas en cuanto a pendientes de bombeo, sobreeanchos, taludes, etc.

El ordenamiento y escala de las secciones va en dependencia de lo requerido por el proyecto, esto también puede ajustarse a las solicitudes del cliente en lo que respecta a escalas y estilos de cajetines o formatos a utilizar a la hora de imprimir los planos finales.

Para no extender mucho la información mostrada en este manual, únicamente mostramos una configuración básica y no podremos ahondar más en otras configuraciones de estilos, por lo que recomendamos al lector poder hacerlo por su cuenta según la necesidad y experiencia.

## CAPITULO 10 – REPORTES DE DISEÑO

### 10.1 GENERACIÓN DE REPORTES

Finalmente, una vez generado el trazado de un proyecto de carretera teniendo siempre en cuenta la normatividad, es necesario obtener carteras o reportes de diseño de todos los elementos que componen un trazado con el fin de posteriormente realizar localización y replanteo del trazado con ayuda de equipos y personal de topografía en la zona del proyecto.

A continuación, se generarán algunos reportes de diseño, los cuales para efectos de este manual se dará una breve descripción de cada uno de ellos.

**REPORTE DE EJE Y BORDES.** En la ventana “**TOOLSPACE**” nos dirigimos a la pestaña lateral “**Toolbox**”, desplegamos el menú “**Reports Manager**”, desplegamos la opción “**Corridor**” y damos doble clic sobre “**Feature Line Reports**”. En la ventana “**Create Reports – Feature Line Report**” debemos seleccionar el corredor y eje al cual se desea generar el reporte. Activamos la opción “**Corridor Points**”. En la sección “**List of feature lines**” solo dejamos activa la opción “**ETW**”.

Finalmente, en la sección “**Report settings**” asignamos el intervalo de estacionamiento del cual queremos la información, y elegimos la ruta en donde guardar el archivo y tipo de extensión de archivo, y damos clic en el botón “**Create Report**”, una vez se ejecute automáticamente el archivo damos clic en el botón “**Done**” (ver figuras No. 163 y 164).

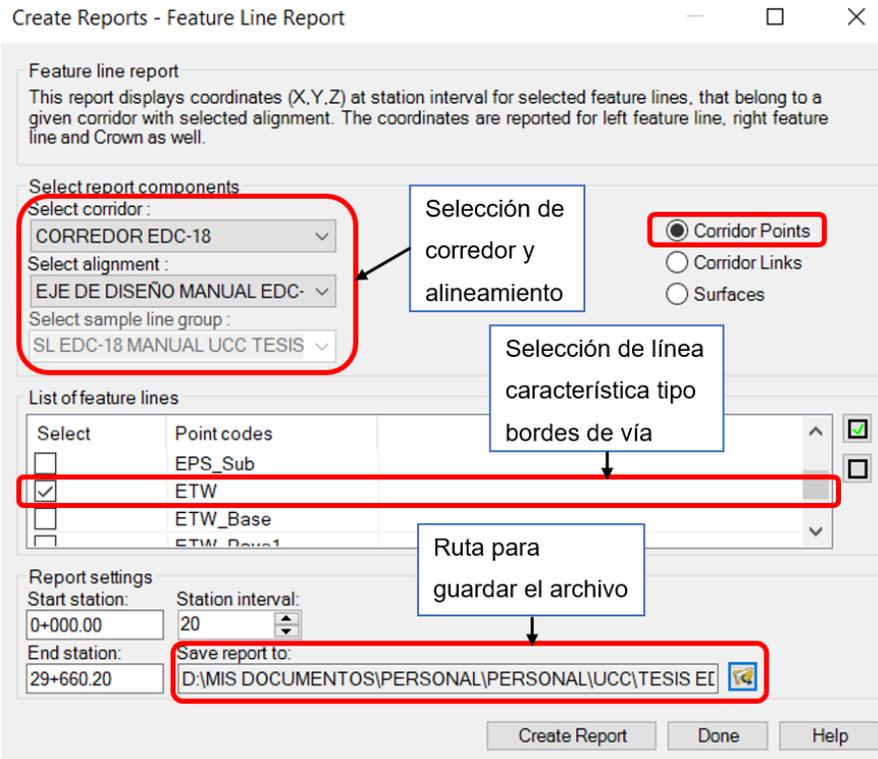


Figura No. 163 – Creación de reporte eje y bordes de vía

file:///D:/MIS%20DOCUMENTOS/PERSONAL/PERSONAL/UCC/TESIS%20EDC%20SMAR%20AYESTAS/CivilReport.html

### Feature Line Report

**Client:**  
Client  
Client Company  
Address 1  
Date: 2/7/2018 09:53:06

**Prepared by:**  
Preparer  
Your Company Name  
123 Main Street

Corridor Name: CORREDOR EDC-18  
Description: EJE DE DISEÑO  
Base Alignment Name: EJE DE DISEÑO MANUAL EDC-18  
Station Range: Start: 0+000.00, End: 29+660.20

Station	ETW Left			Crown			ETW Right		
	Easting	Northing	Elevation	Easting	Northing	Elevation	Easting	Northing	Elevation
0+000.00	614,715.32	1,320,230.20	43.11	614,715.69	1,320,224.98	43.04	614,715.90	1,320,221.98	42.96
0+020.00	614,735.27	1,320,231.63	42.71	614,735.64	1,320,226.40	42.64	614,735.85	1,320,223.41	42.57
0+040.00	614,755.21	1,320,233.05	42.36	614,755.59	1,320,227.82	42.29	614,755.80	1,320,224.83	42.25
0+060.00	614,775.16	1,320,234.47	42.21	614,775.54	1,320,229.24	42.14	614,775.75	1,320,226.25	42.22
0+080.00	614,794.13	1,320,236.26	41.94	614,795.42	1,320,231.18	41.99	614,796.16	1,320,228.27	42.18
0+100.00	614,808.25	1,320,244.93	41.75	614,812.20	1,320,241.49	41.84	614,814.46	1,320,239.52	42.08
0+120.00	614,814.91	1,320,260.10	41.75	614,820.12	1,320,259.52	41.79	614,823.10	1,320,259.19	41.97
0+140.00	614,815.02	1,320,279.49	42.06	614,820.27	1,320,279.51	41.98	614,823.27	1,320,279.52	42.05
0+160.00	614,814.95	1,320,299.49	42.25	614,820.20	1,320,299.51	42.18	614,823.20	1,320,299.52	42.13
0+180.00	614,814.89	1,320,319.49	42.45	614,820.13	1,320,319.51	42.38	614,823.13	1,320,319.52	42.30
0+200.00	614,814.76	1,320,339.44	42.65	614,820.00	1,320,339.51	42.58	614,823.00	1,320,339.55	42.50
0+220.00	614,814.34	1,320,359.35	42.57	614,819.57	1,320,359.51	42.50	614,822.57	1,320,359.60	42.42
0+240.00	614,813.58	1,320,379.25	41.56	614,818.81	1,320,379.49	41.49	614,821.81	1,320,379.63	41.41
0+260.00	614,812.49	1,320,399.13	40.28	614,817.72	1,320,399.46	40.20	614,820.71	1,320,399.65	40.13
0+280.00	614,811.07	1,320,418.99	39.09	614,816.29	1,320,419.41	39.02	614,819.28	1,320,419.65	38.94
0+300.00	614,809.32	1,320,438.83	38.32	614,814.54	1,320,439.33	38.24	614,817.52	1,320,439.62	38.17
0+320.00	614,807.24	1,320,458.63	37.85	614,812.44	1,320,459.22	37.77	614,815.43	1,320,459.56	37.70
0+340.00	614,804.85	1,320,478.43	37.39	614,810.05	1,320,479.08	37.31	614,813.03	1,320,479.45	37.24

Figura No. 164 – Visualización reporte eje y bordes de vía

Como bien lo podemos observar, el reporte indica el estacionado, las coordenadas E,N,Z durante todo el trayecto del proyecto, en una frecuencia previamente señalada, en este caso le indicamos cada 20 metros, con esta información podemos replantear en la zona del proyecto las líneas que definen el eje y los bordes de la carretera diseñada.

**REPORTE DE CHAFLANES.** En la ventana “**TOOLSPACE**” nos dirigimos a la pestaña lateral “**Toolbox**”, desplegamos el menú “**Reports Manager**”, desplegamos la opción “**Corridor**” y damos doble clic sobre “**Daylight Line Report**”. En la ventana “**Create Reports – Daylight Line Report**” debemos seleccionar las líneas de muestreo (sample lines). Finalmente elegimos la ruta en donde guardar el archivo y tipo de extensión de archivo, y damos clic en el botón “**Create Report**”, una vez se ejecute automáticamente el archivo damos clic en el botón “**Done**”.



Figura No. 165 – Creación de reporte de chaflanes

**Daylight Line Report**

**Client:**  
Client  
Client Company  
Address 1  
Date: 2/7/2018 09:56:15

**Prepared by:**  
Preparer  
Your Company Name  
123 Main Street

Corridor Name: CORREDOR EDC-18  
Description: EJE DE DISEÑO  
Base Alignment Name: EJE DE DISEÑO MANUAL EDC-18  
Sample Line Group Name: SL EDC-18 MANUAL UCC TESIS 2018  
Station Range: Start: 0+000.00, End: 29+660.20

SL Name	Station	Left Daylight Offset	X Left	Y Left	Z Left	Right Daylight Offset	X Right	Y Right	Z Right
0+000.00	0+000.00	0.000	614,715.689	1,320,224.976	43.037	0.000	614,715.689	1,320,224.976	43.037
0+010.00	0+010.00	-5.858	614,725.247	1,320,231.531	42.706	0.000	614,725.664	1,320,225.687	42.840
0+020.00	0+020.00	-5.450	614,735.251	1,320,231.835	42.645	5.661	614,736.041	1,320,220.752	42.575
0+030.00	0+030.00	-5.325	614,745.234	1,320,232.421	42.490	6.182	614,746.053	1,320,220.943	42.204
0+040.00	0+040.00	-5.331	614,755.209	1,320,233.139	42.332	5.790	614,756.000	1,320,222.045	42.214
0+050.00	0+050.00	-5.479	614,765.173	1,320,233.997	42.206	5.444	614,765.950	1,320,223.102	42.311
0+060.00	0+060.00	-5.777	614,775.126	1,320,235.006	42.030	5.440	614,775.924	1,320,223.817	42.297
0+070.00	0+070.00	-5.824	614,785.098	1,320,235.764	41.882	5.878	614,785.930	1,320,224.091	42.135
0+075.00	0+075.00	-5.604	614,789.959	1,320,235.899	41.889	6.386	614,791.113	1,320,223.964	41.958
0+080.00	0+080.00	-5.412	614,794.092	1,320,236.423	41.886	7.108	614,797.164	1,320,224.285	41.709
0+085.00	0+085.00	-5.666	614,797.952	1,320,237.985	41.735	7.108	614,802.920	1,320,226.216	41.642
0+090.00	0+090.00	-5.274	614,801.836	1,320,239.544	41.812	7.108	614,808.318	1,320,228.994	
0+095.00	0+095.00	-5.247	614,805.253	1,320,241.984	41.796	7.108	614,813.236	1,320,232.554	
0+100.00	0+100.00	-5.382	614,808.144	1,320,245.022	41.703	5.591	614,816.416	1,320,237.813	42.113
0+105.00	0+105.00	-5.381	614,810.644	1,320,248.372	41.666	5.895	614,820.166	1,320,242.332	41.974
0+110.00	0+110.00	-5.284	614,812.699	1,320,252.023	41.766	5.895	614,822.934	1,320,247.528	40.658

Figura No. 166 – Visualización reporte de chaflanes

En este reporte podemos observar las coordenadas que describen gráficamente la sección transversal diseñada en el proyecto, con el fin de poder determinar en un estacionado específico su geometría por medio de una cuadrilla de topografía.

**REPORTE DE PERALTES.** En la ventana “**TOOLSPACE**” nos dirigimos a la pestaña lateral “**Toolbox**”, desplegamos el menú “**Reports Manager**”, desplegamos la opción “**Corridor**” y damos doble clic sobre “**Lane Slope Report**”. En la ventana “**Create Reports – Lane Slope Report**” debemos seleccionar las líneas de muestreo (sample lines). Finalmente elegimos la ruta en donde guardar el archivo y tipo de extensión de archivo, y damos clic en el botón “**Create Report**”, una vez se ejecute automáticamente el archivo damos clic en el botón “**Done**”.

Create Reports - Lane Slope Report

Lane slope report  
 The lane slope report displays the station values for the sample lines associated with the selected corridor object, the X,Y coordinates of the sample line at the intersection of the alignment, the elevation values of the existing ground and layout profiles at that X,Y point and the left and right slopes of the lanes defined between the alignment and the edge of pavement.

Inclu...	Name	Description	Station St..	Station End	Alignment	Profile	Corridor
<input checked="" type="checkbox"/>	SL EDC-18 MANUAL UCC TESIS 2018	CREACIÓN DE LINEAS ...	0+000.00	29+660.20	EJE DE ...	RASANT...	CORREDOR EDC-18

Report settings  
 Start station:   
 End station:  Save report to:

**Create Report** Done Help

Figura No. 167 – Creación de reporte de Peraltes

file:///D:/MIS%20DOCUMENTOS/PERSONAL/PERSONAL/UCC/TESIS%20EDC%20OSMAR%20AYESTAS/Peraltes.html

### Lane Slope Report

**Client:**  
 Client  
 Client Company  
 Address 1  
 Date: 2/7/2018 09:58:18

**Prepared by:**  
 Preparer  
 Your Company Name  
 123 Main Street

Corridor Name: CORREDOR EDC-18  
 Description: EJE DE DISEÑO  
 Base Alignment Name: EJE DE DISEÑO MANUAL EDC-18  
 Sample Line Group Name: SL EDC-18 MANUAL UCC TESIS 2018  
 Station Range: Start: 0+000.00, End: 29+660.20

SL Name	Station	Existing Ground Elevation	Layout Profile Elevation	X	Y	Slope Left	Slope Right
0+000.00	0+000.00	43.037	43.037	614,715.689	1,320,224.976	-1.4%	2.5%
0+010.00	0+010.00	42.840	42.840	614,725.664	1,320,225.687	-1.4%	2.5%
0+020.00	0+020.00	42.643	42.643	614,735.638	1,320,226.398	-1.4%	2.5%
0+030.00	0+030.00	42.498	42.446	614,745.613	1,320,227.110	-1.4%	2.5%
0+040.00	0+040.00	42.357	42.290	614,755.588	1,320,227.821	-1.4%	1.3%
0+050.00	0+050.00	42.234	42.213	614,765.562	1,320,228.532	-1.4%	-0.6%
0+060.00	0+060.00	42.137	42.139	614,775.537	1,320,229.243	-1.3%	-2.6%
0+070.00	0+070.00	42.064	42.065	614,785.512	1,320,229.955	-0.2%	-4.5%
0+075.00	0+075.00	42.035	42.027	614,790.498	1,320,230.321	0.3%	-5.5%
0+080.00	0+080.00	41.999	41.990	614,795.420	1,320,231.176	0.9%	-6.5%
0+085.00	0+085.00	41.895	41.953	614,800.155	1,320,232.765	1.5%	-7.4%
0+090.00	0+090.00	41.829	41.916	614,804.597	1,320,235.050	1.8%	-8.0%
0+095.00	0+095.00	41.776	41.879	614,808.643	1,320,237.980	1.8%	-8.0%
0+100.00	0+100.00	41.738	41.842	614,812.201	1,320,241.486	1.8%	-8.0%
0+105.00	0+105.00	41.606	41.805	614,815.188	1,320,245.490	1.8%	-8.0%
0+110.00	0+110.00	41.763	41.774	614,817.537	1,320,249.898	1.8%	-8.0%

Figura No. 168 – Visualización reporte de Peraltes

Como podemos observar en este reporte nos da la información de peraltes de cada sección, según la configuración de las secciones, a cada 10m en tangentes y 5m en curvas y espirales. Nos presenta las coordenadas de cada sección y el peralte hacia cada extremo de la superficie de rodamiento, pendiente o bombeo en el carril.

**REPORTE DE RASANTE.** En la ventana “**TOOLSPACE**” nos dirigimos a la pestaña lateral “**Toolbox**”, desplegamos el menú “**Reports Manager**”, desplegamos la opción “**Profile**” y damos doble clic sobre “**PIV\_Station**”. En la ventana “**Export to XML Report**” debemos seleccionar el alineamiento horizontal y damos clic en el botón “**OK**”. Finalmente elegimos la ruta en donde guardar el archivo y tipo de extensión de archivo, y damos clic en el botón “**Save**”.

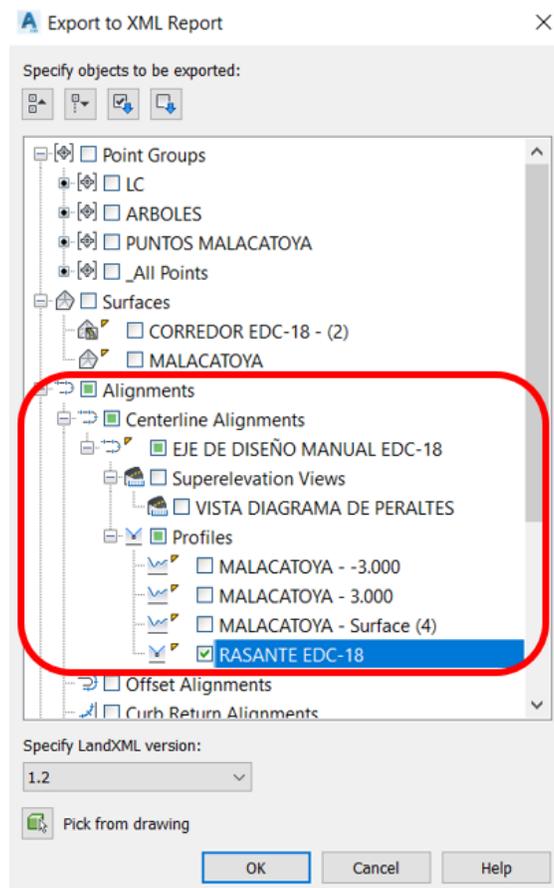


Figura No. 169 – Creación de reporte de Rasante de Diseño

<b>Your Company Name</b>				
123 Main Street				
Suite #321				
City, State 01234				
<b>PVI Stations Report</b>				<b>Client:</b> Client Company
<b>Project Name:</b> D:\MIS DOCUMENTOS\PERSONAL\PERSONAL\UCC\TESIS EDC OSMAR AYESTAS\MANUAL TESIS 2018 AYESTAS 1718.dwg				<b>Project Description:</b>
<b>Report Date:</b> 2/7/2018 10:01:39				<b>Prepared by:</b> Preparer
<u>Horizontal Alignment Information</u>				
Name:		EJE_DE_DISEÑO_MANUAL_EDC-18		
Station Range:		0+00.000 to 296+60.198		
<b>Vertical Alignment: RASANTE EDC-18</b>				
PVI	Station	Elevation (m)	Grade Out (%)	Curve Length (m)
1	0+00.000	43.037	-1.973 %	0.000
2	0+36.869	42.310	-0.741 %	11.083
3	1+14.642	41.734	0.987 %	15.556
4	2+20.000	42.774	-6.423 %	29.642
5	2+85.402	38.573	-2.307 %	37.046
6	3+61.451	36.818	1.931 %	38.146

Figura No. 170 – Visualización reporte de Rasante de Diseño

En este reporte obtenemos información de la rasante de diseño, nos arroja el número de PI vertical y la estación, la elevación y la pendiente longitudinal en porcentaje, también nos da la longitud de curva en metros, esto refiriéndonos todo al sentido vertical, información de la rasante sobre el perfil longitudinal creado a partir de la superficie del terreno.

**REPORTE DE PÍ's.** En la ventana **"TOOLSPACE"** nos dirigimos a la pestaña lateral **"Toolbox"**, desplegamos el menú **"Reports Manager"**, desplegamos la opción **"Alignment"** y damos doble clic sobre **"PI Station Report"**. En la ventana **"Create Reports – Alignment PI Station Report"** debemos seleccionar el alineamiento horizontal. Finalmente elegimos la ruta en donde guardar el archivo y tipo de extensión de archivo, y damos clic en el botón **"Create Report"**, una vez se ejecute automáticamente el archivo damos clic en el botón **"Done"**.

Create Reports - Alignment PI Station Report

Alignment PI station report

The alignment PI station report lists all the horizontal tangent information for a range of stations. No horizontal curve information is reported.

List of alignments

Inclu...	Name	Description	Station St...	Station End
<input checked="" type="checkbox"/>	EJE DE DISEÑO MANUAL EDC-18	EJE DE DISEÑO	0+000.00	29+660.20

Report settings

Start station:

End station:

Save report to: D:\MIS DOCUMENTOS\PERSONAL\PERSONAL\UCC\TESIS EDC 0

Create Report Done Help

Figura No. 171 – Creación de reporte de PI's

file:///D:/MIS%20DOCUMENTOS/PERSONAL/PERSONAL/UCC/TESIS%20EDC%20SMAR%20AVESTAS/PI's%20Malacatoya.html

### Alignment PI Station Report

Client: Client Company Address 1 Date: 2/7/2018 10:03:14

Prepared by: Preparer Your Company Name 123 Main Street

Alignment Name: EJE DE DISEÑO MANUAL EDC-18  
Description: EJE DE DISEÑO  
Station Range: Start: 0+000.00, End: 29+660.20

PI Station	Northing	Easting	Distance	Direction
0+000.00	1,320,224.9760m	614,715.6890m	57.458m	N85° 55' 17"E
0+057.46	1,320,229.0626m	614,773.0018m	47.548m	N85° 55' 17"E
0+105.01	1,320,232.4444m	614,820.4295m	167.524m	N0° 11' 57"W
0+260.46	1,320,399.9670m	614,819.8473m	181.947m	N7° 03' 40"W
0+442.23	1,320,580.5341m	614,797.4806m	268.328m	N2° 51' 09"W
0+710.54	1,320,848.5293m	614,784.1274m	386.589m	N0° 26' 27"W
1+097.12	1,321,235.1072m	614,781.1534m	499.922m	N3° 35' 41"E
1+596.95	1,321,734.0460m	614,812.4978m	761.066m	N5° 07' 26"E
2+358.01	1,322,492.0703m	614,880.4682m	278.535m	N10° 08' 17"E
2+636.41	1,322,766.2565m	614,929.4954m		

Figura No. 172 – Visualización de reporte de PI's

A diferencia del reporte anterior, este reporte nos da información de los PI's pero sobre el eje horizontal, nos da el estacionamiento de cada PI, sus coordenadas norte y este, la distancia y rumbo de cada uno de los PI's sobre el alineamiento creado.

Como pudimos observar en los ejemplos anteriores de generación de reportes, es sencillo el poder configurar y generar dependiendo de nuestra necesidad de información, para cada proyecto, consultoría o empresa que lleve a cargo el proyecto dichos reportes son de suma importancia, uno más que otros, pero al final todos tienen su función a la hora de realizar verificaciones en campo de lo diseñado.

En mi caso, para efectos del manual y no extenderme mucho en la información decidí generar los más comunes necesarios a la hora de realizar inspecciones a la zona o visitas técnicas con entidades de gobierno o dueños del proyecto.

Con respecto a la interpretación de cada reporte, es meramente información técnica que no es difícil interpretar, y el programa nos da la facilidad de ir configurando cada uno de los nombres o etiquetas y términos que identifican a cada elemento, esto con el fin de poder simplificar la interpretación de quienes no se han familiarizado con el software y en el caso de este manual el uso del programa en la versión inglés.

Para finalizar la sección referente a los reportes, cabe mencionar que tenemos la facilidad de poder guardar en diferentes formatos los mismos, para poder así intercambiar la información con programas de ofimática y poder completar nuestros informes de ingeniería de una mejor manera.

## 2 CONCLUSIONES

El diseño empleado en este manual, presentado el tramo de carretera de 29.66 Km de pavimento asfáltico entre Granada y Malacatoya se basó en los estudios realizados durante junio de 2012 y la propuesta presentada al MTI durante el mes de marzo de 2013, por la empresa consultora CONDISA S.A, teniendo los siguientes resultados:

Estudios preliminares como topografía, nivelación y cálculos de cierres de poligonales abiertas, fueron debidamente georreferenciados y ajustados con base en las coordenadas de la red de GPS colocados a lo largo del proyecto, pudiendo comprobar la correcta interpolación entre los puntos del levantamiento topográfico durante la generación de terreno tridimensional, así como perfiles longitudinales, secciones transversales y alineamientos con base en las normas AASTHO 2011.

Pese a las diferentes circunstancias que se presentaron durante todo el proceso de factibilidad del proyecto se pudo comprobar que la decisión de ajustar el diseño a una velocidad de 40km/h siendo esta una velocidad moderada que beneficiaría en gran medida a la población circundante ha sido equilibrada desde el punto de vista técnico y económico pudiendo así establecerse dentro de los rangos permisibles por las normas internacionales ASSTHO 2011 las cuales rigen sobre el tramo en cuestión.

La información disponible fue suficiente y bastó para poder realizar la demostración grafica por medio de procesamiento de datos de campos y criterios de diseño aprendidos durante la especialización cursada en la Universidad de Ciencias Comerciales.

Con lo antes mencionado podemos decir que este manual será de provecho para la generación saliente de la Especialización en Diseño de Carreteras, así como a los futuros ingenieros que con conocimientos técnicos sobre el ramo de la ingeniería vial quieran aprender a usar las herramientas que el avance de la tecnología pone a nuestro alcance y poder proponer, desarrollar y ejecutar proyectos de diseño complejos con unos simples pasos que nos ayudaran a simplificar el tiempo que nos tocaría poder llevar a cabo dichas tareas.

### **3 RECOMENDACIONES**

Para el correcto funcionamiento y uso de las herramientas indicadas durante el proceso de diseño en este manual, es recomendable poder instalar todas las características completas y complementos que requiera el software para poder cumplir con la demanda a la que lo someteremos durante nuestro proyecto de diseño, esto incluye complementos del programa como tal, así como complementos o requerimientos adicionales del sistema operativo en donde lo decidamos usar.

Se recomienda poder realizar ajustes previos que disminuyan la carga de procesos que ejecutaremos durante el trazado y diseño de nuestro proyecto, así como el ajuste del área de trabajo a una escala estándar, unidades de medidas correctas para nuestro país, configuraciones que garanticen el respaldo de nuestra información durante el proceso que se sigue y principalmente las configuraciones básicas que harán que nuestro archivo de datos sea un documento limpio, compatible y ordenado durante toda nuestra intervención.

Finalmente, como autor de este trabajo, recomiendo que toda información sea revisada a criterio nuestro como ingenieros antes de proceder a indicar al programa

que calcule, diseñe y ejecute cualquier operación que pueda ser compleja más adelante, con esto evitaremos pequeños errores durante el diseño y grandes e irreversibles fallas durante la ejecución de nuestro proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CONDISA-ICEACSA-TOPONORT. Estudio Geotécnico del Tramo Granada – Malacatoya (29.66 Km), Managua, Nicaragua. 2012

CONDISA-ICEACSA-TOPONORT. Informe de Factibilidad Técnica y Económica Granada – Malacatoya. Managua, Nicaragua. 2012

CONDISA-ICEACSA-TOPONORT. Informe de Estructura de Pavimento Preliminar Tramo Granada – Malacatoya. Managua, Nicaragua. 2012

CONDISA-ICEACSA-TOPONORT. Estudio y Factibilidad y Diseño Final para el Mejoramiento del Tramo de Carretera Granada – Malacatoya (29.66 Km), Informe de Estudio Ambiental Social y de Vulnerabilidad. Managua, Nicaragua. 2012

CONDISA-ICEACSA-TOPONORT. Informe Definición de Normas de Diseño Geométrico para Tramo Granada – Malacatoya (29.66 Km). Managua, Nicaragua. 2012.

Ministerio de Transporte e Infraestructura – División General de Planificación – Red Vial de Nicaragua 2010

Ministerio de Transporte e Infraestructura – División General de Planificación – Anuario de Aforos de Trafico año 2010

## ANEXOS

ANEXO 1  
PARAMETROS DE DISEÑO

Descripción / Parámetros.	Unidad.	Valores.
Ancho del Derecho de Vía.	mts	20.00
Clasificación del tipo de carretera.	-	Colectora Principal
Velocidad de Diseño. (V <sub>d</sub> )	KPH.	40
Velocidad de Ruedo. (V <sub>r</sub> )	KPH.	40
Coefficiente de Fricción lateral. (f).	S/D.	0.17
Sobre elevación ó Peralte máx. (e).	%	8.00
Radio Mínimo de curvatura. (R <sub>m</sub> ).	mts	50.39
Pendiente Relativa para desarrollar el Peralte. (m <sub>r</sub> ).	%	1.12
Pendiente transversal ó Bombeo (B).	%	3.00
Pendiente Longitudinal Máxima	%	6.00
Carga de Diseño.	S / N	HS-20-44+25%.
Tipo de Vehículo del Proyecto.	S / N	C2
Distancia entre parte frontal y Eje trasero.	Mts	7.32
Ancho de carril de rodamiento de la carretera.	Mts	3.00 (*)
Ancho de rodamiento de la carretera.	Mts	6.00 (*)
Ancho de cuneta y bordillo	Mts	0.45
Ancho de andén	Mts	1.00
Ancho de corona de la carretera.	Mts	7.50
Ancho de rodamiento en Puentes.	Mts	8.00

Fuente: Informe final de Estudio y Diseño Geométrico Vial Granada – Malacatoya - CONDISA

ANEXO 2  
CALCULO FACTOR “K” PARA RASANTE DE DISEÑO SEGÚN SIECA

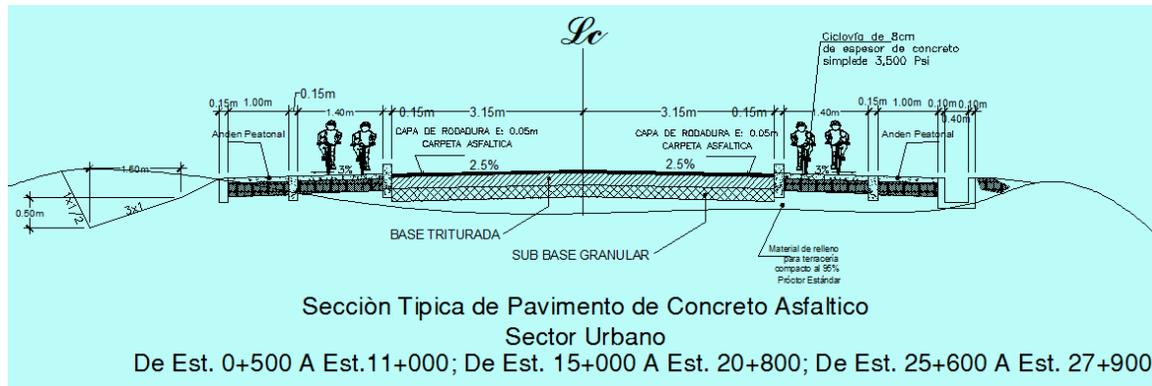
**Controles de Diseño de Curvas Verticales en Columpio basados  
en la Distancia de Visibilidad de Parada, DVP**

Velocidad de diseño Km/h	Rango de velocidad de marcha Km/h	Coeficiente de fricción	Valores DVP (m)		Factor K de diseño *
			Menores	Mayores	
30	30-30	0.40	30	30	4-4
40	40-40	0.38	45	45	8-8
50	47-50	0.35	60	65	11-12
60	55-60	0.33	75	85	15-18
70	63-70	0.31	95	110	20-25
80	70-80	0.30	115	140	25-32
90	77-90	0.30	130	170	30-40
100	85-100	0.29	160	205	37-51
110	91-110	0.28	180	245	43-62

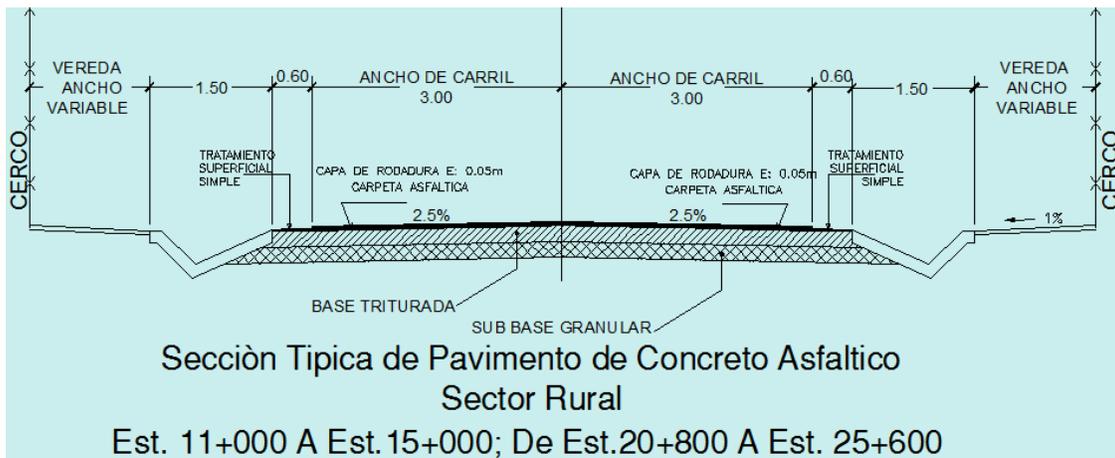
\* Cifras redondeadas

Fuente: Informe final de Estudio y Diseño Geométrico Vial Granada – Malacatoya - CONDISA

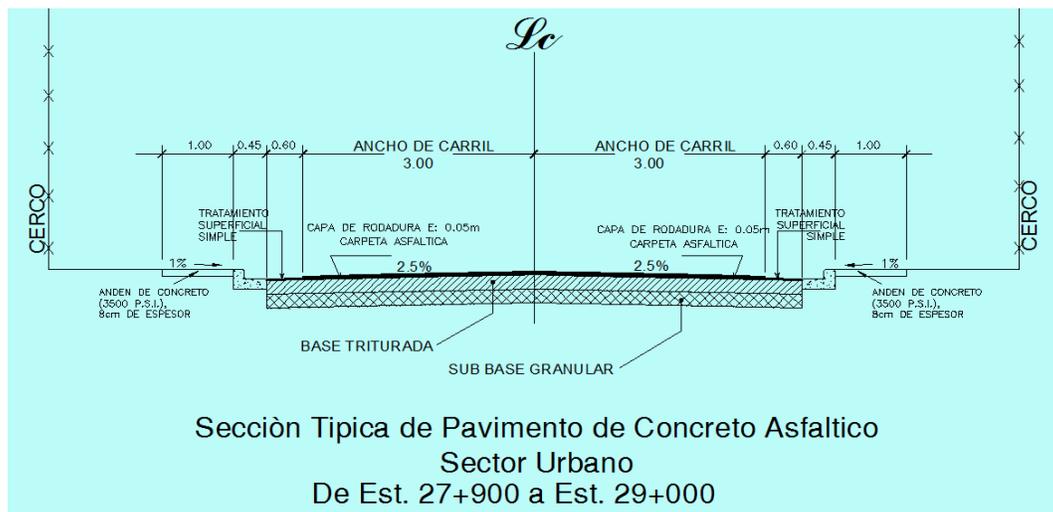
### ANEXO 3 SECCIONES TÍPICAS PARA PROJ. GRANADA - MALACATOYA



Fuente: Informe final de Estudio y Diseño Geométrico Vial Granada – Malacatoya - CONDISA



Fuente: Informe final de Estudio y Diseño Geométrico Vial Granada – Malacatoya - CONDISA



Fuente: Informe final de Estudio y Diseño Geométrico Vial Granada – Malacatoya - CONDISA

