

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**“PROYECTO GEOMÉTRICO DE UN CAMINO PASO A PASO
CON CIVILCAD®”**

TESIS PROFESIONAL.

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR:
LUIS ALBERTO CÁRDENAS LÓPEZ**

**ASESOR DE TESIS:
DAVID ADAME ORDAZ**

MORELIA, MICHOACAN, OCTUBRE DE 2007

AGRADECIMIENTOS.

A MIS PADRES.

Principalmente gracias por darme la vida, por darme su apoyo incondicional, comprensión amor y cariño. En forma muy especial agradezco a mi madre como un homenaje por el esfuerzo que siempre sostuvo para ayudarme y deseo que siempre estén a mi lado como apoyo para seguir teniendo logros en la vida.

**Tiodolinda López Guerrero
Luis Cárdenas Alejos**

A MIS HERMANOS.

Gracias por que siempre me dieron su apoyo moral y material en todo momento de mi carrera, siempre estuvieron dispuestos a escucharme, entenderme y estimularme para seguir adelante en mi carrera a pesar de las circunstancias que nos rodearon.

Alma Verónica Cárdenas López
Ana Laura Cárdenas López
Edgar Francisco Cárdenas López

A MIS AMIGOS

Por motivarme a no claudicar en esta tarea y por impulsarme siempre para terminar este trabajo tan importante en mi vida; también quiero agradecerle a mi novia y amiga quien me ha comprendido y acompañado durante toda mi carrera.

Teresa Cristóbal Arroyo
Jesús Garibay Casillas
Rafael Gonzáles Orozco
Francisco Hernández Hernández
Alejandro Hernández Hernández
Carlos Suárez Izquierdo
Karim Ulises Mejia Mendoza
José Merced Rojas Melchor
Julio Cesar Cisneros Aguilar...

A MI ASESOR

David Adame Ordaz gracias por el apoyo, la paciencia y confianza que tuvo en mí, para hacer posible que este proyecto tenga un buen funcionamiento para los usuarios del presente.

Quiero agradecer a todas aquellas personas que fueron y son parte importante en mi vida y que si no mencione a todos es por que son tantas que no me gustaría dejar de reconocer todo su cariño y apoyo que en todo momento me han brindado.

ÍNDICE

Introducción	Pág. 10
Capítulo 1. Antecedentes	Pág. 12
1.1 Problema de investigación.....	Pág. 13
1.2 Objetivo.....	Pág. 18
1.3 Hipótesis.....	Pág. 18
Capítulo 2. Marco referencial	Pág. 19
2.1 Breve reseña de los caminos.....	Pág. 20
2.2 Historia de AutoCAD.....	Pág. 27
2.3 El inicio de CivilCAD®.....	Pág. 36
Capítulo 3. Proyecto geométrico de un camino paso a paso	Pág. 39
3.1 Ingresar al programa.....	Pág. 40
3.2 Insertar margen.....	Pág. 41
3.3 Importar puntos.....	Pág. 42
3.4 Triangular puntos de terreno.....	Pág. 44
3.5 Visualizar curvas.....	Pág. 45
3.6 Dibujar curvas de nivel.....	Pág. 47
3.7 Anotar elevaciones en curvas.....	Pág. 48
3.8 Trazar el eje del camino y diseñar curvas horizontales.....	Pág. 49
3.9 Anotar datos en curvas horizontales.....	Pág. 53
3.10 Marcar estaciones.....	Pág. 56
3.11 Dibujar perfil de terreno.....	Pág. 57
3.12 Dibujar perfil de proyecto.....	Pág. 59
3.13 Dibujar curvas verticales.....	Pág. 61
3.14 Dibujar secciones y calcular volúmenes.....	Pág. 63
3.15 Insertar cuadro de construcción del eje de trazo.....	Pág. 75
3.16 Dibujar línea compensadora.....	Pág. 77
3.17 Anotar datos de sobreacarreo.....	Pág. 79
Capítulo 4. Reporte grafico de resultados	Pág. 82
4.1 Resultado de imágenes del proyecto geométrico.....	Pág. 83
Capítulo 5. Presentación del video “Proyecto geométrico de un camino paso a paso con CivilCAD®”	Pág. 108
Conclusiones	Pág. 110
Bibliografías	Pág. 112

Introducción

Esta tesis está enfocada a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil que estén interesados en desarrollar más sus conocimientos sobre el diseño de carreteras de una manera más fácil, ya que gracias a mi trabajo podrán seguir mediante un video multimedia todos los pasos para crear el proyecto geométrico de un camino. Cabe mencionar que el programa con que se hará este proyecto se llama CivilCAD® que a su vez es una herramienta del ya muy famoso AutoCAD®, estoy seguro que más de alguno ya ha oído hablar de ellos, el programa mencionado anteriormente surge debido a la necesidad que existía en el mercado laboral de desarrollar un programa capaz de facilitar las tareas a los ingenieros civiles tales como la triangulación de puntos de terreno para poder crear la configuración de dicho terreno; y a su vez, teniendo esto poder crear perfiles, curvas de nivel, curvas horizontales, curvas verticales, secciones transversales del camino, y cálculo de volúmenes, de una manera muy sencilla y en poco tiempo, todo lo ya mencionado se abordará en esta tesis de una manera simple, clara y específica.

Cuando comencé a utilizar esta herramienta computacional hace 7 años me fue muy complicado aprender ya que en la Facultad de Ingeniería Civil los profesores aún no lo sabían utilizar o eran pocos los que lo utilizaban. Después de dedicarle tardes enteras fui dominando este programa y ahora que lo domino en un 80% o 90% me nació la idea de poder enseñarle a las próximas generaciones el uso y aplicación de este sorprendente programa de cómputo para que el que lo desee sea un ingeniero más competente en el ámbito laboral y que en el ejercicio profesional domine el programa lo suficiente para poder aplicarlo a un proyecto geométrico de carreteras.

La manera más eficiente hasta la fecha para aprender un programa de cómputo sería asistir a clases, desarrollar ejemplos, y aplicar un examen, pero en una ocasión buscando programas en Internet encontré una página donde vendían videos para aprender a manejar programas de cómputo y entonces me surgió la idea de desarrollar mi propio video para enseñar a utilizar el famoso CivilCAD®, es por esto que he desarrollado este video para que los estudiantes e ingenieros civiles de la carrera tengan al alcance de una manera fácil y eficiente todas las ventajas que nos ofrece el programa que yo no pude tener por las limitaciones tecnológicas de hace 7 años.

En este curso aprenderás a utilizar este programa para el diseño geométrico de caminos considerando curvas verticales, horizontales y en espiral. Podrás plantear trazos y perfiles de diseño y CivilCAD® te arrojará, de manera automática, secciones transversales de acuerdo al diseño de pavimento que hayas hecho para tu camino.

Este software te presentará la información en gráficas, modelos 3D, listas de datos, cuadros y memorias técnicas, todo elaborado de manera automática para ahorrarte tiempo.

Este software opera sobre AutoCAD® por lo que es necesario que domines este software de dibujo en 2 y 3 dimensiones.

El curso se presenta como lecciones en video donde el instructor te muestra cómo operar el programa con ejemplos prácticos y textos paso a paso.

Capítulo 1. Antecedentes

Este curso está dirigido a los alumnos de la facultad ingeniería civil y profesionales de la construcción, en particular a los ingenieros y a todos los interesados que deseen dar a sus proyectos topográficos un aspecto realista y una presentación profesional a través de CivilCAD®.

1.1 Problema de investigación

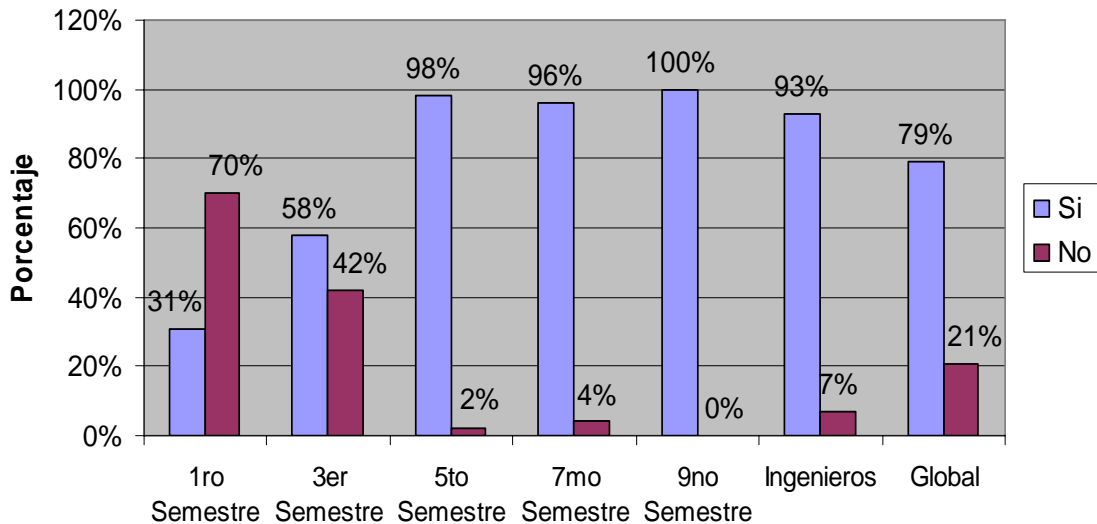
El problema fundamental es cómo llegar a enseñar a los ingenieros civiles los alcances del software en el ámbito de las vías terrestres ya que un 44% de los estudiantes e ingenieros desconoce las magníficas aportaciones de este programa computacional y no tiene tiempo suficiente para tomar un curso en una aula de clases o en una sala de cómputo, además de que un 65% de los estudiantes y maestros de nuestra facultad no saben utilizarlo.

Los ingenieros de hoy en día no conocen o no dominan las extraordinarias posibilidades que les ofrecen los programas de cómputo y es por eso que se pretende llegar a ellos de una manera que sea más cómoda y sencilla.

En seguida se muestra una encuesta que define de manera más clara el conocimiento que se tiene de CivilCAD® en la Facultad de Ingeniería Civil.

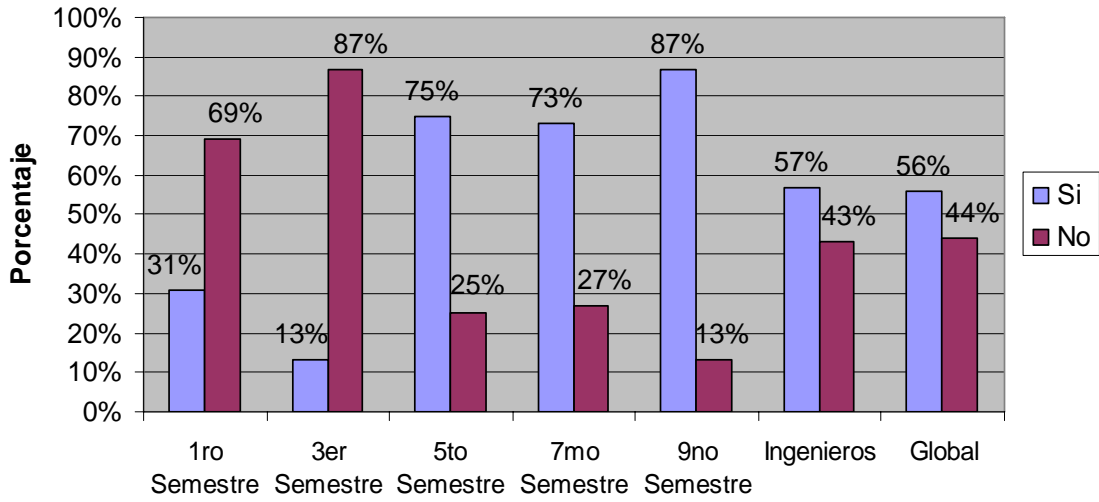
¿Has oído hablar de CivilCAD®?

¿Has oído hablar de CivilCAD®?



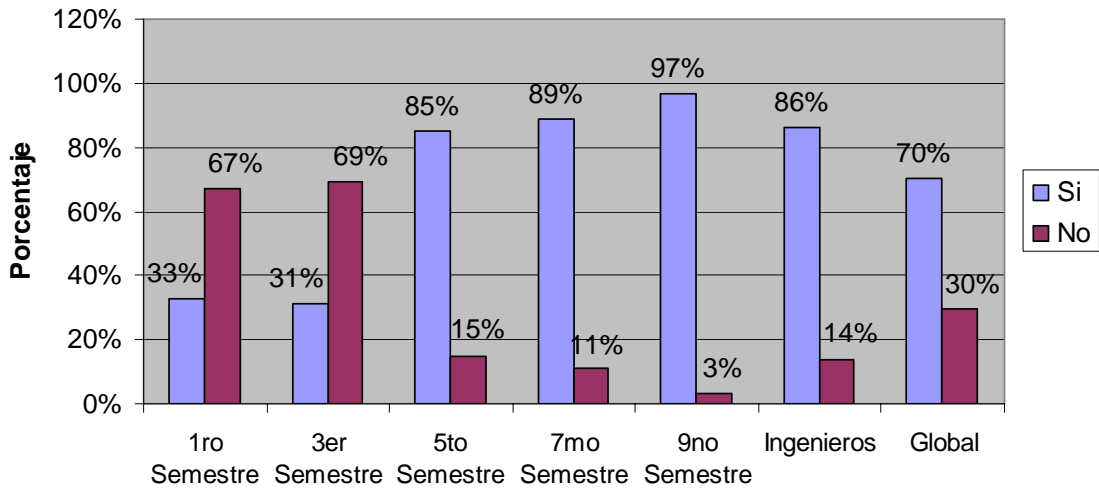
¿Conoces el CivilCAD®?

¿Conoces el CivilCAD®?



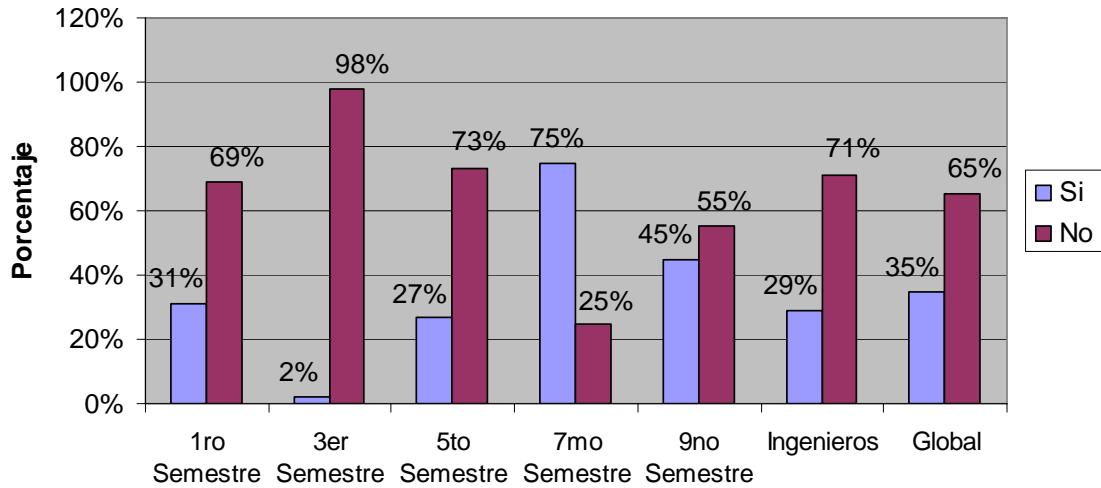
¿Sabes para qué se utiliza CivilCAD®?

¿Sabes para qué se utiliza CivilCAD®?



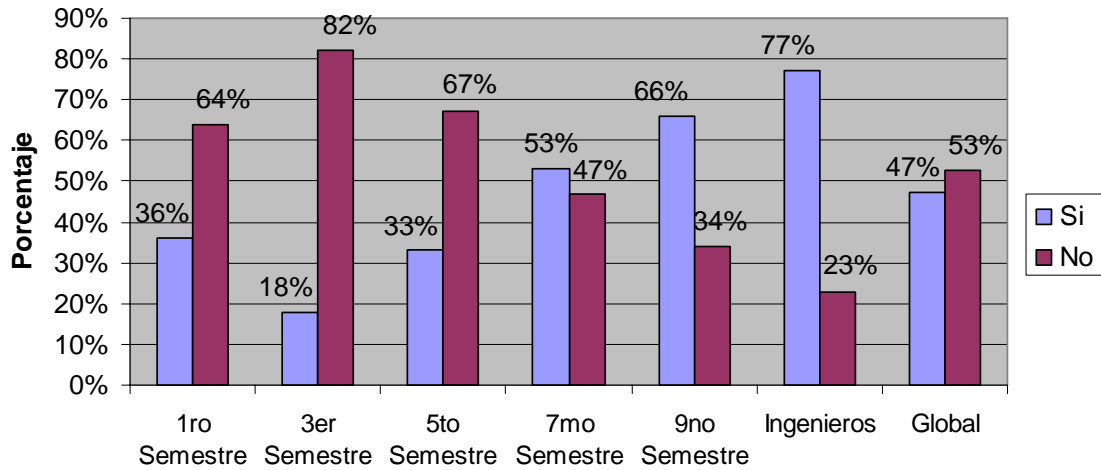
¿Sabes manejar CivilCAD®?

¿Sabes manejar CivilCAD®?



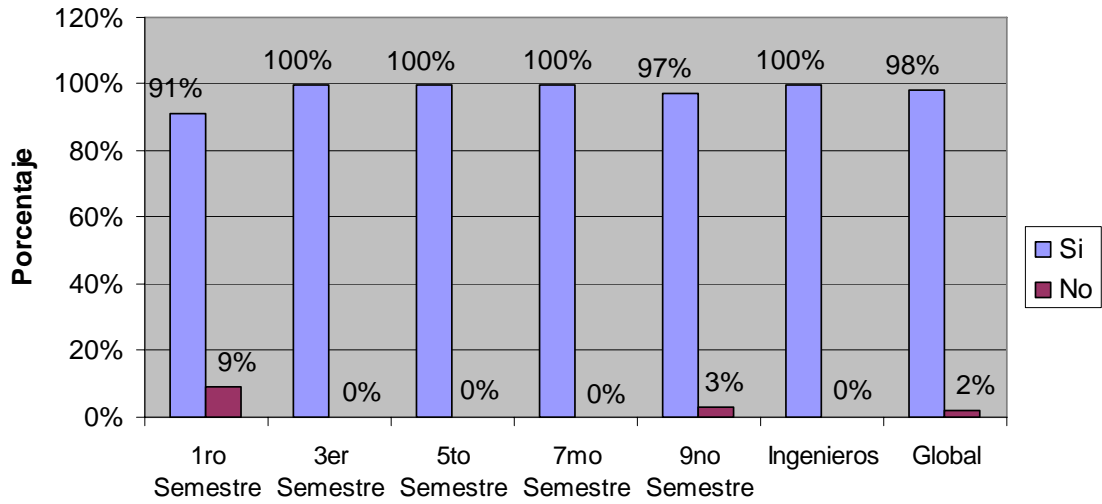
¿Conoces alguna forma de aprender a utilizar CivilCAD®?

¿Conoces alguna forma de aprender a utilizar CivilCAD®?



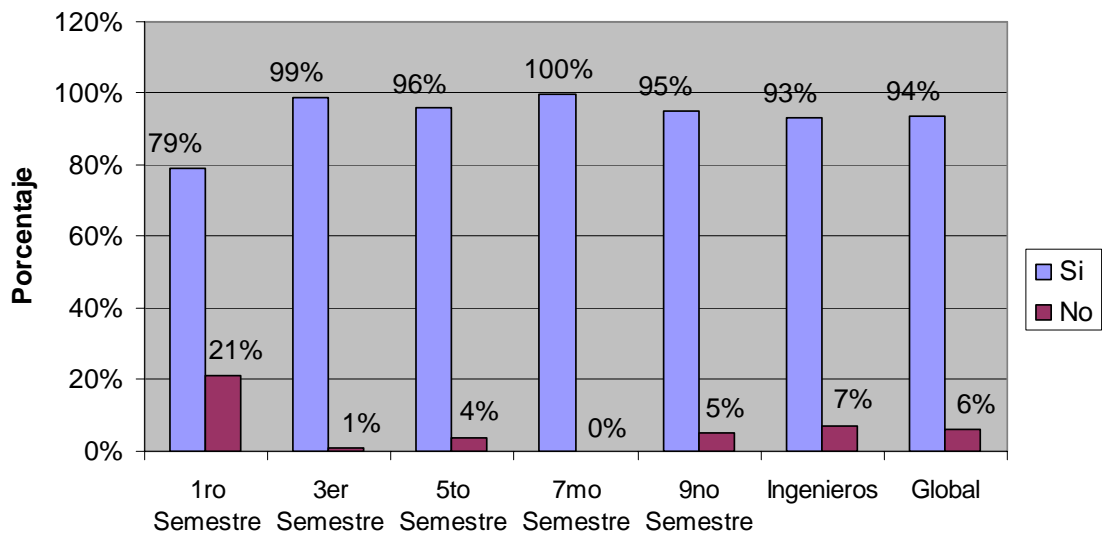
¿Te gustaría aprender a utilizar CivilCAD®?

¿Te gustaría aprender a utilizar CivilCAD®?



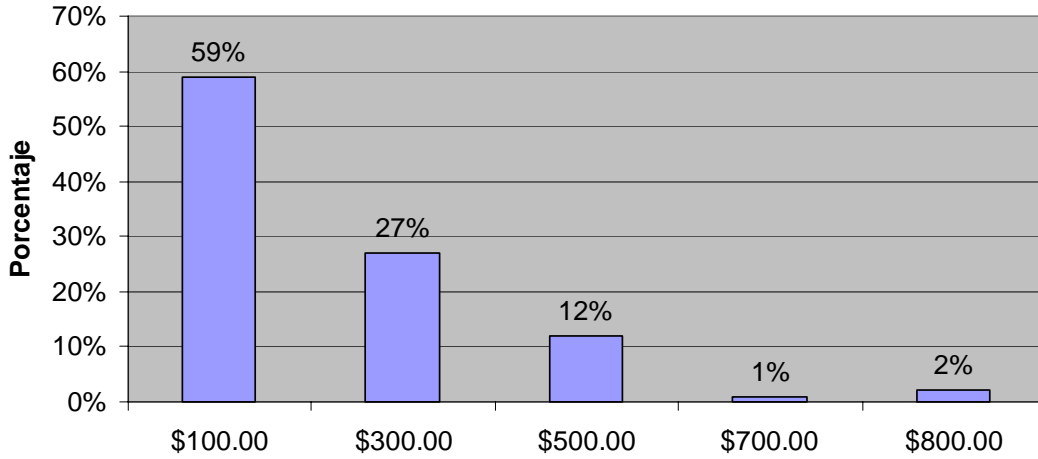
¿Si existiera un curso en DVD para aprender CivilCAD® lo tomarías?

¿Si existiera un curso en DVD para aprender CivilCAD® lo tomarías?



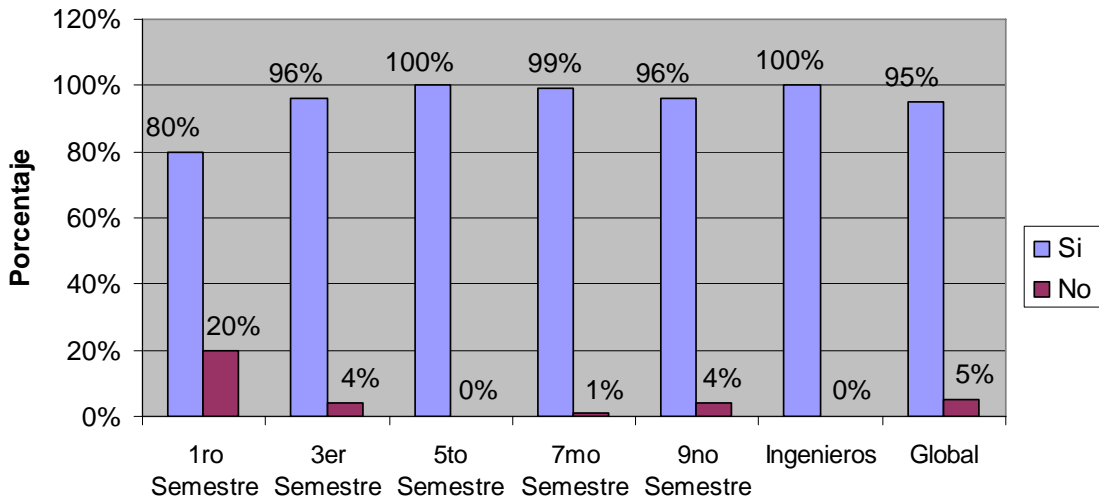
¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por un curso en DVD de CivilCAD®?

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por un curso en DVD de CivilCAD®?



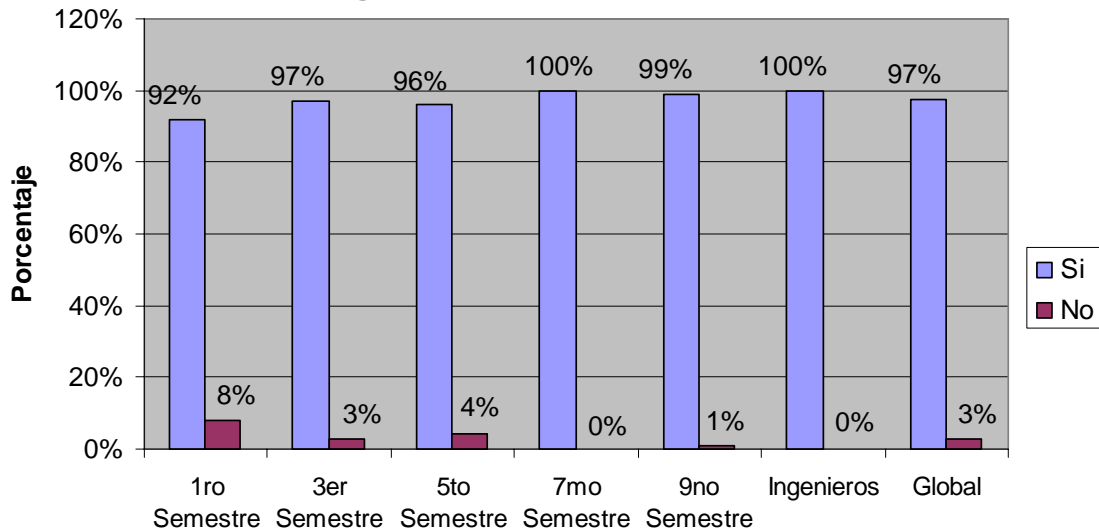
¿Si existiera un curso gratuito en DVD de CivilCAD® en la Biblioteca lo tomarías?

¿Si existiera un curso gratuito en DVD de CivilCAD® en la Biblioteca lo tomarías?



¿Te gustaría que existieran cursos educativos en DVD gratuitos en la Biblioteca?

¿Te gustaría que existieran cursos educativos en DVD gratuitos en la Biblioteca?



1.2 Objetivos

- ✓ Motivar a los estudiantes de ingeniería civil a que se preparen de una forma autodidacta diferente ya que este será un curso diferente que les enseñe paso a paso como generar un proyecto geométrico de carreteras.
- ✓ Mostrar cómo se realiza un proyecto geométrico de carreteras con una herramienta computacional muy eficiente y de una manera sencilla.
- ✓ Llegar a una gran cantidad de estudiantes con un proyecto de enseñanza que le permita al ingeniero aprendiz poder elegir la hora del día para estudiar; además de que pueda ir siguiendo paso a paso la realización de un proyecto geométrico de carreteras.
- ✓ Que la gran mayoría de los estudiantes y maestros de carrera salgan con un dominio considerable para poder utilizar esta herramienta en el ámbito laboral y puedan aumentar su estatus de conocimientos y capacidades.

1.3 Hipótesis

Realizando un video multimedia podré darles a los estudiantes, maestros y profesionales de la carrera de Ingeniería Civil la oportunidad de aprender en el momento en el que lo deseen sin la necesidad de asistir a una clase en un horario preestablecido y en la comodidad de su casa.

Realizaré un video que muestre paso a paso lo que se debe hacer para realizar un proyecto geométrico de carreteras utilizando este programa como herramienta.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Breve reseña de los caminos

Desde la antigüedad, la construcción de carreteras ha sido uno de los primeros signos de civilización avanzada. Cuando las ciudades de las primeras civilizaciones empezaron a aumentar de tamaño y densidad de población, la comunicación con otras regiones se tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores.

Los escritos de Heródoto, historiador griego del siglo V a.C., mencionan las vías construidas en Egipto para transportar los materiales con los que construyeron las pirámides y otras estructuras monumentales levantadas por los faraones.

Entre los primeros constructores de carreteras se encuentran los mesopotámicos, hacia el año 3500 a.C.; los chinos, que construyeron la Ruta de la Seda (la más larga del mundo) durante 2,000 años, y desarrollaron un sistema de carreteras en torno al siglo XI a.C., y los incas de Sudamérica, que construyeron una avanzada red de caminos que no pueden ser considerados estrictamente carreteras, ya que los incas no conocían la rueda. Esta red se distribuía por todos los Andes e incluía galerías cortadas en rocas sólidas. De las carreteras aún existentes, las más antiguas fueron construidas por los romanos. La vía Apia empezó a construirse alrededor del 312 a.C., y la vía Faminia hacia el 220 a.C. . En el siglo I, el geógrafo griego Estrabón registró un sistema de carreteras que partían de la antigua Babilonia; en la cumbre de su poder, el imperio romano tenía un sistema de carreteras de unos 80,000 km, consistente en 29 calzadas que partían de la ciudad de Roma, y una red que cubría todas las provincias conquistadas importantes, incluyendo Gran Bretaña. Las calzadas romanas tenían un espesor de 90 a 120 cm, y estaban compuestas por tres capas de piedras argamasadas cada vez más finas, con una capa de bloques de piedras encajadas en la parte superior. Según la ley romana toda persona tenía derecho a usar las calzadas, pero los responsables del mantenimiento eran los habitantes del distrito por el que pasaba. Este sistema era eficaz para mantener las calzadas en buen estado mientras existiera una autoridad central que lo impusiera; durante la edad media (del siglo X al XV), con la ausencia de la autoridad central del Imperio romano, el sistema de calzadas nacionales empezó a desaparecer.

A mitad del siglo XVII, el gobierno francés instituyó un sistema para reforzar el trabajo local en las carreteras, y con este método construyó aproximadamente 24,000 km de carreteras principales. Más o menos al mismo tiempo, el parlamento instituyó un sistema de conceder franquicias a compañías privadas para el mantenimiento de las carreteras, permitiendo a las compañías que cobraran un peaje o cuotas por el uso de las mismas.

Durante las tres primeras décadas del siglo XIX, dos ingenieros británicos, Thomas Telford y John Loudon McAdam, y un ingeniero de caminos francés, Pierre-Marie-Jérôme Trésaguet, perfeccionaron los métodos y técnicas de construcción de carreteras. El sistema de Telford implicaba cavar una zanja e instalar cimientos de roca pesada. Los cimientos se levantaban en el centro para que la carretera se inclinara hacia los bordes permitiendo el desagüe. La parte superior de la carretera consistía en una capa de 15 cm de piedra quebrada compacta.

McAdam mantenía que la tierra bien drenada soportaría cualquier carga. En el método de construcción de carreteras de McAdam, la capa final de piedra quebrada se colocaba directamente sobre un cimientado de tierra que se elevaba del terreno circundante para asegurarse de que el cimientado desaguaba. El sistema de McAdam, llamado macadamización, se adoptó en casi todas partes, sobre todo en Europa. Sin embargo, los cimientados de tierra de las carreteras macadamizadas no pudieron soportar los camiones pesados que se utilizaron en la I Guerra Mundial. Como resultado, para construir carreteras de carga pesada se adoptó el sistema de Telford, ya que proporcionaba una mejor distribución de la carga de la carretera sobre el subsuelo subyacente.

Durante el período de expansión del ferrocarril en la última mitad del siglo XIX, el desarrollo de las carreteras sufrió su correspondiente declive. También en este período se introdujeron el ladrillo y el asfalto como pavimento para las calles de las ciudades.

La popularidad de la bicicleta, que comenzó en la década de 1880, y la introducción del automóvil una década más tarde, llevaron a la necesidad de tener más y mejores carreteras. El considerable aumento del tráfico de automóviles durante la siguiente década demostró la ineficacia de los viejos métodos de pavimentación. Como medida correctiva, se utilizaron alquitrán de hulla, alquitrán, y aceites, en primer lugar como aglomerantes de superficie, y en segundo lugar como soportes de penetración en el pavimento macadam. El pavimento bituminoso se utilizaba mucho en las ciudades; este tipo de material consistía en tallas niveladas de piedra quebrada que se recubrían —antes de colocarlas— con un material bituminoso, como el asfalto o el alquitrán, y se apisonaban después con rodillos pesados. El pavimento bituminoso es más duradero que el pavimento macadam con soportes aglomerantes. Durante la I Guerra Mundial, la construcción de carreteras incluía el drenaje del subsuelo, una cimentación adecuada, una base de hormigón y una capa superficial adicional de hormigón o pavimento bituminoso para soportar el repentino aumento del tráfico pesado.

El sistema italiano de autostradas constituyó la primera red de autopistas construidas durante la década de 1920 como calzadas con tres carriles individuales. El sistema de autopistas verdaderamente moderno fue el Autobahn alemán, construido en los años treinta. Consistente en tres rutas Norte-Sur, tres rutas Este-Oeste y calzadas de dos carriles, la red Autobahn fue diseñada para grandes volúmenes de tráfico (sobre todo militares) y velocidades que superarían los 165 kilómetros por hora.

Hacia 1950, la mayoría de los países europeos tenía una red de carreteras principales, siendo la de Alemania la más avanzada.

Las variables más importantes a tener en cuenta en la ingeniería de caminos moderna son la inclinación de la tierra sobre la que se construye la carretera, la capacidad del pavimento para soportar la carga esperada, la predicción de la intensidad de uso de la carretera, la naturaleza del suelo que la sostiene y la composición y espesor de la estructura de pavimentación. El pavimento puede ser rígido (permitiendo poca latitud de flexión) o flexible. El pavimento flexible utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena) con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, y de los productos de la hulla. Esta mezcla es compacta, pero lo bastante plástica para absorber

grandes golpes y soportar un elevado volumen de tráfico pesado. Los pavimentos rígidos se construyen con una mezcla de cemento Portland y agregado grueso y fino. El espesor del pavimento puede variar de 15 a 45 cm, dependiendo del volumen de tráfico que deba soportar, y a veces se utiliza un refuerzo de acero para evitar la formación de grietas. Bajo el pavimento se emplea arena o grava fina como base para reforzarlo.

Las carreteras modernas se construyen en líneas casi rectas a través de campo abierto, en lugar de seguir las viejas rutas establecidas. Las áreas congestionadas se evitan o se cruzan utilizando avenidas especiales, túneles o pasos elevados. La seguridad se ha incrementado separando el tráfico y controlando los accesos. En las autopistas y autovías se separan los vehículos que viajan en sentidos opuestos con una mediana. Las principales características de las autopistas y autovías modernas son señales luminosas adecuadas para la conducción nocturna, amplios arcones, carriles con distintas velocidades, carriles de subida, carriles reversibles, zonas de frenado de emergencia, carriles para autobuses, señales reflectoras, marcas en el pavimento y señales de control de tráfico, entre otras.

Se trate de una carretera convencional o de una autopista, existen una serie de elementos que aparecen de modo casi constante en ambos tipos. La parte principal e irremplazable de la vía es la zona de rodadura o calzada, superficie pavimentada y, con frecuencia, con dos zonas diferenciadas: los carriles de circulación y los arcones, destinados estos últimos a usos de excepción, como detenciones por avería, o facilitación de la circulación de vehículos de emergencia. Estas dos zonas se delimitan mediante pintura. Otras estructuras asociadas son las bermas, que consisten en bandas de terreno despejado destinadas a mantener la calzada libre de sólidos que pudieran obstaculizar la circulación de vehículos, como posibles piedras caídas de taludes. Las cunetas pueden servir también a este fin aunque estén diseñadas realmente con otro objetivo, que es el desagüe efectivo de la carretera y evitar también la entrada de agua desde el exterior; para ello, las cunetas se integran dentro de un sistema más complejo denominado drenaje.

Además, existen otras estructuras de seguridad como los guardarraíles o quitamiedos, que son barreras destinadas a reducir el riesgo de salida y de vuelco de vehículos que pierdan el control. En las autopistas y en otras carreteras existen, además, unas vías de servicio paralelas a la vía principal que sirven para la circulación de vehículos de mantenimiento y de vehículos agrícolas que se desplazan a baja velocidad. Muchas carreteras se encuentran protegidas por vallas contra la invasión de animales que pudieran ocasionar accidentes. Los puntos donde se produce la unión de dos carreteras con diferentes trayectorias son las intersecciones; cuando se trata de una carretera convencional y una autovía o autopista se denominan enlaces.

Importancia

Originalmente las carreteras fueron trazadas para comunicar o unir ciudades; hoy en día su construcción se identifica para aproximar con mayor rapidez los centros de producción y de consumo además las carreteras cuentan con importante circulación de transporte de pasajeros.

La comunicación modifica poderosamente las regiones que atraviesan, influyendo notablemente en el aumento de la producción, población y del comercio.

A continuación se muestra una galería de fotos que ilustran el desarrollo de las vías terrestres en México.



Figura 1. Coche volcado en un camino.



Figura 2. Construcción de una carretera en México.



Figura 3. Primeros caminos transitados en México



Figura 4. Excavación a mano por un paso para una carretera.



Figura 5. El ingeniero de la izquierda mira a través del ocular de la Estación Total hacia la 'mira' que sostiene un segundo ingeniero en la carretera. Las medidas topográficas que se realizan son las distancias horizontales y los ángulos vertical y horizontal. El tercer miembro del equipo toma nota de los datos.



Figura 6. Vista de un tramo de la carretera entre montañas, en México.



Figura 7. La carretera que asciende hacia el Aitzgorri discurre entre masas boscosas que, afortunadamente, han sido preservadas de la actividad humana. Este pico forma parte de la sierra de Urkilla, perteneciente al sistema montañoso de los montes Vascos, y actúa como divisoria entre las provincias de Guipúzcoa y Álava.



Figura 8. Para resistir el desgaste producido por el tráfico y la intemperie, las carreteras deben construirse cuidadosamente, con cimientos y superficies horizontales y duraderas. Aquí vemos a un gran volquete descargar su carga de grava sobre una carretera en construcción. La grava es compactada por apisonadoras antes de aplicar la capa de asfalto.

2.2 Historia de AutoCAD®.

La historia de AutoCAD® es una larga sucesión de nuevas utilidades y características del programa. Esta es la historia de esa historia, una serie de conjeturas acerca de causas y consecuencias de cada una de sus 22 ediciones.

2.2.1 El fenómeno AutoCAD®

Entre los arquitectos, la palabra "AutoCAD®" es utilizada normalmente como sinónimo de CAD, AutoCAD® es el software más solicitado en los avisos clasificados de empleos pedidos, salvo escasas excepciones, quien no sabe usarlo cree que debería saberlo. Las causas del fenómeno AutoCAD® son varias pero hay dos que se destacan, especialmente: el hecho de que este software haya sido pionero en el desarrollo de sistemas CAD y la facilidad con que ha sido posible obtener gratuitamente una copia ilegal. Estos factores, a su vez, se relacionan entre sí complementándose. Si bien fue uno de los primeros, a mediados de la década del '80 muchas otras empresas también desarrollaron sus propios sistemas CAD. En general, las otras implementaron desde un principio el uso de todo tipo de trabas electrónicas y/o digitales a la reproducción, instalación y uso de sus sistemas. A diferencia de sus competidores, Autodesk contempló pasivamente la libre reproducción de sus usuarios sin distinción.

2.2.2 El mercado vertical

Junto al proceso expansivo horizontal de Autodesk, surge en algunos sectores de la industria la tendencia a orientar el desarrollo de sistemas informáticos hacia esferas especializadas, los llamados mercados verticales. Esta inclinación se traduce en dos aspectos que son advertidos por las empresas del software, que inician la segmentación de la propia línea de productos y la realización de acuerdos con otras compañías, que se transforman en socias o partners, para la concreción de un determinado proceso de diseño o prestación de servicios.

El mercado del CAD no fue ajeno a esta tendencia y Autodesk tomó la delantera.

Desde sus primeras ediciones, la "arquitectura abierta" de AutoCAD® hizo posible la aparición de los desarrolladores de "terceras partes" que conforman una pieza más en la estrategia externa de Autodesk. Las terceras partes son empresas que, ante la necesidad de que el trabajo con este software sea más sencillo, generan aplicaciones (comúnmente llamadas personalizaciones) basadas en AutoCAD® para ejecutar tareas concretas. Estos sistemas permiten simplificar la tarea cotidiana y, por lo tanto, aumentan la productividad. Claro que no hay que perder de vista que todas estas personalizaciones requieren del programa para funcionar.

Por otra parte, desde hace unos años Autodesk realiza alianzas OEM mediante las cuales se adjudica a un tercero el desarrollo de alguna utilidad que complemente AutoCAD®, brindándole la capacitación y el apoyo técnico necesarios. Así resultaron productos orientados a tareas específicas y absolutamente compatibles con el software porque están basados en su misma tecnología. Un desarrollo basado en AutoCAD® OEM es autónomo, no necesita del programa para "correr", pero hace uso de algunas de sus capacidades y está diseñado para ciertas necesidades de una disciplina concreta.

De entidades a objetos.

Una de las principales causas de la verticalización del CAD es el gran crecimiento en el número de usuarios. Hace algunos años, el CAD era un mercado vertical en sí mismo y, por lo tanto, generar productos para un sector aún más específico como el CAD para arquitectura era un negocio muy osado: los potenciales usuarios eran muy pocos. Hoy la realidad es otra y, a las puertas del siglo 21, aquellos que aún no se han enfrentado al CAD deberán de un modo u otro hacerlo en poco tiempo más. Otra causa de la verticalización es la aplicación en CAD de una nueva tecnología informática denominada Object Oriented Programming. En lugar de basarse en entidades geométricas (líneas, arcos, sólidos), la nueva generación de sistemas CAD tiende a basarse en objetos. Estos objetos, por ejemplo "muro" y "puerta", se relacionan entre sí en forma pseudointeligente. Su definición y comportamiento depende de la disciplina para la cual fueron creados.

- Versión 1.0 (Release 1), noviembre de 1982.
- Versión 1.2 (Release 2), abril de 1983.
- Versión 1.3 (Release 3), 5 meses después
- Versión 1.4 (Release 4), dos meses después
- Versión 2.0 (Release 5), octubre de 1984.
- Versión 2.1 (Release 6), mayo de 1985.
- Versión 2.5 (Release 7), junio de 1986.
- Versión 2.6 (Release 8), abril de 1987.
- Versión 9, septiembre de 1987, el primer paso hacia Windows.
- Versión 10, octubre de 1988, el último AutoCAD conmensurable
- Versión 11, 2 largos años después
- Versión 12, junio de 1992.

- Versión 13, noviembre de 1994, casi para Windows
- Versión 14, febrero de 1997, adiós al DOS.
- Versión 2000, año 1999.
- Versión 2000i, año 1999.
- Versión 2002, año 2001.
- Versión 2004, año 2003.
- Versión 2005, año 2004.
- Versión 2006, año 2005.
- Versión 2007, año 2006.
- Versión 2008, año 2007.

Versión 1.0 (Release 1), noviembre de 1982

Esta primera versión comercial fue presentada en el COMDEX Trade Show de Las Vegas en noviembre de 1982, pero los primeros en adquirir AutoCAD® debieron esperar al siguiente mes para instalar el nuevo programa. Si bien las utilidades de AutoCAD® 1.0 eran muy elementales, permitían mucho más que representar gráficamente coordenadas de puntos. Por ejemplo, ya ofrecía layers, texto y hasta un menú de comandos, todo ello con muchas limitaciones. Por ejemplo, los layers no eran nombrados por el usuario y la cantidad posible era limitada. El menú lateral, único hasta 5 años después, sólo permitía acceder a 40 comandos.

Versión 1.2 (Release 2), abril de 1983

Esta primera reedición no modificó lo anterior sino que incorporó las cotas como módulo opcional no incluido en el precio básico. La posibilidad de representar automáticamente la distancia entre dos puntos incorporaba a AutoCAD® la semilla del que sería el primer objeto inteligente: las cotas asociativas aparecidas en 1987.

Versión 1.3 (Release 3), 5 meses después

Esta vez sí comenzaron las modificaciones mejorando lo ya comercializado. Por ejemplo, ya no era necesario eliminar una entidad y volver a dibujarla para cambiarla de layer, pues aparece el comando CHANGE ofreciendo la posibilidad de "mover de un layer a otro". Otro avance destacable es la Banda Elástica (Rubber-band) que significó el primer paso en el desarrollo de la operación interactiva en tiempo real; es decir, ver lo que uno está haciendo y no sólo que uno ya hizo.

Otras novedades hacían posible corregir el contenido de un texto, ajustar el origen y la orientación al imprimir, usar impresoras de formato largo y algunas cosas más.

Versión 1.4 (Release 4), dos meses después

Esta vez, la evolución es notoria en dos utilidades importantísimas que constituyen el germen de dos pilares fundamentales en el éxito de AutoCAD® hasta hoy día: redefinición de Bloques y secuencia programada de comandos. La redefinición de Bloques significa la posibilidad de trabajar simultáneamente en dos o más dibujos que se conjugan en un mismo proyecto; la secuencia de comandos (SCRIPT) es la primera utilidad de AutoCAD® como plataforma para el desarrollo de programas específicos, para uso personal o comercial. Estas siguen siendo las principales líneas de desarrollo actualmente relacionadas con el Trabajo en Red, con profesionales y empresas colaborando interactivamente alrededor del mundo y especialización del software de modo que haya múltiples versiones de AutoCAD® apropiadas para distintas disciplinas.

Algunas otras novedades en esta cuarta edición fueron: ARRAY, para crear repeticiones rectangulares o polares; diversidad de tipografías para el texto; teclas de control para SNAP, Grilla y Ortogonal.

Versión 2.0 (Release 5), octubre de 1984

A casi dos años de su aparición y luego de un año desde la edición R4, AutoCAD® incluye por primera vez una cantidad muy importante de innovaciones y mejoras. Si bien es consecuente con las versiones anteriores, aparecen cambios importantes en el propio sistema que trascienden el mero agregado de nuevas utilidades. Por ejemplo, la nueva estructura permite retroceder en el proceso de trabajo mediante el comando UNDO (sólo disponible como una opción del comando LINE, pues recién aparecería en forma generalizada dos años más tarde). La posibilidad de restablecer el estado anterior del dibujo agrega otra nueva dimensión a AutoCAD®. Si bien hoy esta utilidad es muy común y resulta natural, hace 15 años era pura ficción científica: revertir el orden de los acontecimientos. UNDO significa, más que la posibilidad de corregir errores, la promesa creíble de llegar, algún día, a controlar sin limitaciones el proceso de diseño.

Versión 2.1 (Release 6), mayo de 1985

Aunque de modo incipiente, la tercera dimensión aparece en la pantalla. Si bien la estructura de AutoCAD® admitía el uso de múltiples dimensiones, sólo dos eran accesibles al usuario común. La presión ejercida por el éxito de otros sistemas CAD en la implementación del espacio virtual obliga a Autodesk a incorporar la coordenada "z". No obstante, por muchos años más AutoCAD® seguirá siendo una herramienta básicamente bidimensional y el desarrollo seguirá alineado con aquellas dos ideas rectoras: Trabajo en Red y Especialización. Es con esta edición que, meses más tarde, sería posible usar la primera versión completa de AutoLISP, el lenguaje de programación para CAD con mayor difusión en todo el mundo. AutoLISP permitió el desarrollo simultáneo de decenas de miles

de pequeños o grandes programas específicos, escritos y utilizados por toda una generación de profesionales capacitados en CAD aplicado a diversas disciplinas.

Versión 2.5 (Release 7), junio del 86

La computadora personal ocupa ya su lugar en hogares y oficinas de toda índole. Arquitectos de vanguardia como Charles Moore o Peter Eisenman contratan los servicios de especialistas en computación para experimentar en el espacio virtual sus ideas. Los pioneros del CAD para arquitectura en Argentina: Alfonso Corona Martínez, Arturo Montagú o Juan Manuel Boggio Videla celebran congresos y debaten "el futuro de la soberanía nacional" de cara a la invasión tecnológica en la era digital. AutoCAD® comienza a reproducirse descontroladamente en Argentina, los ingenieros y estudiantes de ingeniería, por entonces los principales adeptos de la PC, investigan más por curiosidad que por necesidad las posibilidades que encierran los nuevos aparatos, más allá de la resolución de cálculos complejos, matrices e integradas; algunos programando en Basic o Logo (lenguajes populares y sencillos), pero otros a partir de instalar aquellos cuatro disquetes de cartón, de baja densidad y anónimos como sus dueños. Sin grandes innovaciones tecnológicas, AutoCAD® R7 es mucho mejor, pues es más fácil de usar y más atractivo que sus predecesores. La interfaz de uso es más eficiente, ZOOM y PAN son mucho más rápidos y ya no exigen esperas de minutos para desplazar el dibujo un poco y poder seguir trabajando.

Versión 2.6 (Release 8), abril de 1987

Cotas inteligentes y libertad en el uso de las tres dimensiones son las claves del enorme éxito de esta versión. Modificar un plano, estirándolo hacia allá, desplazando aquello hacia acá y verificar inmediatamente los nuevos valores de las cotas era sencillamente magia; dibujar una silla, luego una escalera caracol, luego un techo con varias pendientes era una pasión. Uno se emocionaba ante esa nueva ventana abierta al futuro, uno no podía creer que algo así estuviera en sus manos; realmente no lo podía creer.

Release 9, septiembre de 1987, el primer paso hacia Windows

Aunque ya existía desde 1985, Windows era aún una promesa y, a la vez, una tendencia firme. Entre otros, AutoCAD® R9 y WordPerfect 4.2 deciden incursionar en la interfaz inteligente implementada por WordStar ya en 1978. Menús descolgables y cuadros de diálogo, llamativamente, ocultan sólo momentánea y parcialmente el área de trabajo. Se suman a estas innovaciones la posibilidad de crear imágenes que funcionan como botones, de modo que los bloques almacenados en bibliotecas podían ser ahora reconocidos por su aspecto, no sólo por su nombre (por entonces limitado a 8 caracteres).

Release 10, octubre de 1988, el último AutoCAD® conmensurable

R10 fue la última versión de AutoCAD® que posibilitaba a un usuario experto conocer la totalidad del sistema. A partir de allí los avances serían tantos y tan veloces que obligaría a muchos veteranos a renunciar ese orgullo. No era sencillo ni mucho menos, pero AutoCAD® R10 mantenía lazos muy estrechos con su historia. Quien hubiera usado 3 o 4

versiones anteriores sólo debía adjuntar un 20 o 30% de conocimiento al ya adquirido; con ello podía asegurar que, de AutoCAD®, lo sabía TODO. Es más, uno podía conocer de memoria los nombres de todos los archivos utilizados por el sistema, los nombres de todas las variables y todos los comandos, los lenguajes de programación íntegros, etc. etc. Por entonces, uno podía considerarse un experto en la materia, y es que en ese entonces los expertos eran imprescindibles. Enseñar a usar una PC, el antipático DOS y los misterios del CAD, era sólo para expertos; lograr que de una impresora saliera un plano en escala apto para construir, era una hazaña, y muy pocos arquitectos estaban dispuestos a resignar el tiempo necesario para ello. La próxima versión comenzaría a resolver la difícil ecuación: más complejo pero más sencillo.

En cuanto a innovaciones, la incorporación de UCSs (sistemas coordinados del usuario) libera por completo y definitivamente el uso del espacio virtual. Es desde esta edición que AutoCAD® se convierte en un CAD íntegramente tridimensional y hasta AutoCAD® 2000 no aparecería ninguna novedad substancial en el uso de las tres dimensiones.

Release 11, 2 largos años después

Este largo invierno en la evolución de AutoCAD® fue apenas matizado por la aparición de 7 correcciones para R10. Eso sí: AutoCAD R10 c7 era perfecta. Finalmente, el tan esperado lanzamiento de R11 en 1990 trajo más dudas que respuestas. El desconcierto ante tantas novedades produjo un shock, muchas muy importantes innovaciones no fueron asimiladas por la mayoría de los usuarios, la nueva instalación automática invadía el disco rígido con una centena de archivos prolijamente ordenados en una docena de carpetas (por entonces "directorios"). AutoCAD® dejaba de ser un sistema pensado para un usuario típico que trabaja absorto en su PC hasta concluir solo su tarea; AutoCAD® comenzaba a ser el sistema actual, concebido para abastecer al mundo del diseño dando respuesta a los requerimientos de la globalización ¿Mejor antes? ¿Mejor ahora? Los nueve años transcurridos no nos han permitido aseverarlo. Las soluciones no terminan de llegar, los sistemas actuales son muy vulnerables y los riesgos de pequeñas o grandes catástrofes informáticas aumentan cada día. Es casi imposible confiar en un software, desde los sistemas operativos hasta los más simples programas suelen actuar de modo imprevisible y misterioso. A la vez, aumenta la ambición de mayor inteligencia artificial.

Una de las principales incorporaciones en R11 fue Paper Space, que permitía componer múltiples vistas del modelo junto a objetos y textos planos, y diseñar en pantalla las láminas a imprimir; también aparecen las Referencias Externas XREF. A pesar de la enorme utilidad en tareas cotidianas, ninguna de estas dos innovaciones sería usada masivamente; AutoCAD® 2000, con sus LAYOUTs y el manejo de múltiples dibujos, puede llegar a convencer, luego de una década, a tantos usuarios tan conservadores. Otra novedad, ésta sí muy utilizada, fue la posibilidad de crear estilos de cotas.

Release 12, junio del '92

Menú de cursor, GRIPs, previsualización de impresión, imágenes ráster, sistema de rendering incorporado, cuadros de diálogo implementados para cotas, impresion, hatch,

osnap, layers, definición de atributos, manejo de archivos, etc. hacen de AutoCAD® R12 un éxito rotundo, al menos en una de sus múltiples versiones. La reciente aparición explosiva de Windows 3.1, con 40 millones de PCs usándolo en todo el mundo, convierte a Microsoft en la mayor amenaza para Macintosh, hasta entonces dueño y señor de pasado, presente y futuro de las interfaces gráficas. Autodesk apuesta a todas las plataformas a la vez, abarca mucho y aprieta mucho también. En el mercado mundial del software ocupa el cuarto puesto en facturación, liderando cómodamente el mercado del CAD. AutoCAD® para UNIX, DOS, Windows y MAC no convivirían por mucho tiempo, pero nadie podía afirmar entonces cuál sería la fórmula vencedora. El lento y defectuoso AutoCAD® R12 Win permitía incursionar en el terreno de las múltiples tareas en una misma pantalla, compartiendo información con MS-Word o Excel. El veloz R12 para DOS permitía, en una PC estándar, manejar proyectos de alta complejidad y generar presentaciones de alta calidad visual; a tal punto que se mantendría como la versión más utilizada hasta la aparición de R14, casi 5 años después. En parte gracias a las nuevas impresoras de "chorro de tinta", el CAD comienza a substituir los tableros de dibujo en pequeños y medianos estudios y empresas, proliferan los comerciantes de hardware y software, irrumpen los cadistas freelance. Los desarrolladores de aplicaciones específicas para usar sobre AutoCAD® expanden rápidamente su mercado. Tomar un curso de AutoCAD® comienza a ser una necesidad imperiosa pues muchos grandes estudios y empresas ya exigen saber usarlo.

Release 13, noviembre de 1994, casi para Windows

La mayor compañía mundial de software, Microsoft, había ganado 953 millones de dólares el año anterior. Microsoft valía entonces veinticinco mil millones de dólares, esto es más que Ford, Kodak, Nabisco y Boeing. Bill hace público su interés "por una red que la gente llama ahora autopista de la información, o convergencia digital. Se trata de poner la información al alcance de la mano. Tengo mucha confianza en que esto ocurrirá dentro de tres años (...) La actual interfaz de usuario no consiste en gran cosa. Queremos construir algo que permita controlar en pantalla la elección de distintas opciones". Si bien la fecha inicial de lanzamiento de R13 precede a la aparición de Windows 95, íntimamente ligada a la popularización de Internet, fue la primera edición en funcionar sobre la revolucionaria plataforma.

R13 fue durísimamente castigada por "la crítica". Todos, propios y extraños, fustigaron la multitud de errores, defectos e improvisaciones de la nueva versión. Los cuatro parches efectuados a los códigos originales y distribuidos gratuitamente no bastaron para corregir lo incorregible y menos aún para cambiar la imagen pública de versión fatídica. AutoCAD® R13c4 funcionaba sobre DOS y sobre los cuatro Windows en uso: 3.1, 3.11, 95 y NT y, pero ninguna superaba en rendimiento a R12 DOS que mantuvo vigencia hasta la aparición de R14. Si bien la críticas eran fundadas, la fatídica R13 significó un gran salto tecnológico en la historia de AutoCAD®, incorporando enormes utilidades que sirvieron de plataforma a las ediciones subsiguientes y a las versiones específicas, principalmente Mechanical Desktop. Sólidos ACIS, operaciones booleanas, HATCH asociativo, Agrupamiento de objetos, curvas NURBS, líneas múltiples paralelas y un sistema de rendering mucho más completo, entre otras, resultaron demasiadas incorporaciones para una sola versión, pero la depuración de errores efectuada hasta el lanzamiento de R14 validaría el esfuerzo realizado con tan triste destino comercial; R13, en última instancia, cumpliría su objetivo.

Release 14, febrero de 1997, adiós al DOS

Más allá de nuevas utilidades, R14 fue un renacer de AutoCAD®. El código fue reescrito totalmente. Un nuevo software, también llamado AutoCAD®, hacia todo lo que su predecesor, pero mucho mejor, más rápido, casi sin errores y más sencillamente. Desde la misma instalación los cambios eran notorios en todos los aspectos del sistema, todo resultaba más ameno, más fácil de aprender a usar, más efectivo. Las novedades aparecidas en R13 ahora funcionaban bien, pequeños detalles como relleno pleno mediante HATCH, o ZOOM y paneo en tiempo real permitían mejorar en mucho la calidad y la productividad. El avance logrado por la secuencia R13–R14 fue comparable al de R11–R12, y por ello el éxito fue rotundo también. El legendario MS-DOS, anfitrión de todas las ediciones precedentes, no soportaba más cambios y ya pertenecía a un pasado sin retorno, R14 sólo podía instalarse sobre Windows. Luego de la aparición de AutoCAD® 2000, R14 continuó siendo uno de los CAD más usados de la historia y en todo el planeta.

AutoCAD® 2000, pero en el '99

A la sombra de R14, AutoCAD® 2000, aparecido en 1999, pasó sin pena ni gloria pese a las invaluable mejoras introducidas. Tres son los avances más llamativos en esta versión: Libertad y realismo en 3D, control paramétrico de los objetos, vista previa interactiva. El primero, gracias al manejo de cuerpos en el espacio con sombreados en tiempo real y UCS asociado a la vista. El segundo, gracias a la ventana de propiedades inteligente, que permite modificar los parámetros de los objetos en forma individual o conjunta. El tercero consiste en la posibilidad de trabajar sobre el diseño tal como habrá de verse ya impreso. Estas tres mejoras, aunque suficientes para justificar dos años de trabajo en desarrollo, fueron sólo las más notables de cientos de mejoras en todos los aspectos del sistema, y vale un análisis más extenso. AutoCAD® 2000 es la segunda versión apoyada exclusivamente en Windows, pero es la primera que explota totalmente la interfaz gráfica. AutoCAD® 2000 ha tenido un destino comercial muy similar al de R11 y R13: no ha logrado sustituir a la versión anterior como estándar; su éxito es exclusivamente tecnológico. De hecho, a pesar de sus enormes avances, funciona muy bien, con muy pocos fallos (todos tolerables) y casi tan estable como R14. Estas dos deficiencias, ya superadas por AutoCAD® 2002, no son suficientes para explicar la indiferencia de los usuarios respecto a las novedades de 2000, novedades que hacen de AutoCAD® un sistema realmente fácil. Aprender a usar AutoCAD® usando la versión 2000 es, cuanto menos, 3 veces más simple y más rápido que usando R14. Aquella ecuación “más complejo pero más sencillo” planteada en 1990 parece resuelta y la lenta –por prudente– admisión de inventos ajenos por parte de Autodesk se manifiesta, por ejemplo, en la incorporación de solapas llamadas layouts, equivalentes a las hojas de Excel, que permiten ordenar la presentación de la información, tanto en pantalla como para imprimir; o bien la técnica WYSIWYG (what you see is what you get) vigente en PC desde Windows 3, y que permite trabajar viendo exactamente lo mismo que se verá impreso. Otras innovaciones, poco prudentes y menos relevantes, quizás expliquen el rechazo de algunos, puesto que alteran completamente –absurdamente– algunos hábitos muy arraigados como cierto uso del botón derecho del ratón. Claro que éste como los demás cambios de la interfaz son opcionales, pero la instalación ofrece la nueva modalidad como única, cuando

sólo es la predeterminada. Pero más allá de las folclóricas simpatías y antipatías entre programadores y usuarios, AutoCAD® 2000 debía ser aplaudida por todos, y no lo es. Además de los ya citados layouts y el sistema WYSIWYG, 2000 incorpora Orbit, que otorga total libertad para visualizar las 3 dimensiones de todo el modelo o de objetos seleccionados; Zoom y Paneo por medio de la rueda del ratón (sólo esto ahorra aproximadamente un 50% del tiempo de trabajo en tareas de drafting) y, quizás la novedad más revolucionaria de todas, el control de las propiedades de los objetos por medio de una tabla de correspondencia. Esta herramienta permite ahorrar mucho tiempo en operaciones no sólo gráficas, sino de diseño. La tabla de propiedades permite, entre otras cosas, ver o modificar en tiempo real superficies, alturas, coordenadas, longitudes, etc. operando sobre uno o varios objetos a la vez. Su uso es muy simple e intuitivo y no requiere de aprendizaje pues utiliza una misma simple lógica para todo. Finalmente, asociada a los layouts, se incorpora la posibilidad de establecer infinidad de condiciones de impresión para distintos planos de un mismo proyecto; de este modo, imprimir cualquier plano de un proyecto por nuevo o antiguo que sea, se reduce a un clic. Además ahora es posible independizar el color de grosor de trazo, de modo que uno puede utilizar los colores que más cómodos resulten para la lectura en pantalla al margen de cómo será impreso, y también utilizar distintos grosores para el mismo color cuando el plano es a colores. Además es posible inhibir la impresión de determinados layers para evitar el error de imprimir información auxiliar o complementaria. En 3D, además de Orbit, aparece el sombreado en tiempo real y un UCS inteligente asociado a la vista activa en cada viewport. Y queda mucho en el tintero.

AutoCAD® 2002, año 2001, sin fronteras

Aún la sombra de R14, AutoCAD® 2002 consolida y amplía las mejoras de AutoCAD® 2000. La gran innovación es la apuesta por la colaboración a distancia y por la convivencia en el mundo virtual vía Internet. El desarrollo de esta nueva versión y las del futuro se basa en una nueva tecnología, que sustituye el computador personal por la terminal de red. Macintosh y Windows marcan la tendencia con sistemas operativos que hacen de Internet el medio vital del computador. En breve ya no será posible trabajar sin una conexión rápida y permanente a Internet, los programas ya no serán congelados en versiones anuales o bienales sino que evolucionarán cotidianamente; Ud. guardará sus propios archivos en servidores de Internet, y los abrirá desde allí mañana por la mañana. Cuando Ud. y otros muchos miles como Ud. enciendan mañana el ordenador, Autodesk lo saludará con un buenos días, aunque Ud. no. De momento, AutoCAD® sigue funcionando sin cordón umbilical y, esta 2002, no resulta positiva en todo: corrige los escasos errores de 2000 y, aunque no muy relevantes, ofrece algunas mejoras e innovaciones no relacionadas con Internet.

El formato .dwg ha sufrido cambios al evolucionar en el tiempo, lo que impide que formatos más nuevos .dwg no puedan ser abiertos por versiones antiguas de AutoCAD® u otros CADs que admitan ese formato. La última versión de AutoCAD hasta la fecha es el AutoCAD® 2008, y tanto él como sus productos derivados (como Architectural DeskTop ADT o Mechanical DeskTop MDT) usan un nuevo formato no contemplado o trasladado al OpenDWG, que sólo puede usar el formato hasta la versión 2000.

Las aplicaciones del programa son múltiples, desde proyectos y presentaciones de ingeniería, hasta diseño de planos o maquetas de arquitectura.

2.3 Inicio del Civil CAD®.

CivilCAD® es el módulo de Autocad específico para los profesionales de la ingeniería civil y topografía de habla hispana. Desarrollado en colaboración con ingenieros que cuentan con amplia experiencia en el manejo de AutoCAD®, CivilCAD® es una herramienta que permite acelerar y facilitar las fases del diseño y dibujo de planos ejecutivos de proyecto, sirviendo como un elemento de integración entre Autocad® y el usuario. El objetivo de CivilCAD® es facilitar el uso de AutoCAD® a través de la programación de funciones adicionales al sistema que automatizan y hacen más fácil la ejecución de tareas específicas dentro de AutoCAD® 14 y 2000/2000i/2002/2004/2005/2006. CivilCAD® cuenta con extensas cajas de diálogo que facilitan la entrada de datos, además de ayuda disponible en español para cada paso. Cuenta con variables de entorno propias para establecer parámetros de funcionamiento, como número de decimales de precisión para distancias, coordenadas, superficies y ángulos, color y capa para texto, lotificación y colindancias. CivilCAD® puede ser utilizado en conjunto con otras aplicaciones sin interferir en su uso para cubrir las diversas necesidades del estudio de Ingeniería Civil y Topografía.

CivilCAD® Consultores, S.L. está especializada desde su origen en el desarrollo de software en el ámbito de la ingeniería civil. La empresa es líder en el sector y cuenta con más de 10 años de experiencia.

CivilCAD® Consultores, S.L. surgió a partir de la colaboración desarrollada con una importante empresa de proyectos de carreteras de Barcelona. Los programadores son Ingenieros de Caminos proyectistas que conocen bien las necesidades reales de herramientas de software para el cálculo de estructuras en la obra civil.

El programa CivilCAD® 2005 es una realidad con una presencia consolidada en todas las áreas de la Ingeniería civil: empresas de proyectos, empresas de prefabricación, empresas constructoras, administraciones y universidades. Mantenemos una relación muy estrecha con todos nuestros clientes, dentro y fuera del país. Desde CivilCAD Consultores, S.L. apostamos claramente por el establecimiento de un diálogo continuado con nuestros clientes. El resultado siempre es positivo y enriquecedor para el programa y sus usuarios, día a día mejoramos nuestros productos y nuestros clientes ven satisfechas sus necesidades a corto y medio plazo.

Software para Ingeniería Civil, creado por ingenieros de caminos proyectistas

Nuestro objetivo único es el desarrollo de software en el ámbito de la ingeniería civil. CivilCAD® Consultores,S.L. nació en colaboración con una empresa de proyectos de la mano de ingenieros de caminos proyectistas.

Este programa ha sido desarrollado por un grupo de ingenieros de caminos con una dilatada experiencia en el campo del proyecto de estructuras. Con un profundo conocimiento de los problemas reales con los que se enfrenta el proyectista en su trabajo, se ha concebido una herramienta adaptada a sus necesidades. Para ello hemos desarrollado todas aquellas rutinas que el ingeniero precisa durante el proyecto, (editor de dibujo, programa de trazado, módulo de cálculo de esfuerzos, cálculo de secciones, etc.) y las hemos reunido en un único programa: CivilCAD®2005. Así, la gestión de información se optimiza y el ahorro de tiempo es muy notorio.

CivilCAD®2005 es, pues, la herramienta ideal - rápida, versátil y precisa- para proyectar estructuras, ya que aborda los proyectos de forma integral.

A lo largo de los años, en CivilCAD® Consultores,S.L. hemos ido desarrollando nuevas versiones mejoradas del software en un proceso condicionado por los siguientes factores:

El desarrollo de nuevas herramientas de generación de software (la programación orientada a objetos) en sistemas operativos cada vez más complejos ha hecho posible concebir un programa cada vez más potente.

La experiencia en desarrollo de software acumulada en el seno de nuestra empresa.

La comercialización de nuestro software para empresas de todo el país desde 1995 nos ha permitido recoger infinidad de sugerencias e ideas que incorporar desde el principio a nuestros programas.

Programa para el proyecto integral de estructuras CivilCAD®2005

CivilCAD®2005 puede ser definido como un CAD orientado a la Ingeniería civil. Es decir, se trata de un programa de diseño asistido por ordenador desarrollado para servir de herramienta al proyectista en la oficina de ingeniería civil.

El programa persigue el objetivo de ser útil al ingeniero civil proyectista. Por ello se desarrolló teniendo en consideración los siguientes aspectos:

Está pensado para resolver globalmente las necesidades del proyectista, es decir, para que éste no precise de ningún otro programa para desarrollar su trabajo. Ello permite evitar la ingrata tarea de traspasar información de un programa a otro, que es fuente habitual de errores.

El usuario encuentra en CivilCAD®2005 sólo herramientas que le son útiles en su trabajo. Cada opción de menú o botón de órdenes tienen para él un significado y una funcionalidad. De igual modo, cada tarea a desarrollar tiene una rutina implementada en el programa para su realización.

La programación orientada a objetos permite adaptar totalmente el software al usuario ya que los objetos con que trabaja el programa son diseñados a medida para el

usuario. Así por ejemplo, en CivilCAD®2005 se trabaja con figuras como las acotaciones de armadura, que tienen las funcionalidades necesarias para que el usuario las utilice con la máxima eficacia y que pueden ser configuradas de acuerdo con la forma de trabajo habitual en su oficina.

Capítulo 3. Proyecto geométrico de un camino paso a paso.

En este capítulo se mostrarán los pasos que se deberán seguir para la integración de un proyecto geométrico de carreteras, explicando de una manera sencilla y detallada las posibles variantes que se puedan presentar durante la ejecución de cada uno de los comandos utilizados para el proceso del proyecto.

El levantamiento de terracería existente se realizó con una estación total Trimble 5600 DR 200+

3.1 Ingresar al programa.



Antes de generar curvas de nivel debe de producirse una triangulación entre los puntos (X Y Z) para que sea posible calcular por interpolación las curvas de nivel a los intervalos especificados. A continuación se describe el procedimiento para ilustrar más claramente estos conceptos.

Iniciamos CivilCAD haciendo doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono del programa.



3.2 Insertar margen.

Propósito: Seleccionar tamaño de hoja, formato y escala para determinar los límites del área de trabajo.

SECUENCIA

CivilCAD / Preparar hoja. Figura. 9

Comando: -MARGEN

A/B/C/D/E/Otros<D>:

Formato: Horizontal/Vertical<H>:

Escala 1 a <1000>:

El tamaño de hoja seleccionada puede ser A (carta), B (doble carta), C (tabloide), D (24"x36" ó 61x91cm), E (36"x48" ó 91x121cm). Se puede especificar un tamaño específico de hoja seleccionando la opción "Otros", con lo que aparece lo siguiente en la línea de comando:

Comando: Largo (en mm):

Comando: Ancho (en mm):

El margen insertado representa los límites del área de trabajo y no aparece al imprimir, es visible solo en pantalla. Los datos de plano (nombre del dibujo, fecha y hora) aparecen en la esquina inferior izquierda y se actualizan al terminar cada sesión de CivilCAD®. Esta identificación del plano se puede mover, rotar, escalar o borrar, y aparece al imprimir el plano mientras se encuentre dentro del área de trabajo. La identificación de plano es útil para localizar el dibujo más reciente consultando planos impresos.

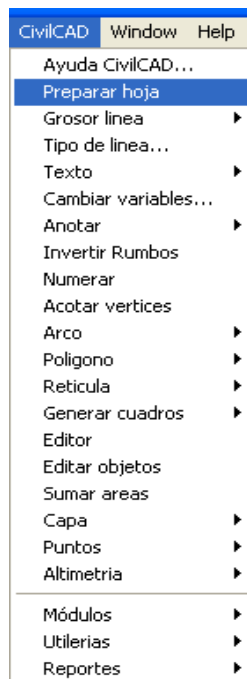


Figura 9.

Seleccione el tamaño D, escala 1: 2000. Al insertar el margen se establecen los factores de escala para conversión de altura de texto y líneas, además del área efectiva de impresión.

3.3 Importar puntos.

Propósito: Leer archivos para extraer la información necesaria y dibujarlos automáticamente en AutoCAD®.

SECUENCIA

CivilCAD / Puntos / Terreno / Importar. Figura. 10

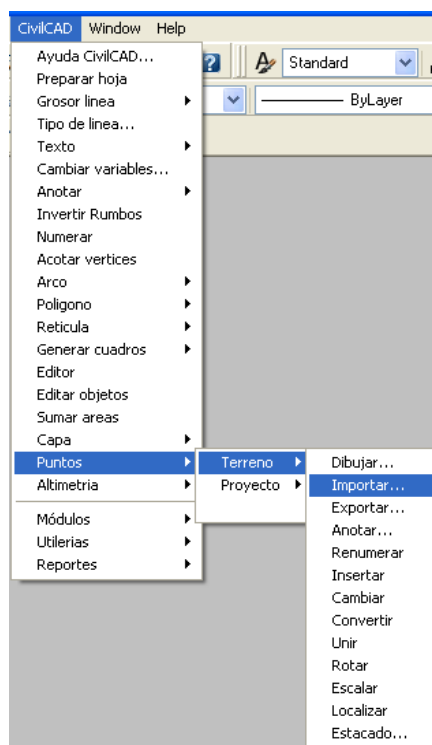


Figura 10.

Al hacerlo, aparecerá la siguiente caja de diálogo:

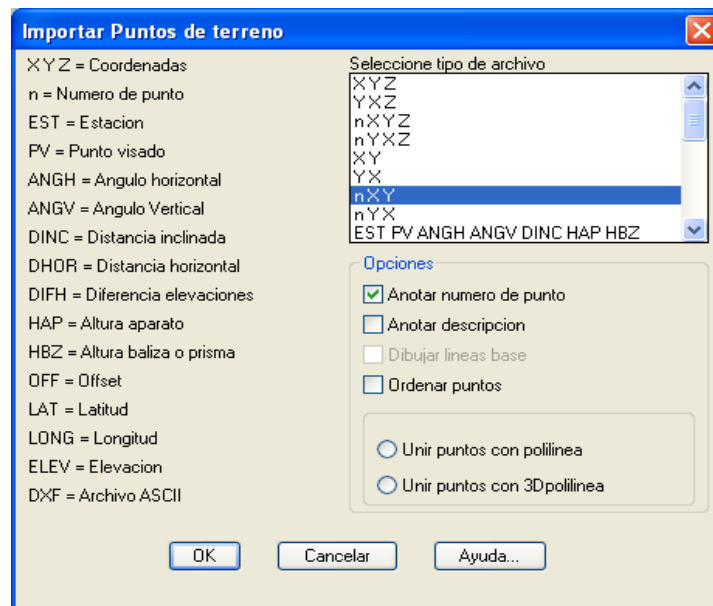


Figura 11.

En esta caja de diálogo se nos pide que seleccionemos el orden que tiene nuestro archivo de texto (TXT) y además nos da la opción de anotar el número de punto si así lo queremos o de lo contrario podemos no seleccionar la opción, también podemos activar o desactivar la opción de anotar la descripción del punto, o unir puntos con polilíneas en 2D o en 3D, además nos muestra una descripción de lo que significa cada abreviatura como DINC = Distancia inclinada etc.

Seleccione el tipo de archivo X Y Z, luego presione OK.

Al desaparecer la caja de diálogo aparecerá otra donde deberá seleccionar el nombre del archivo por ejemplo Puntos.DAT localizado en el directorio Misdocumentos\Tesina\Puntos. Después de un breve momento aparecerán los puntos dibujados en pantalla.

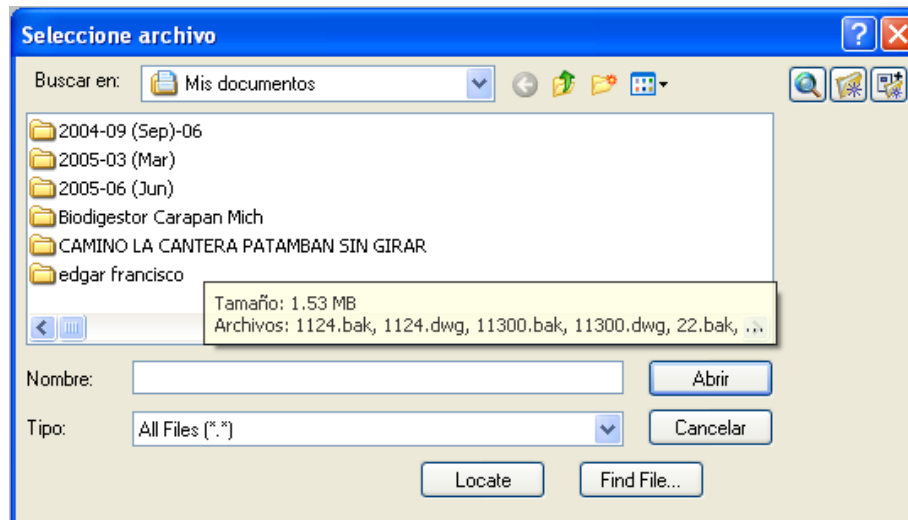


Figura 12.

3.4 Active la rutina para generar triangulación de terreno.

Propósito: Unir los puntos (XYZ) de terreno mediante triangulaciones óptimas para calcular datos por interpolación.

SECUENCIA

CivilCAD / Altimetría / Triangulación / Terreno. Figura 13.

Comando: -TRIANGT

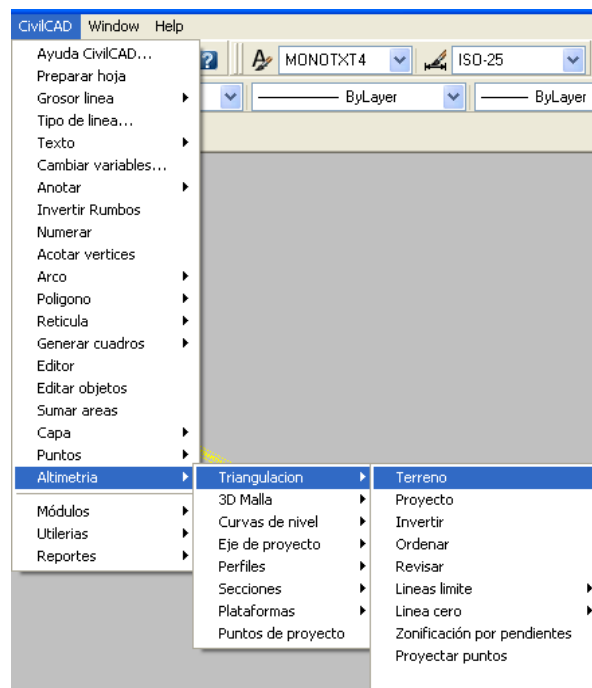


Figura 13.

Seleccione puntos/Curvas de Nivel:<P>

Aparece por defecto la opción de puntos pero se puede modificar para seleccionar curvas en caso de ser necesario.

SUGERENCIAS

- ✓ Si desea utilizar puntos producidos por otros programas, utilice la opción “Convertir puntos”.
- ✓ Puede marcar líneas límite con la rutina correspondiente para lograr representar con mayor exactitud la topografía del terreno, sobre todo en el caso de que existan taludes, muros de contención o cuencas.
- ✓ Después de generada la triangulación puede también reordenarla utilizando las rutinas “Ordenar triangulación” e “Invertir Triangulación”.
- ✓ No cambie el estilo de líneas de las triangulaciones, ya que esto puede ocasionar resultados erróneos al ejecutar algunas rutinas.
- ✓ Modifique el valor de la variable CAPTRIT si desea modificar el nombre de la capa donde se creará la triangulación de terreno.

3.5 Visualizar curvas.

Propósito: Reconocer la configuración topográfica del terreno mediante curvas de nivel temporales de distintos colores.

SECUENCIA

CivilCAD / Altimetría / Curvas de nivel / Visualizar. Figura 14.

Comando: -CURVTEM

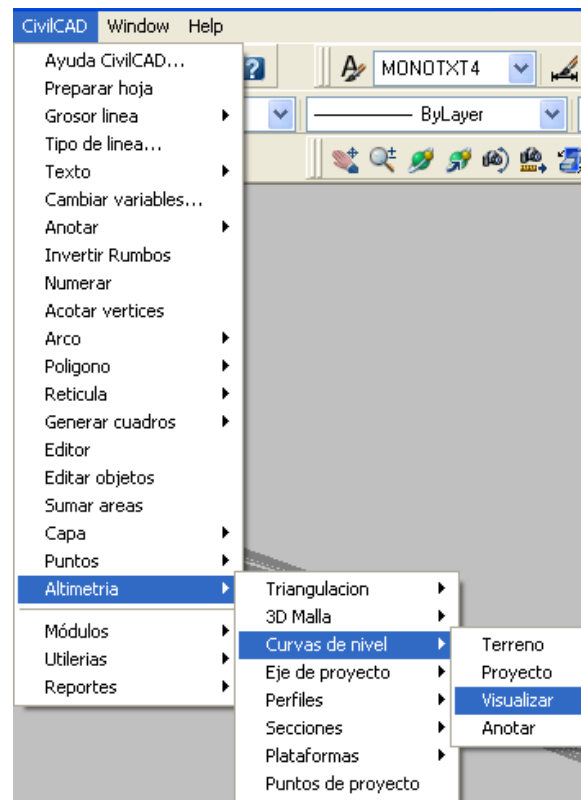


Figura 14.

Terreno/Proyecto <T>:

Si se selecciona terreno:

Seleccione triangulación de terreno:

Si se selecciona proyecto:

Seleccione triangulación de proyecto:

Intervalo de separación:

Las curvas de nivel se generarán con segmentos rectos y se dibujarán con distintos colores para identificar fácilmente la configuración del terreno. En rojo quedarán las curvas con menor elevación, con amarillo, verde y azul claro las curvas intermedias y con azul fuerte las curvas con mayor elevación. Estas curvas son temporales y desaparecerán con un redibujado de pantalla.

SUGERENCIAS

- ✓ Utilice esta rutina para revisar la triangulación de terreno o proyecto antes de generar curvas de nivel definitivas o antes de procesar perfiles, secciones y cálculo de volúmenes.
- ✓ Puede utilizar también la rutina “Altimetría-Triangulación- Revisar” para revisar la triangulación en isométrico. Generar curvas de nivel

3.6 Dibujar curvas de nivel.

Propósito: Dibujar curvas de nivel de terreno o proyecto interpolando entre triangulaciones a los intervalos especificados.

Al activar la rutina para dibujar curvas de nivel figura 15, aparecerá una caja de diálogo donde se pueden suministrar los datos necesarios figura 16.

SECUENCIA

CivilCAD / Altimetría / Curvas de nivel / Terreno. Figura 15.

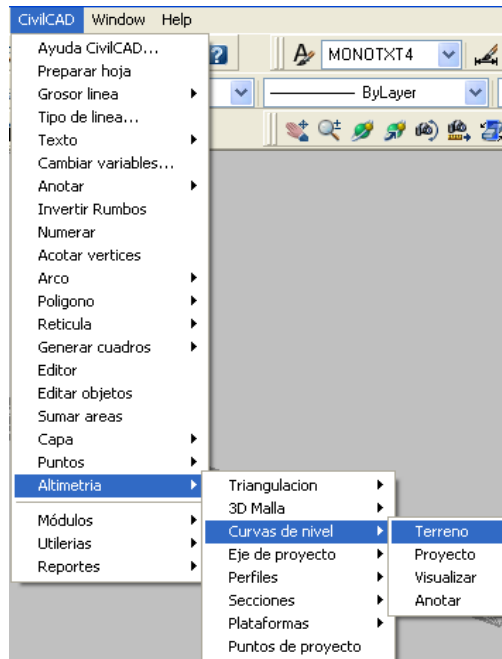


Figura 15.

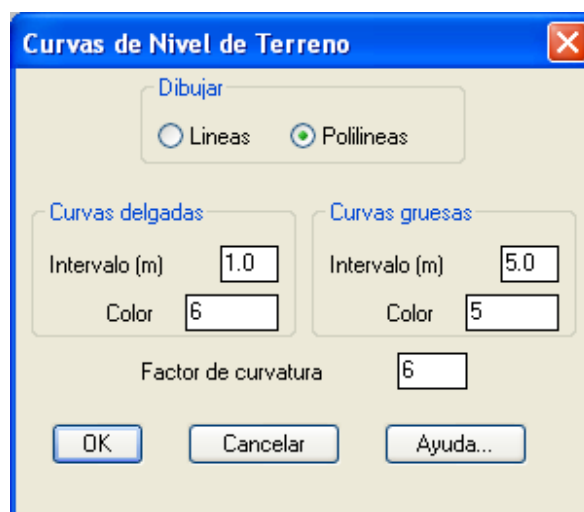


Figura 16.

Las curvas de nivel se pueden dibujar con segmentos rectos individuales (líneas) o con polilíneas, en cuyo caso es posible especificar el factor de curvatura de cada segmento, que puede ser desde 1 hasta 10.

SUGERENCIAS

- ✓ Antes de dibujar curvas de nivel de terreno o proyecto, debe existir una triangulación válida y visible entre puntos X Y Z. Para producir esta triangulación utilice la opción "Triangulación de terreno" o "Triangulación de proyecto" del menú principal. Las triangulaciones producidas por otros programas pueden utilizarse, con la única condición de que los triángulos sean 3D caras y que se encuentren en la capa indicada por las variables CAPTRIT y CAPTRIP
- ✓ Los cálculos de perfiles, secciones y volúmenes son basados en las triangulaciones, por lo que las curvas de nivel sólo se producen para información del usuario.
- ✓ Se recomienda usar el método de dibujo con líneas para reducir el tiempo de procesamiento, en especial cuando el número de puntos sea elevado o cuando la topografía del terreno sea muy accidentada.
- ✓ Se puede seleccionar la triangulación por medio de una ventana de selección sin importar incluir otros elementos, ya que el programa filtra de la selección las triangulaciones o 3D caras y no toma en cuenta los demás objetos.
- ✓ Las triangulaciones que se encuentren en las orillas se pueden borrar para limitar la extensión de las curvas de nivel.
- ✓ No es necesario seleccionar todas las triangulaciones para generar curvas de nivel.

3.7 Active la rutina correspondiente para anotar elevación en las curvas.

Propósito: Anotar elevación en curvas de nivel tomando en cuenta la dirección del segmento.

SECUENCIA

CivilCAD / Altimetría / Curvas de nivel / Anotar. Figura 17.

Comando: -ANOTCURV

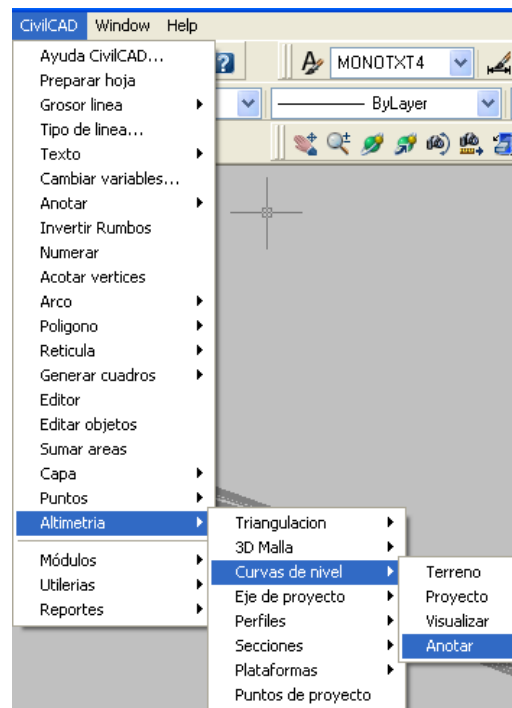


Figura 17.

Estas preguntas aparecerán en la barra de comandos

Altura de texto en mm. (2.0000):

No. de decimales<0>: Escriba el número de decimales

Anotar curvas delgadas?(S/N)<N>: Seleccione <N> para no anotar curvas delgadas o <S> Para si hacerlo.

<1er. Punto>/Punto/Deshacer: Especifique el punto inicia donde aparecerá la anotación de curvas.

2do. Punto: Especifique el punto final donde aparecerá la anotación de curvas.

SUGERENCIAS

- ✓ Para cambiar el estilo de letra y color que utiliza el programa al anotar curvas, modifique el valor de la variable ESTEX y TEXTCLR utilizando la opción “Cambiar variables” del menú.
- ✓ Defina el tamaño de texto con la rutina correspondiente antes de utilizar esta rutina para evitar números desproporcionados de acuerdo a la escala de impresión.

3.8 Trazo del eje del camino y diseño de curvas horizontales.

Lo siguiente sería trazar el eje del camino para que en función del eje el programa calcule las curvas horizontales.

Esto se hará dibujando una polilínea por donde se crea conveniente pasar el camino.

Una vez dibujada dicha polilínea procederemos a dibujar las curvas horizontales seleccionando la opción de dibujar curvas horizontales.

Propósito: Facilitar el dibujo de curvas horizontales simples y espirales de acuerdo a parámetros de proyecto como tipo de camino, grado de curvatura, velocidad y bombeo en tangente.

SECUENCIA

CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curvas / Horizontales / Dibujar. Figura 18.

Comando: -CURVHORZ

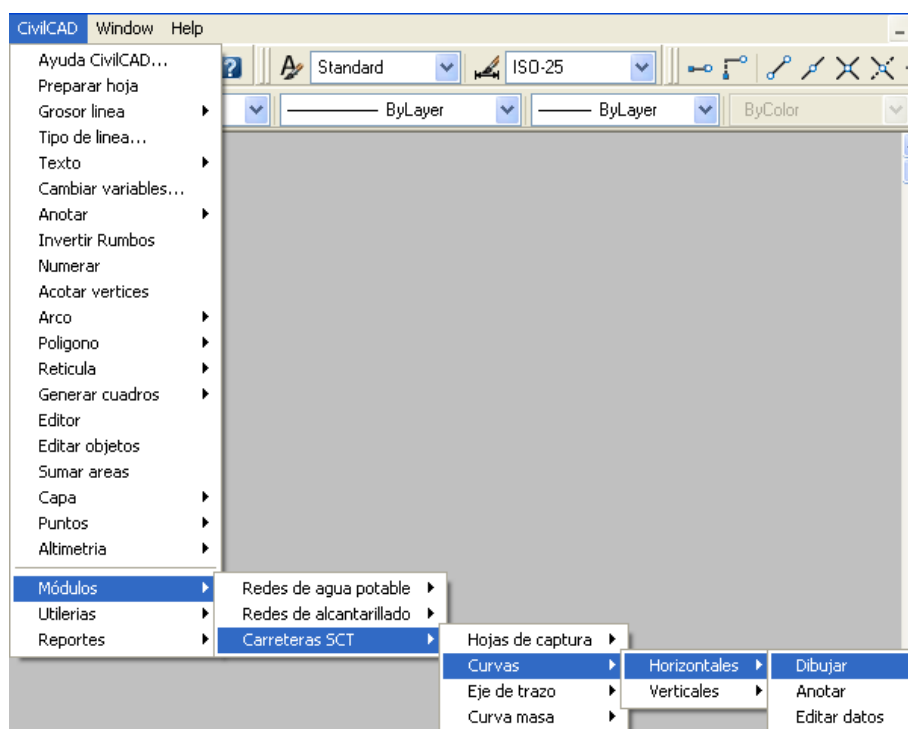


Figura 18.

Comando: Indique punto de inflexión sobre polilínea:

Al indicar un punto de inflexión sobre una polilínea existente aparecerá la siguiente caja de diálogo:

Figura 19. Caja de diálogo para diseñar curvas horizontales.

Las carreteras se clasifican de acuerdo a su tránsito diario promedio anual (TDPA) en la forma siguiente:

Clasificación de las carreteras.

TIPO A4 y A4S: Para un TDPA de cinco mil (5,000) a veinte mil (20,000) vehículos, velocidad de tránsito de 70 a 110 km/h. El tipo A4S es una carretera de cuerpos separados y A4 de un solo cuerpo.

TIPO A2: Para un TDPA de tres mil (3,000) a cinco mil (5,000) vehículos, velocidad de tránsito de 50-110 km/h.

TIPO B: Para un TDPA de mil quinientos (1,500) a tres mil (3,000) vehículos, velocidad de tránsito de 50-110 km/h.

TIPO C: Para un TDPA de quinientos (500) a mil quinientos (1,500) vehículos, velocidad de tránsito de 40-100 km/h.

TIPO D: Para un TDPA de cien (100) a quinientos (500) vehículos, velocidad de tránsito de 40-100 km/h.

TIPO E: Para un TDPA de hasta cien (100) vehículos, velocidad de tránsito de 30-70 km/h.

De acuerdo al tipo de camino seleccionado y a la velocidad, grado de curvatura y bombeo en tangente indicado se calculan los datos por reglamento como grado de curvatura, sobre elevación y sobre ancho máximo al centro y longitud de transición mínima recomendable. En caso de indicar algún dato que sea mayor al máximo o menor al mínimo admisible aparecerá una advertencia con la opción de continuar o modificar el dato incorrecto como por ejemplo:

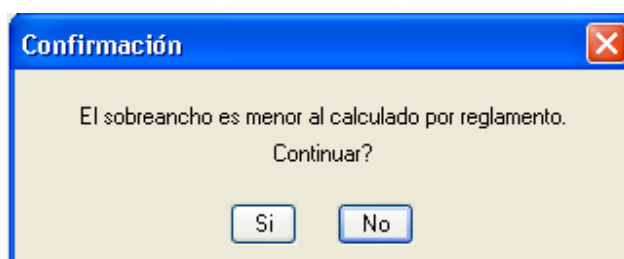


Figura 20.

En caso de curvas circulares simples puede indicarse un porcentaje de la longitud de transición fuera de la curva. En curvas espirales la longitud de transición será siempre 100% dentro de la curva, por lo que la opción de porcentaje fuera de curva se desactivará automáticamente al seleccionar la opción de generar tipo de curva espiral.

Si no es posible insertar la curva entre los dos tramos de tangente contiguos al punto de inflexión seleccionado aparecerá un mensaje indicando la distancia disponible de tramo.

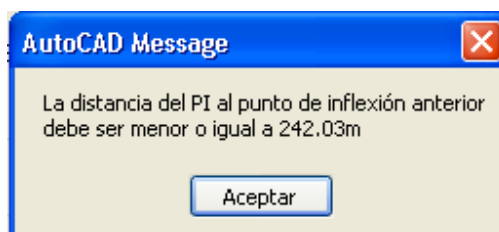


Figura 21.

Los criterios para determinar el tipo de curva que habrá de emplearse son los siguientes:

Si la sobre elevación S_c no sobrepasa el 7% deberá diseñarse una curva simple

En casos en que la sobre elevación S_c sea igual o mayor a 7% pero p sea menor a los 30 cms. deberá utilizarse curva simple

En casos en que la S_c sea mayor a 7% y p mayor a 30 cms se deberá diseñar una curva espiral.

La velocidad de proyecto debe indicarse en múltiplos de 10. En caso de que la velocidad no esté dentro del rango aceptable aparecerá un mensaje indicando la velocidad mínima y máxima recomendada de acuerdo al tipo de camino seleccionado.

SUGERENCIAS

- ✓ Ajuste el porcentaje de longitud de transición fuera de curva en curvas simples en caso de no sea posible insertar la curva con la longitud de transición completamente dentro de la curva.
- ✓ Modifique los datos de velocidad de proyecto, grado de curvatura, bombeo en tangente y longitud de transición hasta eliminar los mensajes de error o advertencia.

3.9 Anotar datos en curvas horizontales.

Propósito: Generar texto de anotación con los datos de construcción de curvas horizontales.

SECUENCIA

CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curvas horizontales / Anotar. Figura 22.

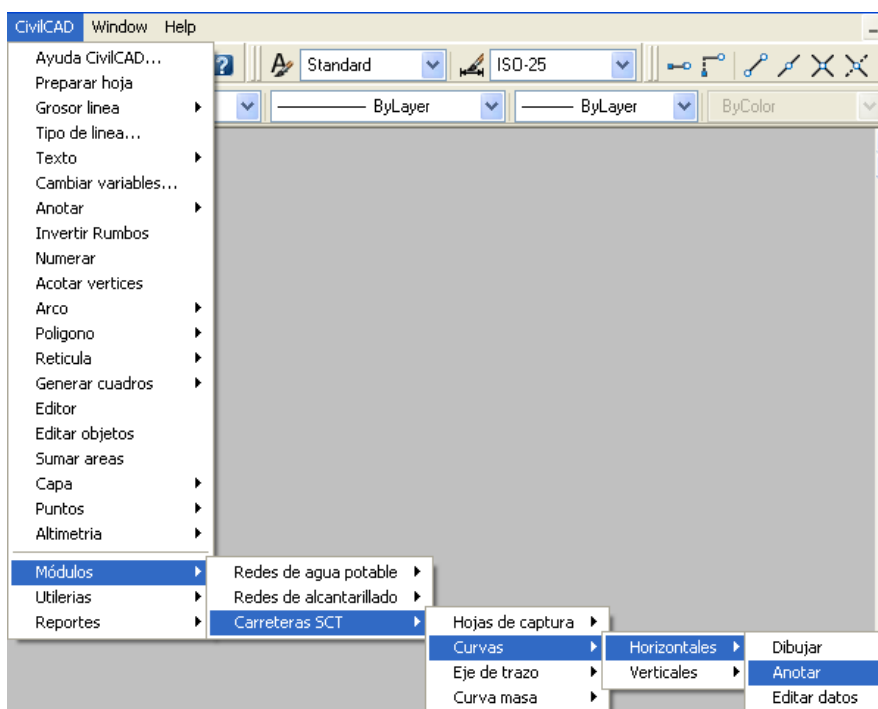


Figura 22.

Comando: -ANOTCURVH

Seleccione eje de proyecto: Aquí se debe seleccionar el eje del camino.

Nomenclatura estación inicial <0+000.000>: Pregunta que si deseamos que la estación inicial se la 0+000 o alguna otra que queramos.

Seleccione curva [ENTER para terminar]: se debe seleccionar la curva para insertar los datos.

Angulo de rotación <0>: Se debe indicar el ángulo de rotación deseado para el texto de los datos de la curva.

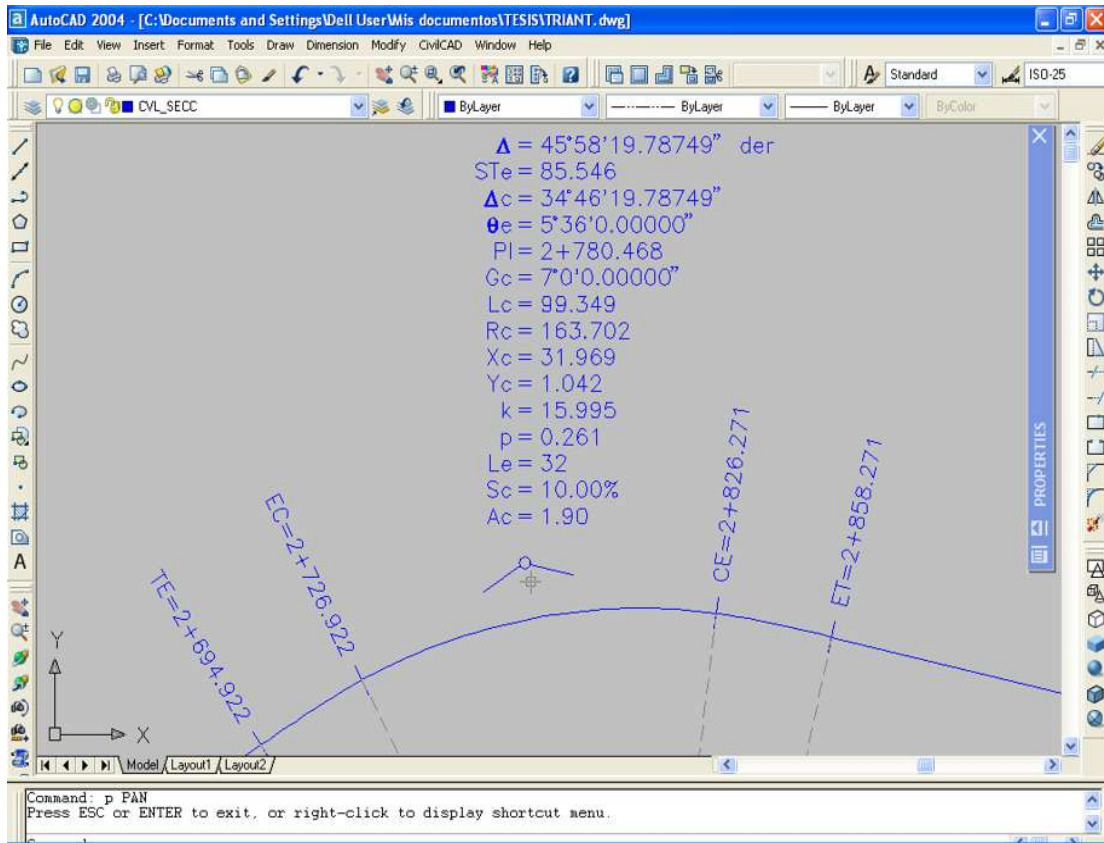


Figura 23. Datos anotados en curva espiral.

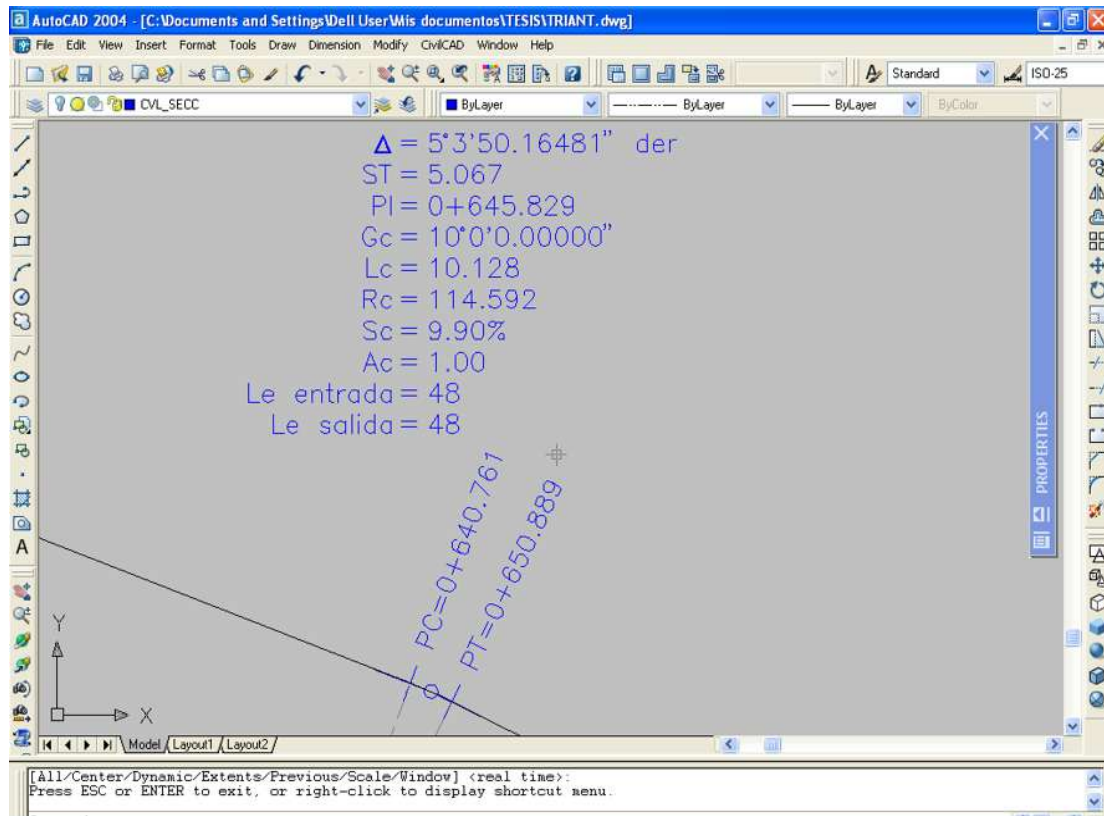


Figura 24. Datos anotados en curva simple.

SUGERENCIAS

- ✓ Para modificar el estilo de texto que utiliza esta rutina al generar anotaciones cambie el valor de la variable ESTEX de CivilCAD® con la rutina CivilCAD / Modificar variables
- ✓ Para modificar el color que utiliza esta rutina al generar anotaciones cambie el valor de la variable TEXTCLR de CivilCAD®.
- ✓ Para modificar el color que utiliza esta rutina al generar líneas y círculo cambie el valor de la variable PUNTO2 de CivilCAD®.

Perfiles y secciones

El procedimiento para generar perfiles y secciones consiste básicamente en los siguientes pasos:

- A. Marcar estaciones en el eje de proyecto, ya sea a intervalos regulares, en puntos seleccionados o por distancia a la estación inicial.
- B. Generar el perfil de terreno especificando la escala horizontal y vertical.

- C. Dibujar el perfil de proyecto y puntos de inflexión verticales para establecer las pendientes y elevaciones de rasantes.
- D. Diseñar curvas verticales de acuerdo a la distancia horizontal o a la variación de pendiente máxima admisible por tramo de 20 metros.

Al hacer lo anterior, se generan automáticamente las secciones transversales, cálculo de área y volumen de corte y terraplén, elevación de terreno y rasante en cada estación, anotar pendientes, distancias, puntos de comienzo, inflexión y terminación de curvas verticales, además de un archivo resumen con los datos obtenidos.

3.10 Marcar estaciones

Propósito: Indicar estaciones en planta a intervalos regulares, en un punto sobre el eje o a una distancia del punto inicial.

SECUENCIA

CivilCAD / Altimetría / Eje de proyecto / Marcar estaciones. Figura 25.

Comando: -ESTACION

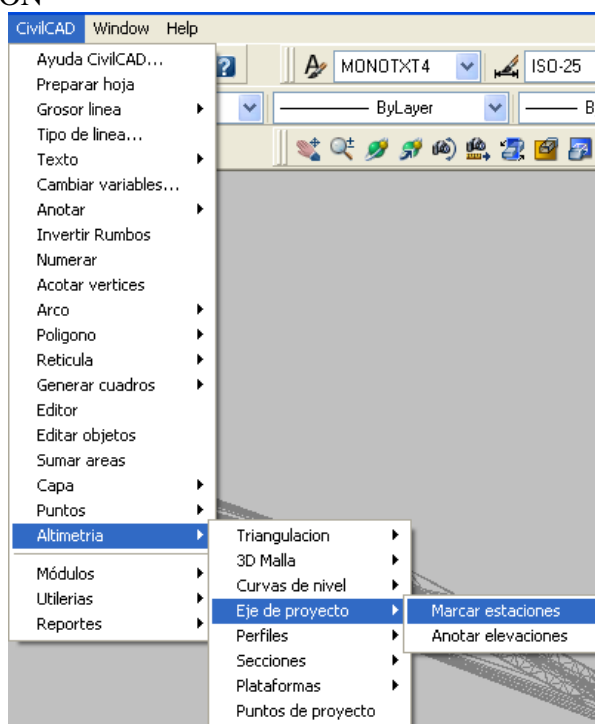


Figura 25.

Al seleccionar la ruta en la línea de comandos aparecerán las siguientes preguntas e instrucciones.

Seleccione eje de proyecto:

Nomenclatura estación inicial<0+00>: Se pide el cadenamiento que llevará la estación inicial

Longitud derechas<10.00>: Se pregunta la distancia hacia la derecha que se utilizará para tomar datos y generar secciones transversales.

Longitud izquierdas<10.00>: Se pregunta la distancia hacia la izquierda que se utilizará para tomar datos y generar secciones transversales.

Intervalo/Distancia/Punto <I>: Pregunta si el Marcado de estaciones se hará a un intervalo definido, o a una distancia específica desde el inicio del eje, o en un punto específico del eje del camino.

Si se elige Intervalo:

Intervalo entre estaciones: Se indica el intervalo entre estaciones generalmente 20 m.

Estación inicial<0+000.00>: Pregunta si la estación inicial es 0+000

Estación final<0+359.66>: Pregunta si esta de acuerdo con el cadenamamiento de la estación final.

Si se elige distancia:

Distancia a la estación inicial: Se deberá indicar la distancia a la cual se requiere la sección.

Si se elige Punto: Se deberá indicar el punto donde se requiere la seccion.

Indique punto sobre eje:

Las estaciones deben de estar marcadas antes de generar el perfil de proyecto y calcular secciones y volúmenes.

SUGERENCIAS

- ✓ Para cambiar el estilo de letra y color que utiliza el programa al anotar curvas, modifique el valor de la variable ESTEX, TEXCLR y PUNTO3 utilizando la opción “Cambiar variables” del menú.
- ✓ Defina el tamaño de texto antes de utilizar esta rutina para evitar números desproporcionados de acuerdo a la escala de impresión.

3.11 Dibujar perfil de terreno.

Propósito: Generar perfil de terreno tomando en cuenta el eje de proyecto, indicando dos puntos sobre la triangulación, manualmente o desde un archivo.

SECUENCIA

CivilCAD / Altimetría / Perfiles / Terreno / Dibujar. Figura 26.

Comando: -PERFIL

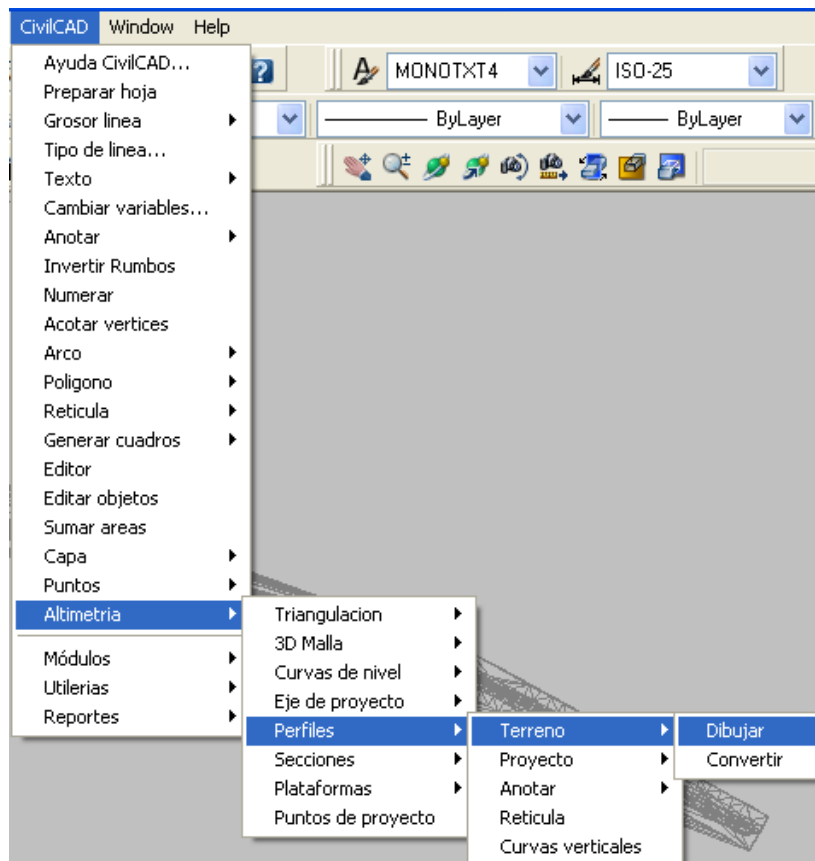


Figura 26.

Al seleccionar la ruta en la línea de comandos aparecerán las siguientes preguntas e instrucciones.

Eje/Puntos/Manual/Archivo/3dpolilínea:

Si se selecciona Eje <E> aparece la orden:

Seleccione Eje:

Si se selecciona puntos <P> aparece la orden:

1er. punto:

2do. punto:

Si se selecciona método manual: Se pedirán las elevaciones para cada cadenamamiento.

Elevación:

Si se selecciona 3dpolilínea: Se pedirá que se seleccione la polilínea en 3D

Seleccione 3dpolilínea:

Deshacer/Terminar/<Estación>:

Después hace las siguientes preguntas

Escala horizontal 1 a <1000.00>:

Escala vertical 1 a <1000.00>:

Posición:

Si se selecciona dibujar el perfil desde un archivo, este deberá tener los datos de estación-elevación por línea. Ejemplo:

0+000	125.45
0+020	126.54
0+040	129.36

Este archivo puede prepararse en cualquier procesador de texto u hoja de cálculo que pueda producir archivos de texto tipo ASCII (Notepad o Wordpad de Windows, Excel).

SUGERENCIAS

- ✓ Para cambiar el color que utilizan varias rutinas al dibujar el perfil de terreno, cambie el valor de la variable PUNTO3 utilizando la opción “Cambiar variables” del menú principal.
- ✓ Si desea cambiar el tipo de línea utilizado al dibujar perfiles, modifique el valor de la variable PERFTLIN con la opción “Cambiar variables” del menú.
- ✓ Para conocer la configuración del terreno rápidamente utilice la opción “Puntos”.
- ✓ Utilice la rutina para generar retícula en perfiles después de dibujarlos (“Altimetría-Perfiles-Retícula”).
- ✓ Si edita el perfil utilizando los comandos de AutoCAD® STRETCH(ESTIRAR), ROTATE(ROTAR), TRIM(RECORTAR), SCALE(ESCALAR) deberá actualizar la información utilizando la rutina para convertir perfil de terreno (Altimetría / Perfiles / Terreno / Convertir)

3.12 Dibujar perfil de proyecto.

Propósito: Facilitar el dibujo y diseño de perfil de proyecto tomando como referencia el perfil del terreno.

SECUENCIA

CivilCAD / Altimetría / Perfiles/Proyecto / Dibujar. Figura 27.

Comando: -PERFPRO

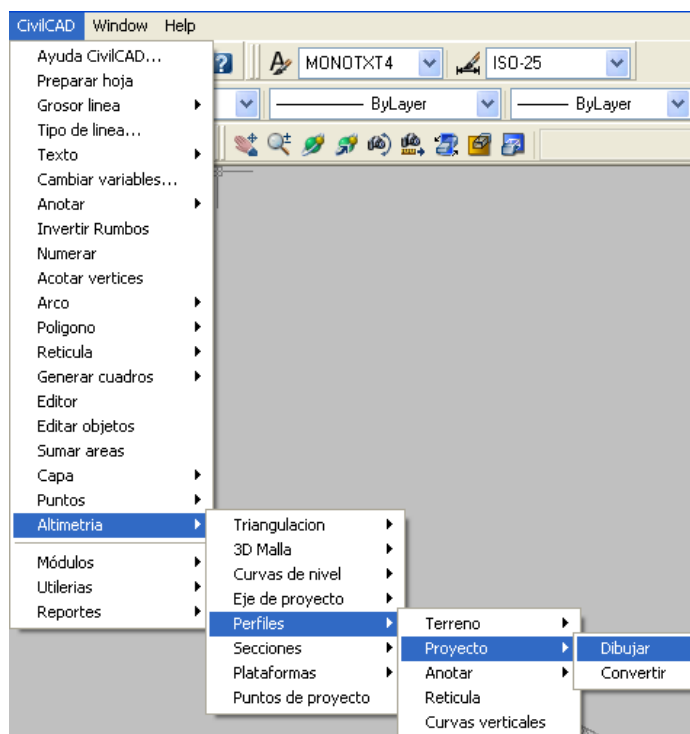


Figura 27.

Al seleccionar la ruta en la línea de comandos aparecerán las siguientes preguntas e instrucciones.

Seleccione perfil de terreno: Se debe seleccionar el perfil de terreno.

Elevación inicial <122.50>: Pregunta si la elevación es correcta, de lo contrario especifique una.

<Seleccione punto>/Estación/Pendiente:

Si se elige estación:

Estación<0+045.26>: Pregunta la estación que desee para empezar el perfil.

Elevación<122.50>: Pregunta la elevación de la estación previamente establecida.

Si se elige pendiente:

%pendiente<1.00>: Se pide especifique la pendiente deseada para el perfil.

Distancia horizontal: Expide la distancia horizontal a la que llegara el perfil

El perfil de proyecto define la elevación de las rasantes o sub-rasantes de proyecto. El programa calcula la elevación inicial y final de rasantes del perfil si ya están definidas o condicionadas, en caso contrario utiliza como referencia la elevación inicial y final del perfil de terreno.

SUGERENCIAS

- ✓ Para modificar la elevación de rasantes, mueva el perfil hacia arriba o hacia abajo, cuidando de no desfasarlo horizontalmente respecto al perfil de terreno.

- ✓ Si mueve de posición el perfil de proyecto deberá actualizar todos los perfiles de proyecto que toquen el eje correspondiente.
- ✓ Para conocer la elevación de rasantes en cualquier punto sobre el eje utilice la rutina “Anotar elevaciones” en la sección “Eje de proyecto” del menú.
- ✓ Puede consultar los datos que da el programa en cada punto de inflexión para verificar que se cumpla con los requisitos de proyecto como visibilidad, pendiente máxima admisible y otros criterios.
- ✓ Utilice la opción “Deshacer” para volver a la estación inmediata anterior en caso de cometer un error o replantear el punto de inflexión.
- ✓ Para cambiar el color con que el programa dibuja el perfil de proyecto, modifique el valor de la variable PUNTO4 con la opción “Cambiar variables” del menú.

3.13 Dibujar curvas verticales

Propósito: Dibujar curvas verticales calculando longitud horizontal y ordenadas de acuerdo a parámetros de visibilidad y rebase, así como velocidad de proyecto y tiempo de reacción del conductor.

SECUENCIA

CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curvas / Verticales. Figura 28.

Comando: -CURVERTP

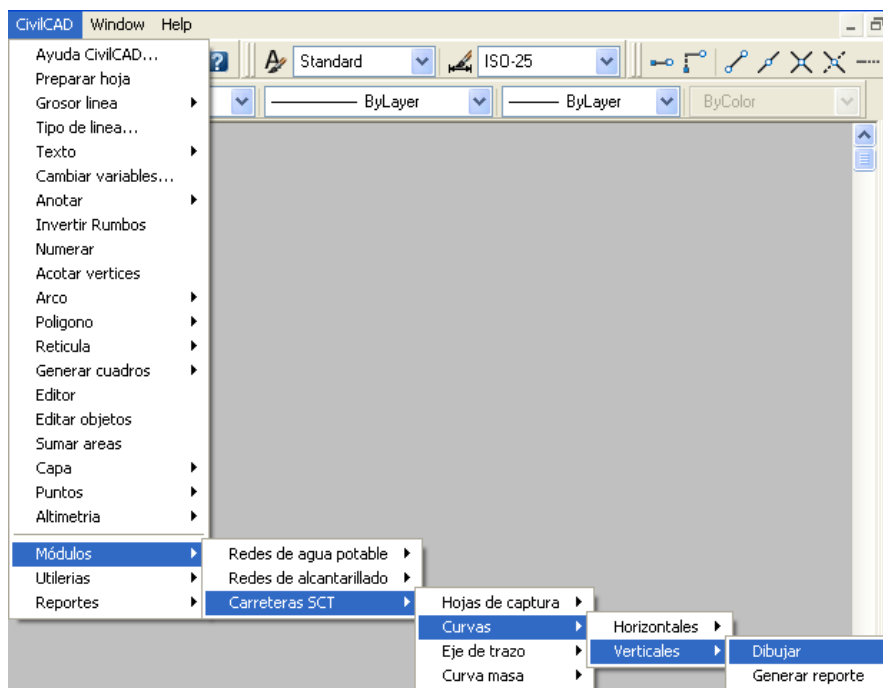
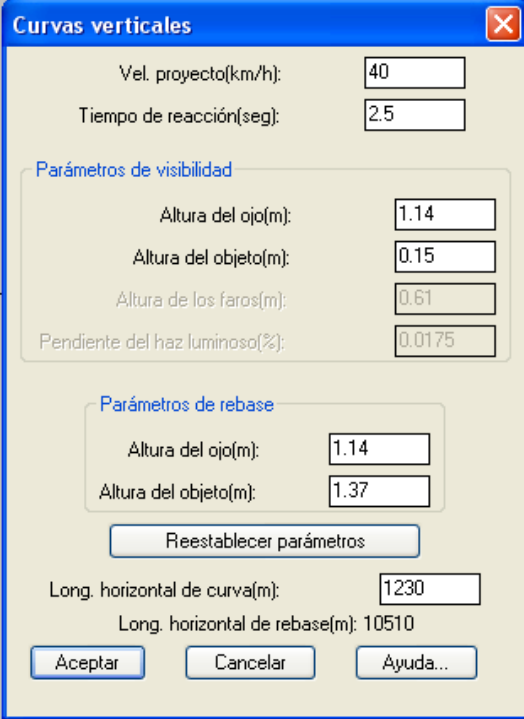


Figura 28.

Indique punto de inflexión:

Al activar esta rutina aparece la siguiente caja de diálogo:



La imagen muestra una ventana de diálogo titulada "Curvas verticales" con un botón de cerrar en la esquina superior derecha. El contenido de la ventana está organizado en secciones:

- Vel. proyecto(km/h):** 40
- Tiempo de reacción(seg):** 2.5
- Parámetros de visibilidad:**
 - Altura del ojo(m): 1.14
 - Altura del objeto(m): 0.15
 - Altura de los faros(m): 0.61
 - Pendiente del haz luminoso(%): 0.0175
- Parámetros de rebase:**
 - Altura del ojo(m): 1.14
 - Altura del objeto(m): 1.37
- Un botón "Reestablecer parámetros" centrado.
- Long. horizontal de curva(m):** 1230
- Long. horizontal de rebase(m):** 10510
- Botones "Aceptar", "Cancelar" y "Ayuda..." en la parte inferior.

Figura 28. Caja de diálogo para dibujar curvas verticales

El intervalo entre ver, oír o sentir y empezar a actuar en respuesta al estímulo de una situación de tránsito se conoce como "tiempo de reacción". El tiempo requerido para esta acción puede variar desde 0.5 segundos para situaciones simples, hasta 3 o 4 segundos para situaciones más complejas.

Los parámetros de visibilidad para una curva en cresta son la altura del ojo y la altura del objeto, para una curva en columpio son la altura de los faros y la pendiente del haz luminoso. La curva vertical en cresta es una curva vertical cuya concavidad queda hacia abajo, la curva vertical en columpio es una curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba.

La variación de la altura del ojo es función de las características, tanto de los vehículos como de los conductores. Normalmente se considera la altura del ojo sobre la superficie del camino en 1.14m y la altura del objeto en 0.15m.

La altura de los faros de un vehículo se mide desde del foco luminoso sobre la superficie del camino. En promedio se considera esta altura como de 0.61m, aunque puede variar de acuerdo al tipo y características de los vehículos que transiten por la vialidad.

La pendiente del haz luminoso es el ángulo máximo que forman los rayos de luz de los faros con el eje longitudinal del vehículo.

En curvas verticales en cresta se consideran los parámetros de visibilidad de altura del ojo y altura del objeto. Cuando la curva vertical es en columpio se toman en cuenta los parámetros de visibilidad de altura de los faros y la pendiente del haz luminoso.

La distancia de visibilidad de rebase es la distancia mínima necesaria para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciar la maniobra. Para los valores de los parámetros de rebase normalmente se considera la altura del ojo en 1.14m y la altura del objeto en 1.37m.

SUGERENCIAS

- ✓ Si modifica algún valor y desea volver a los valores recomendados de los parámetros seleccione el botón “Reestablecer parámetros”.
- ✓ La velocidad de proyecto deberá estar dentro del rango recomendado para el tipo de camino que se esté diseñando. Las carreteras se clasifican de acuerdo a su tránsito diario promedio anual (TDPA, revisar la lista correspondiente en el paso 2.8 trazo del eje del camino y diseño de curvas horizontales.)

3.14 Dibujar secciones y calcular volúmenes.

Propósito: Calcular elevación de terreno y rasantes, volúmenes y áreas de terraplén y corte en cada estación definida sobre el eje de proyecto tomando en cuenta el perfil de terreno y proyecto en cada estación.

SECUENCIA

CivilCAD / Altimetría / Secciones / Volúmenes / Procesar eje. Fig.29

Comando: -SECVOL

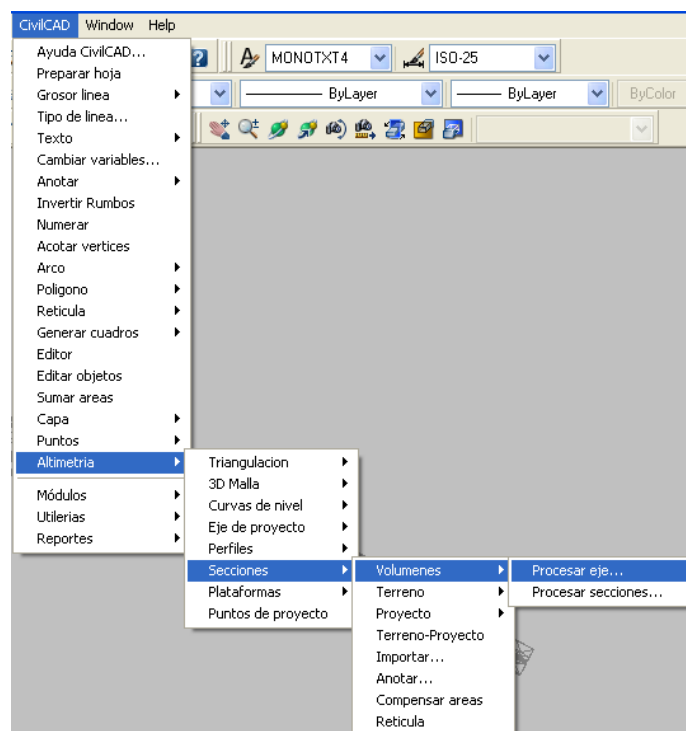


Figura 29.

Al seleccionar la ruta en la línea de comandos aparecerá la siguiente instrucción.

Seleccione perfil de terreno: Se deberá seleccionar el perfil de terreno regularmente de color amarillo.

El perfil de terreno y proyecto deben ser creados con las rutinas correspondientes para que el programa los reconozca.

Al activar la rutina para calcular secciones y volúmenes, aparece una caja de diálogo donde pueden suministrarse los datos de proyecto y elegir las opciones apropiadas, además de definir la sección transversal tipo (Fig.22).

Antes de calcular secciones y volúmenes debe existir una triangulación válida y visible entre los puntos XYZ, estar definido el eje en planta con las estaciones marcadas además del perfil de terreno y proyecto.

Para indicar las estaciones en el eje utilice la opción "Marcar estaciones" del menú principal. El eje debe convertirse en poli línea con el comando PEDIT opción JOIN (UNIR) de AutoCAD® antes de procesarlo.

Una vez definidas las estaciones se procede a obtener el perfil de terreno y proyecto con las rutinas correspondientes. Las curvas verticales se pueden indicar en el perfil de proyecto antes de usar esta rutina especificando la distancia horizontal de curva o la variación de pendiente máxima admisible por tramo de 20 metros. Si se encuentra activado

el módulo opcional de carreteras SCT se pueden diseñar curvas verticales especificando valores de velocidad, tiempo de reacción, parámetros de visibilidad y rebase.

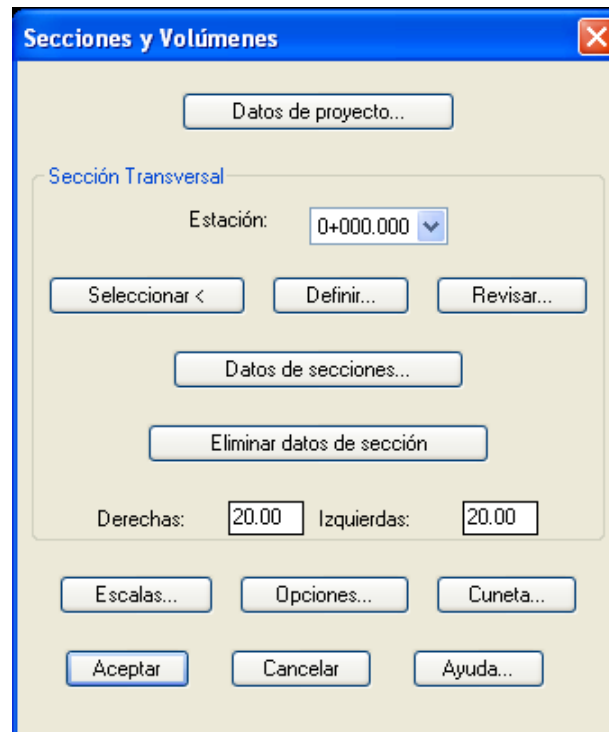


Figura 30.

La sección transversal de proyecto se puede indicar seleccionando una polilínea ya dibujada y su punto de inserción central o definiendo los valores de los elementos que la componen en la caja de diálogo correspondiente.

En el editor de secciones aparece una franja color gris sobre fondo blanco. Esta franja indica el tramo de sección seleccionado. La distancia que se indica es horizontal en metros, en caso de tramos verticales deberá indicarse una distancia horizontal de 0 (cero) y el desnivel requerido en metros (positivo hacia arriba y negativo en caso contrario). Para dibujar el tramo con los datos especificados deberá seleccionarse el botón “Añadir tramo”.

Si la opción de “Sección simétrica” se encuentra activada se dibujará el tramo a la derecha e izquierda del centro de sección como en proyección de espejo. Si desea ver con más detalle la sección puede seleccionar la barra de Acercamiento o Relación de Escalas para ampliar o reducir la sección y alterar las escalas. Las pendientes se indican en porcentaje siendo positivas hacia arriba y negativas hacia abajo tomando como referencia el centro de sección. Debe tenerse cuidado en especificar correctamente el valor de la pendiente. Por ejemplo, para especificar una pendiente del 2% de escribirse 2 o 2.0 en la casilla correspondiente, siendo incorrecto escribir 0.02 ya que el programa divide la cantidad entre 100 para convertir el porcentaje en decimales. Debe definirse la sección en la estación inicial y en las estaciones donde empieza y termina de cambiar la sección. No es necesario definir secciones en cada estación ya que el programa calcula por interpolación las secciones intermedias. Si sólo se define la sección de proyecto en la estación inicial,

esta se toma como sección tipo para procesar en las demás estaciones a lo largo del eje de proyecto. Figura 31.

Debe definirse la sección en la estación inicial y en las estaciones donde empieza y termina de cambiar la sección. No es necesario definir secciones en cada estación ya que el programa calcula por interpolación las secciones intermedias. Si sólo se define la sección de proyecto en la estación inicial, esta se toma como sección tipo para procesar en las demás estaciones a lo largo del eje de proyecto.

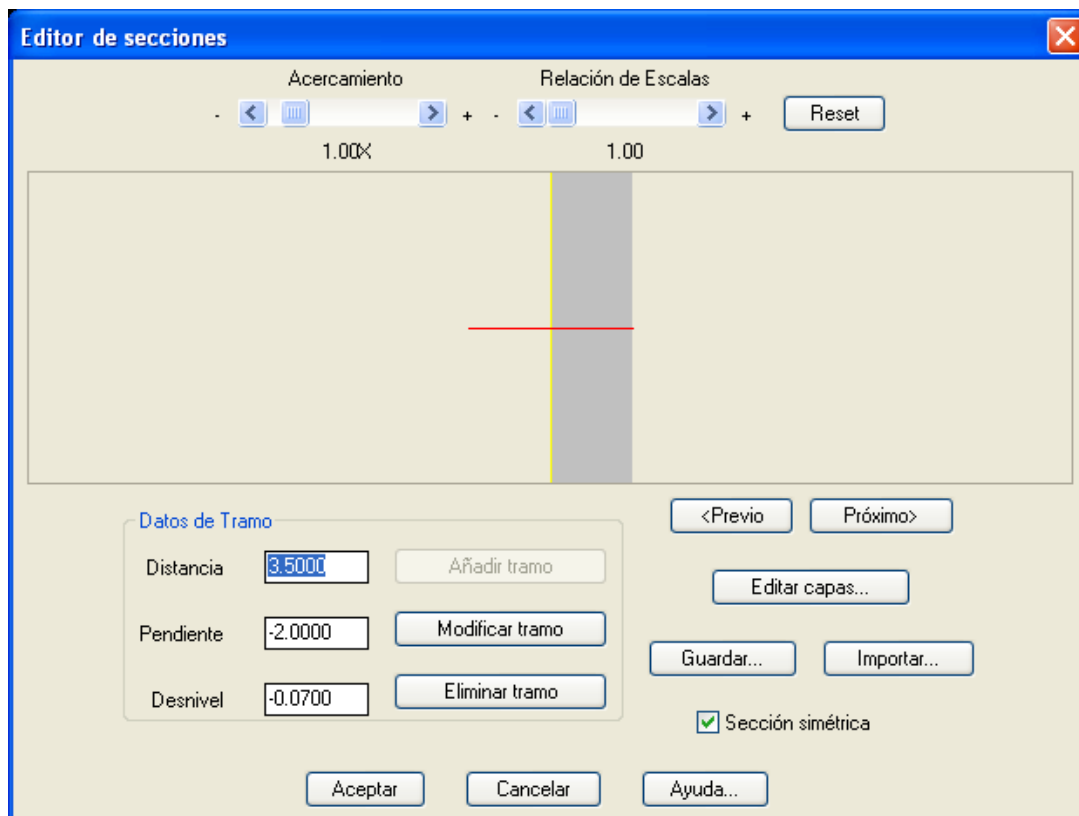


Figura 31.

Al seleccionar el botón “Editar capas...” aparece la siguiente caja de diálogo:

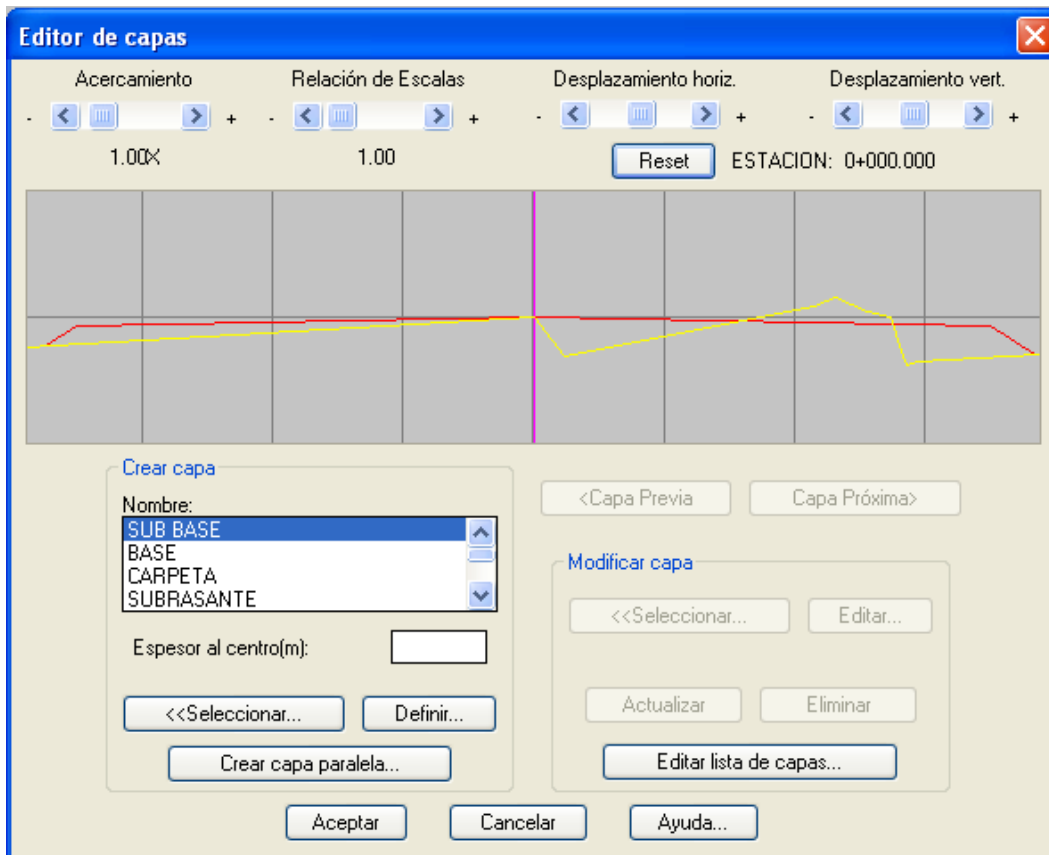


Figura 32.

Se pueden diseñar capas seleccionando una polilínea previamente dibujada, utilizando el editor de secciones o creando capas paralelas a la última sección dibujada. Las condiciones que deben cumplirse al diseñar capas o elementos de sección son las siguientes:

Ningún tramo de capa debe cruzar a la capa anterior

En caso de que se diseñen varias secciones tipo debe mantenerse el orden en que fueron creadas las capas en cada sección.

La línea de centro de sección debe intersectar a cada capa.

Si se desea modificar el grosor de alguna capa definida deberá seleccionarse de la lista, especificar el nuevo grosor y seleccionar el botón “Actualizar”. También es posible modificar la sección que define la capa seleccionando una polilínea ya dibujada o utilizando el editor de secciones.

Si se selecciona la opción “Crear capa paralela...” aparece la siguiente caja de diálogo:

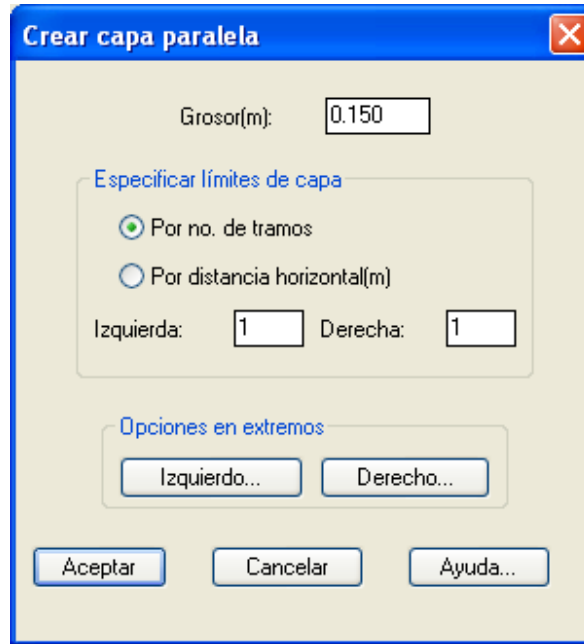


Figura 33.

El límite de extensión de capa paralela puede especificarse por número de tramos o por distancia horizontal hacia la derecha e izquierda.

El grosor es calculado en dirección perpendicular a cada tramo. En los extremos de capa pueden dibujarse líneas de cierre a cierta inclinación indicando el talud (relación distancia horizontal/vertical). Estas líneas pueden proyectarse desde el extremo de la capa original o paralela.

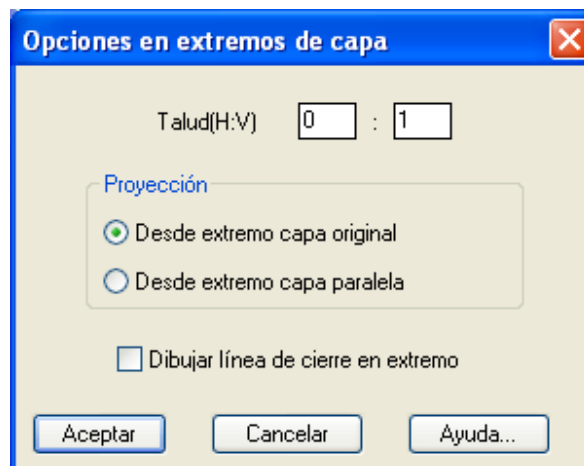


Figura 34.

Puede darse de alta información de nuevas capas en la lista seleccionando el botón “Editar lista de capas” o “Agregar capa.” en el editor de capas. Al seleccionar cualquiera de estas opciones aparece la siguiente caja de diálogo:

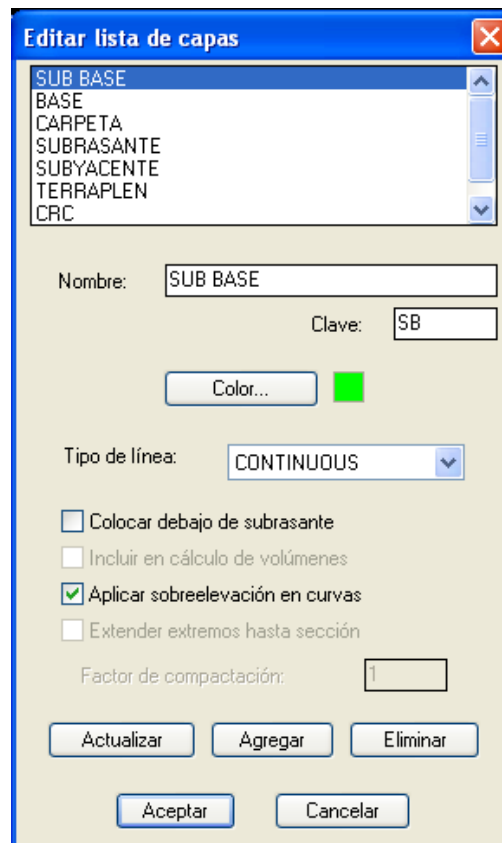


Figura 35.

En esta caja de diálogo pueden editarse datos de capas existentes o darse de alta nuevas capas indicando un nombre de capa nuevo que no se encuentre en la lista.

La clave de capa se utiliza para identificar a la capa en los reportes de volúmenes.

El color con que se dibujará la capa se puede indicar seleccionando el botón “Color...” con lo cual aparecerá una caja de diálogo de selección donde se seleccionará directamente el color o se indicará el número de color deseado.

El tipo de línea con que se dibujará la capa se puede seleccionar de la lista expandible.

Las opciones de capas que se pueden seleccionar son las siguientes:

- a) Colocar debajo de subrasante. Esto se ha implementado para poder diseñar capas de sustitución debajo de la subrasante de proyecto.
- b) Incluir en cálculo de volúmenes. Esta opción se puede desactivar en caso de que para conformar la capa se utilice material ajeno al sitio de excavación y por tal razón no deba tomarse en cuenta para el cálculo de volúmenes de corte y terraplén.

c) Aplicar sobre elevación en curvas. Si existen curvas horizontales definidas con el módulo opcional de carreteras SCT se modificarán las secciones tipo y capas que se encuentren en estaciones dentro de curvas horizontales aplicando sobre elevaciones y sobre anchos.

d) Extender extremos hasta sección. Esta opción se aplica a capas que queden debajo de la subrasante para extender los extremos de los tramos inicial y final de la capa hasta tocar taludes en terraplén.

El factor de compactación de la capa se anotará en la parte inferior del perfil de terreno-proyecto para indicar intervalos de estaciones con el mismo factor de compactación.

En caso de modificar cualquier dato de capa deberá seleccionarse el botón “Actualizar” para que los cambios queden registrados.

Si se indica un nombre de capa nuevo deberán indicarse los datos de la nueva capa y seleccionar el botón “Agregar”.

Si se requiere se pueden eliminar los datos de alguna capa que no se vaya a utilizar seleccionando el botón “Eliminar”.

Volviendo a la caja de diálogo inicial principal, las longitudes de derechas e izquierdas son las distancias que son tomadas en cuenta para procesar cada estación tomando como referencia el eje central. En caso de la sección transversal no intercepte el perfil de terreno en alguna estación, se deben aumentar estas distancias.

Al seleccionar el botón “Revisar” aparece una caja de diálogo donde se podrá ver la geometría de la sección transversal de proyecto por cada estación. En caso de que se hayan diseñado secciones tipo diferentes en algunas estaciones se podrá revisar como se produce la transformación en estaciones intermedias. Si existen curvas horizontales diseñadas con el módulo opcional de carreteras SCT se podrá apreciar las sobre elevaciones y sobre anchos en secciones tipo y capas que se encuentren en estaciones dentro de curvas horizontales.

Puede utilizarse las barras superiores para aumentar o reducir la imagen, desplazarla o alterar la relación de escalas para hacer más visible la sección. Si se especifica un grosor de despalme diferente a cero aparecerán indicados con línea gris claro en la gráfica. Si se diseñan capas de sección estas aparecerán en color verde. La sección de terreno y proyecto aparecerán con color amarillo y rojo respectivamente.

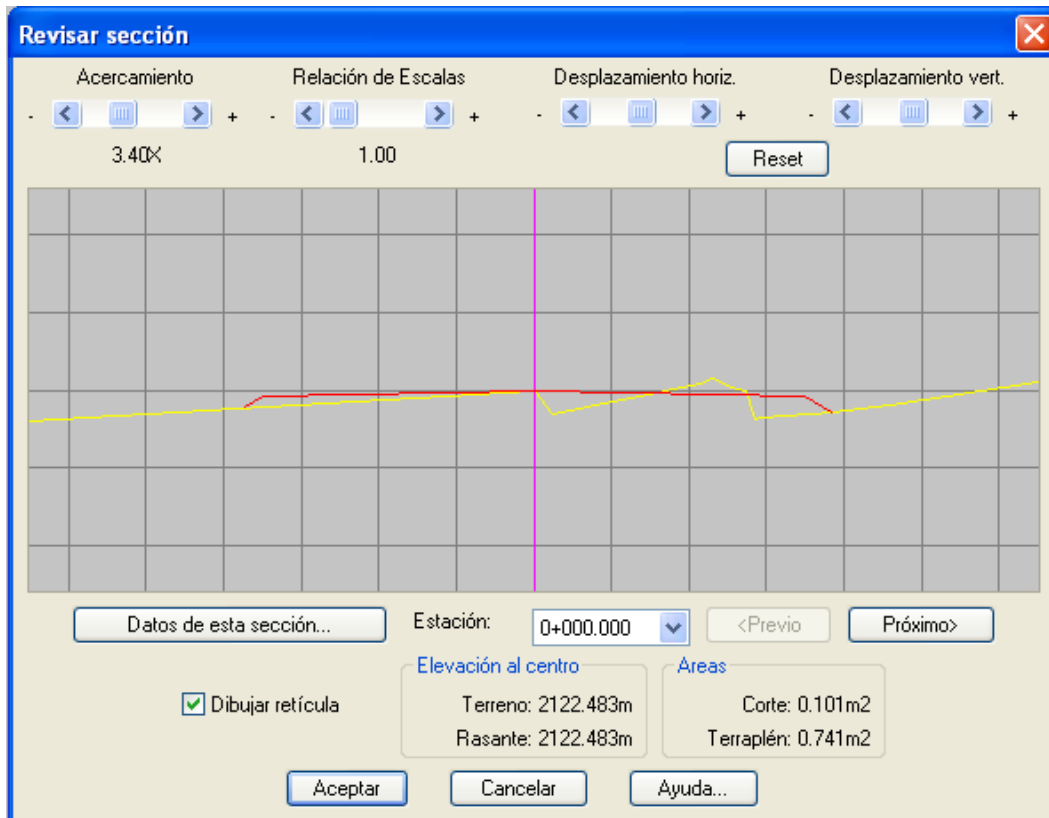


Figura 36.

Se pueden indicar datos de taludes y espesores de despalme en corte y terraplén en cada sección o en forma global seleccionando la opción “Aplicar datos a todas la secciones”.

Seleccionando el botón “Cuneta” aparece otra caja de diálogo. Figura 37.

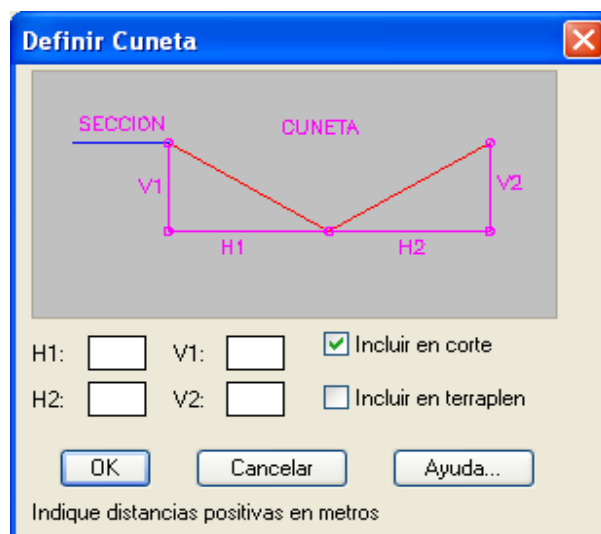


Figura 37.

En esta caja de diálogo deben indicarse las distancias horizontales y verticales para establecer las pendientes de los lados de la cuneta. Estas distancias deben ser en metros y con valores positivos. También debe indicarse si se desea cuneta en corte y/o terraplén. El programa automáticamente invierte la cuneta para insertarla en el otro extremo de la sección cuando sea necesario.

El factor de abundamiento es el porcentaje de aumento de volumen que se produce al realizar cortes en el terreno. Este factor se toma en cuenta al calcular la suma total y parcial de volumen de corte y terraplén en cada estación y las ordenadas de la curva masa.

Las escalas de perfiles y secciones se pueden especificar en la caja de dialogo correspondiente. Para definir la escala del perfil se indica la escala horizontal con lo que se recalcula automáticamente la escala vertical de acuerdo a la relación de escalas definida al dibujar el perfil de terreno. La altura de texto y títulos se calculará de acuerdo a las escalas indicadas y la altura especificada en milímetros. Figura 38.

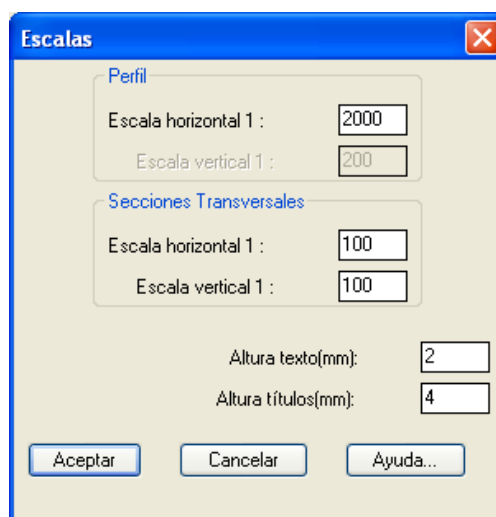


Figura 38.

Seleccionando el botón "Opciones" aparecerá la caja de diálogo de la figura 39 y ahí se puede indicar si se desea que se dibujen las retículas en perfiles y secciones, anotar rasantes en planta, dibujar secciones y generar un archivo resumen con los datos calculados. Con la opción "Editar título" se puede modificar el encabezado que aparecerá en la hoja de reporte figura 40, y seleccionando el botón "Formato..." se puede especificar el numero de líneas por hoja, margen izquierdo y si se desea imprimir el archivo al terminar, incluir encabezado, nombre de archivo, numero de página fecha y hora Figura 41.

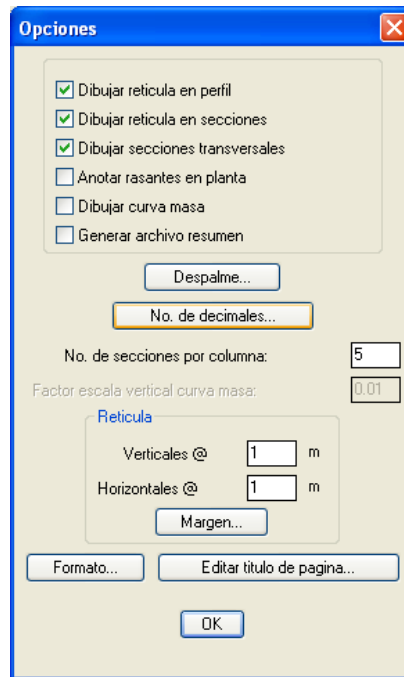


Figura 39.

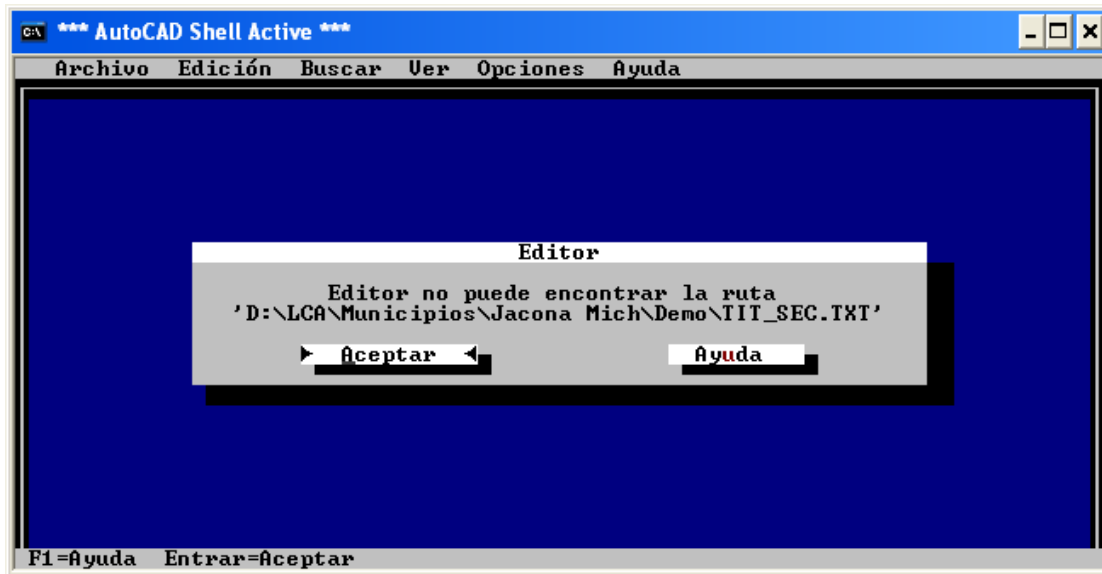


Figura 40.

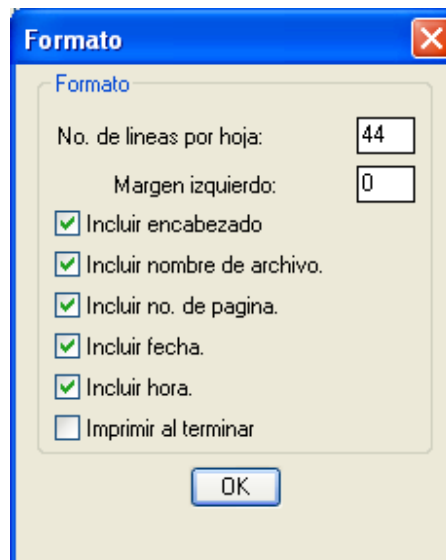


Figura 41.

SUGERENCIAS

- ✓ Se recomienda situar el perfil de terreno y proyecto en la parte derecha del dibujo, en una zona donde no se encuentren elementos ya dibujados.
- ✓ Para generar secciones de rasantes o sub-rasantes utilizando el mismo perfil de proyecto este se puede mover hacia arriba o hacia abajo modificándose así la elevación en cada estación.
- ✓ **NOTA IMPORTANTE:** Revise que las secciones de proyecto intersecten el perfil de terreno en cada estación para obtener datos correctos de áreas y volúmenes de corte y terraplén. Si no se intersectan deberá aumentar la longitud de derechas e izquierdas o rediseñar el perfil de proyecto. Para verificar que todas las secciones intersecten el perfil de terreno, realice una corrida rápida del programa dejando activada solamente la opción "Dibujar secciones transversales". Luego de revisar y aprobar los valores y secciones resultantes, borre las secciones y vuelva a correr el programa con todas las opciones necesarias activadas.
- ✓ El perfil y las secciones deben de imprimirse a la escala indicada para que correspondan las medidas con el escalímetro. En caso de que se impriman las secciones y el perfil juntos, se deben aumentar o reducir de acuerdo a la escala de impresión del plano. Por ejemplo, si el plano va a ser impreso a escala 1:1000 y la escala de las secciones es 1:100, estas deben ser aumentadas 10 veces para que correspondan con el escalímetro.
- ✓ Si desea cambiar el estilo de texto para números y títulos, modifique el valor de las variables ESTEX y ESTIT con la opción "Cambiar variables" del menú.

- ✓ Defina los valores de las variables PUNTO1 a PUNTO4 para que los colores de líneas correspondan al esquema que utiliza al imprimir los planos.

3.15 Dibujar el cuadro de construcción del eje de trazo.

Propósito: Generar en AutoCAD® un cuadro de construcción con datos de curvas horizontales y puntos de inflexión seleccionando un eje de trazo.

SECUENCIA

CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Eje de trazo / Cuadro de construcción. Figura 42.

Comando: -CUADCONEJE

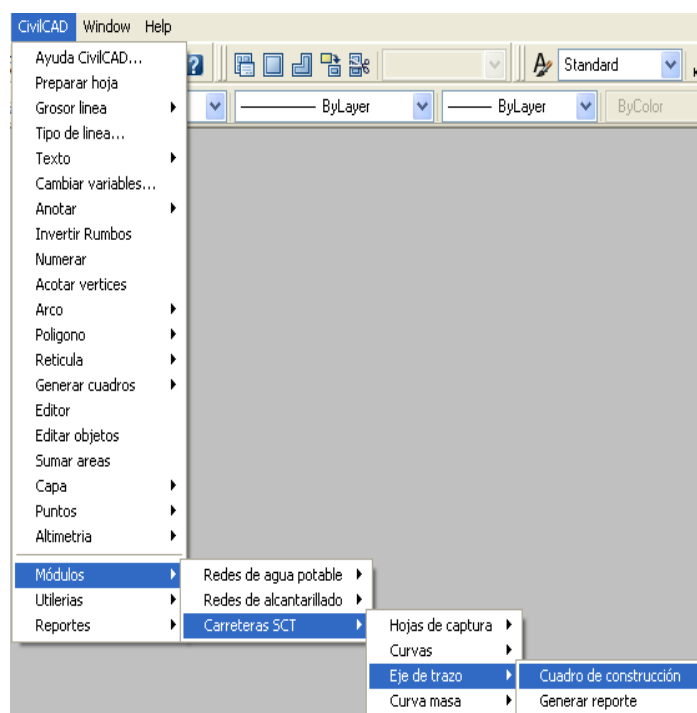


Figura 42.

Al seleccionar la ruta en la línea de comandos aparecerá la siguiente instrucción.

Seleccione eje de proyecto: Se tendrá que seleccionar el eje de proyecto haciendo un clic con el botón izquierdo del ratón.

Coordenada inicial X <4477.6814>: Hacemos un clic con el botón derecho del ratón para aceptar las coordenadas o un enter.

Coordenada inicial Y <916.7129>: Hacemos un clic con el botón derecho del ratón para aceptar las coordenadas o un enter.

Punto de inserción: Se buscara un lugar adecuado para la ubicación del cuadro de construcción.

CUADRO DE CONSTRUCCION DE EJE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				PST=0+000.000	4,462.0163	5,204.8597
PST=0+000.000	PC=0+640.761	S 69°13'25.86340" E	640.762	PC=0+640.761	5,061.1115	4,977.5701
PC=0+640.761	PT=0+650.889	S 66°41'30.78100" E $\Delta = 5'3''50.16481''$ der Rc = 114.592	Lo = 10.125 ST = 5.067	PT=0+650.889 PI=0+645.829	5,070.4098 5,065.8492	4,973.5640 4,975.7726
PT=0+650.889	PC=1+135.406	S 64°09'35.69859" E	484.517	PC=1+135.406	5,506.4820	4,762.3820
PC=1+135.406	PT=1+172.588	S 76°14'38.50908" E $\Delta = 24'10''5.62098''$ izq Rc = 88.147	Lo = 36.907 ST = 18.872	PT=1+172.588 PI=1+154.278	5,542.3302 5,523.4667	4,753.6060 4,754.1566
PT=1+172.588	PI=1+408.912	S 88°19'41.31957" E	238.323	PI=1+408.912	5,778.5531	4,746.7112
PI=1+408.912	PST=2+002.981	S 61°12'09.71442" E $\Delta = 27'7''31.60517''$ der	594.069	PST=2+002.981	6,299.1532	4,460.5408
LONGITUD = 2,002.981m						

Figura 43

SUGERENCIAS

- ✓ Las coordenadas iniciales indican las coordenadas reales del punto de inicio de la polilínea de eje de trazo. Puede indicar coordenadas de inicio diferentes para evitar coordenadas negativas.
- ✓ Si utiliza la rutina para editar datos de curvas o modifica el eje de trazo deberá volver a generar el cuadro de construcción para actualizar los cambios.
- ✓ Deberá insertar las curvas horizontales necesarias con la rutina de dibujar curvas horizontales para que esta rutina las reconozca y puedan desplegarse los datos de curva en el cuadro. Las curvas horizontales que no hayan sido creadas con la rutina de dibujar curvas horizontales serán consideradas como rectas tangentes..

3.16 Curva masa y línea compensadora.

Descripción de la curva masa

La curva masa es una gráfica que representa la suma algebraica de los volúmenes de terraplén y corte, estos últimos afectados por el coeficiente de abundamiento, considerados desde el origen de la curva hasta una estación determinada. Las principales propiedades del diagrama de masas son las siguientes:

- ✓ El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario.
- ✓ Cuando después de un tramo ascendente en el que predominan los volúmenes de corte, se llega a un punto del diagrama en el cual empiezan a preponderar los volúmenes de terraplén, se dice que se forma un máximo.
- ✓ La diferencia entre las ordenadas de la curva masa, en dos puntos cualesquiera P y T, expresa un volumen U que es igual a la suma algebraica de todos los volúmenes

de corte, positivos, con todos los volúmenes de terraplén, negativos, comprendidos en el tramo limitado por esos dos puntos.

- ✓ Si en un diagrama de masas se dibuja un línea horizontal en tal forma que los corte en dos puntos consecutivos, éstos tendrán la misma ordenada y por consecuencia, en el tramo comprendido entre ellos serán iguales los volúmenes de corte y los volúmenes de terraplén.
- ✓ Cuando en un tramo compensado el contorno cerrado que origina el diagrama de masas y la compensadora queda arriba de ésta, el sentido del acarreo es hacia delante.
- ✓ Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan los acarreos.
- ✓ Generar en AutoCAD® un cuadro de construcción con datos de curvas horizontales y puntos de inflexión seleccionando un eje de trazo.

Dibujar línea compensadora

Propósito: Trazar una línea horizontal que intersecte al diagrama de curva masa en dos o más puntos consecutivos para posteriormente calcular sobreacarreos, préstamos y desperdicios.

SECUENCIA:

CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curva masa / Línea compensadora / Dibujar.
Figura 44.

Comando: -LINCOMP

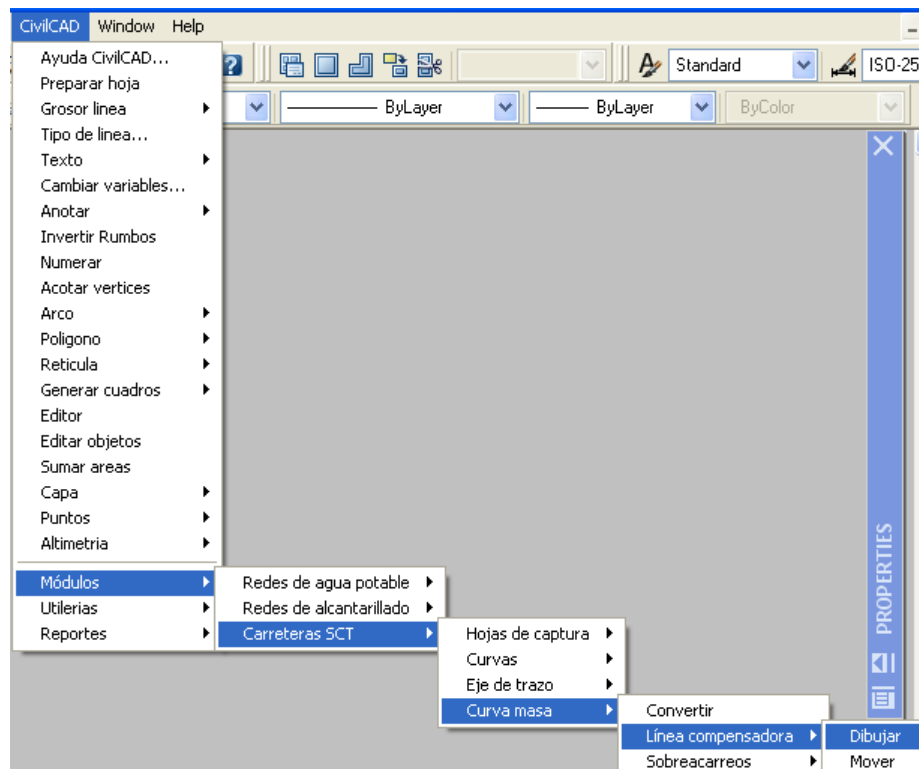


Figura 44.

Seleccione curva masa: Se deberá seleccionar la curva masa, si aun no se ha creado de puede convertir con la opción correspondiente.

Punto inicial[ENTER para terminar]: Se seleccionara el lado izquierdo de la cresta o del columpio en la parte de la curva masa que se va a compensar.

Punto final: Se seleccionara el lado derecho de la cresta o del columpio en la parte de la curva masa que se va a compensar.

SUGERENCIAS

- ✓ Para cambiar el color que utiliza esta rutina al dibujar la línea compensadora, modifique el valor de la variable PUNTO2 de CivilCAD® con la rutina CivilCAD / Cambiar variables.
- ✓ Se recomienda trazar una sola compensadora general que corte el mayor número de veces al diagrama de masas para producir los movimientos de terracerías más económicos.
- ✓ En caso que no sea posible trazar una sola compensadora se pueden trazar líneas compensadoras adicionales sin que se traslapen.
- ✓ Para que esta rutina pueda reconocer una polilínea como diagrama de masas deberá haber sido generada con la rutina CivilCAD / Altimetría / Secciones / Volúmenes / Procesar eje, activando en la opción “Generar curva masa”. También puede

convertir una polilínea existente a curva masa con la rutina CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curva masa / Convertir.

3.17 Anotar datos de sobreacarreo.

Descripción de sobreacarreo

El sobreacarreo consiste en el transporte de material producto de cortes o préstamos, a lugares fijados para construir un terraplén o depositar un desperdicio de material a una distancia media de sobreacarreo.

La distancia media de sobreacarreo se obtiene con base en la propiedad de la curva masa que dice que las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan el monto de los acarreo, es decir, un volumen por una distancia. Si el área de estas figuras se divide entre la ordenada de las mismas, que representa un volumen, se obtendrá como resultado una distancia, que restándole el acarreo libre, dará la distancia media de sobreacarreo.

El acarreo libre es la distancia máxima a la que puede ser transportado un material, estando el precio de esta operación incluido en el de la excavación. Por convención, se ha adoptado una distancia de acarreo libre de 20m. Esta se representa por medio de una horizontal en la zona inmediata a los máximos y mínimos del diagrama de masas.

Los acarreo se clasifican de acuerdo con la distancia que hay entre el centro de gravedad de la excavación y el centro de gravedad del terraplén a construir, o del sitio donde el desperdicio se va a depositar en:

- ✓ Acarreo libre. Es efectuado dentro de una distancia de 20m
- ✓ Sobreacarreo en m³-Hectómetro. La distancia entre los centros de gravedad queda comprendida entre 20 y 120m.
- ✓ Sobreacarreo en m³-hectómetro. La distancia entre los centros de gravedad queda comprendida entre 120 y 500m.
- ✓ Sobreacarreo en m³-kilómetro. La distancia entre los centros de gravedad excede de 520m.

Propósito: Generar texto en AutoCAD® con datos de sobreacarreo, préstamos y desperdicios de material, ordenadas de curva masa, además de indicar zonas de acarreo libre y sobreacarreo entre la línea compensadora y el diagrama de curva masa.

SECUENCIA:

CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curva masa / Sobreacarreo / Anotar. Figura 45.

Comando: -ANOTSOBREAC

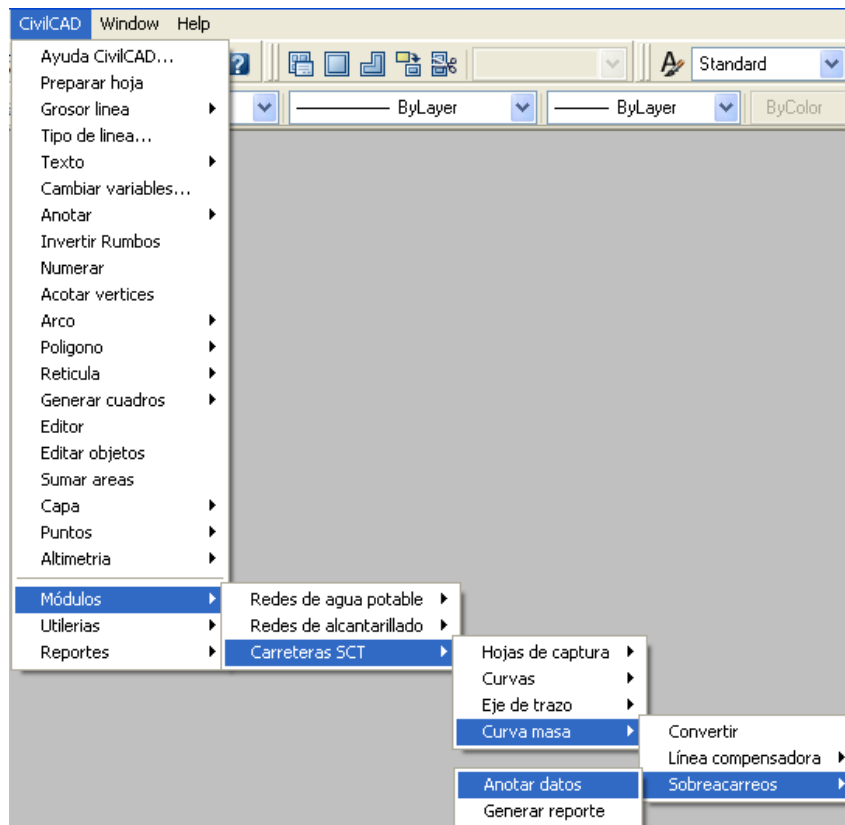


Figura 45.

Seleccione curva masa: Se deberá seleccionar la curva masa haciendo un clic con el botón izquierdo del ratón.

Distancia de acarreo libre <20>: De acuerdo con el manual de la STC esta es la distancia máxima de acarreo libre por lo tanto dejamos la opción predeterminada.

Número de movimiento inicial <1>: Se indica el número de sobreacarreo que corresponda, para nuestro caso elegiremos la opción predeterminada.

Coefficiente de variación volumétrica <1>: Se indica el coeficiente de variación volumétrica, este se define de acuerdo al tipo de material.

La curva masa debe ser generada al utilizar la rutina para calcular volúmenes en vialidades (CivilCAD / Altimetría / Secciones / Volúmenes / Procesar Eje) activando la opción “Dibujar curva masa” o convirtiendo una polilínea existente a curva masa con la rutina CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curva masa / Convertir para que esta rutina puede reconocerla.

Los movimientos de material se numeran en forma progresiva a partir del número de movimiento inicial indicado.

El coeficiente de variación volumétrica es la relación que existe entre el peso volumétrico del material en su estado natural y el peso volumétrico que ese mismo material tiene al formar parte del terraplén. El sobreacarreo calculado es multiplicado por el coeficiente de variación volumétrica para obtener el resultado final.

SUGERENCIAS:

- ✓ Para modificar el estilo y color de texto que esta rutina utiliza al generar anotaciones, modifique el valor de la variable ESTEX y TEXTCLR respectivamente con la rutina CivilCAD / Modificar variables
- ✓ Para cambiar el color que esta rutina emplea al trazar línea modifique el valor de la variable PUNTO3 de CivilCAD.
- ✓ Para llegar a la compensación de sobreacarros puede utilizar varias veces la rutina para mover la línea compensadora (CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curva masa / Línea compensadora / Mover). Las anotaciones se actualizarán automáticamente. También puede generar reportes de sobreacarros (CivilCAD / Módulos / Carreteras SCT / Curva masa / Sobreacarros / Generar reporte) para comparar resultados.

Capítulo 4. Reporte gráfico de resultados.

4.1 Resultados de imágenes del proyecto geométrico.

En este capítulo se mostrarán los resultados de la aplicación de los comandos que se utilizaron para desarrollar el proyecto geométrico de carreteras

Aplicando el paso 3.2, desde la barra de comandos tecleamos –MARGEN

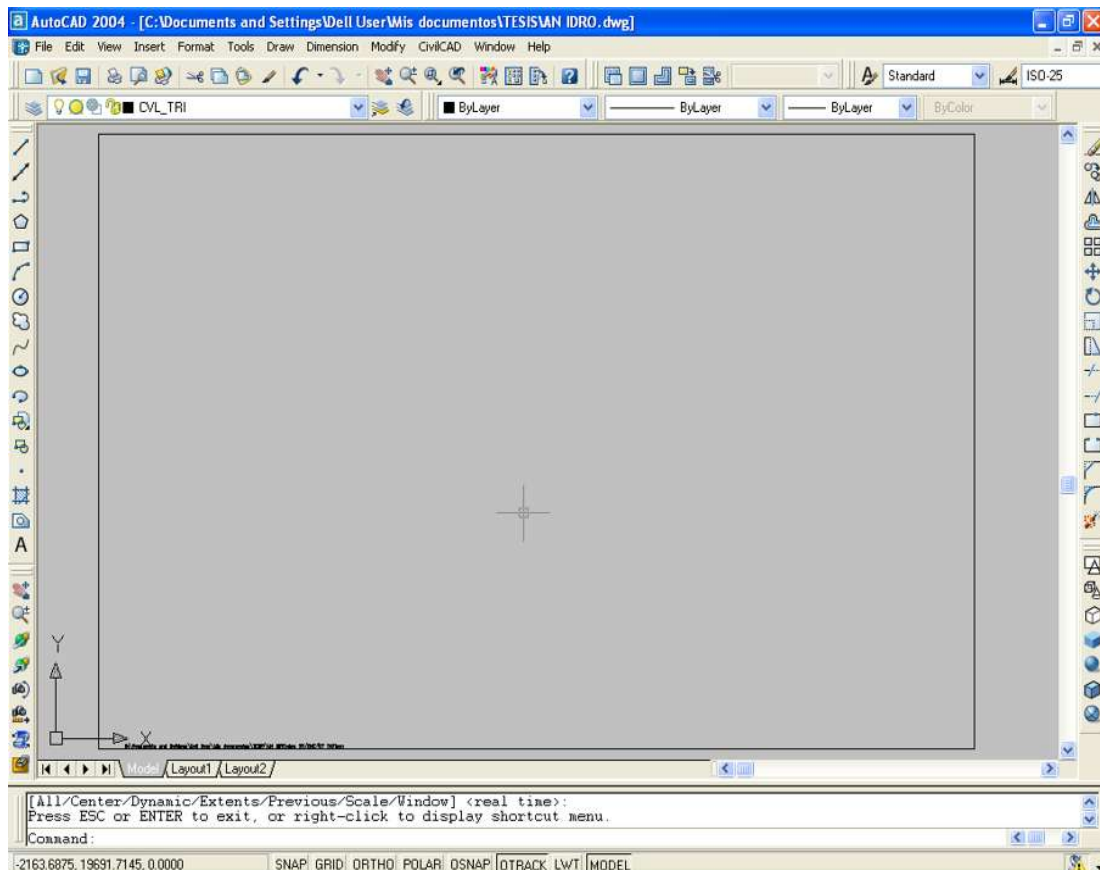


Figura 46. Resultado de la aplicación del paso 3.2, se puede ver el área de trabajo delimitado por un margen.

Aplicando el paso 3.3, desde la barra de comandos tecleamos –IMPUNTO, después seleccionamos el formato de archivo a importar, para nuestro caso será YXZ.

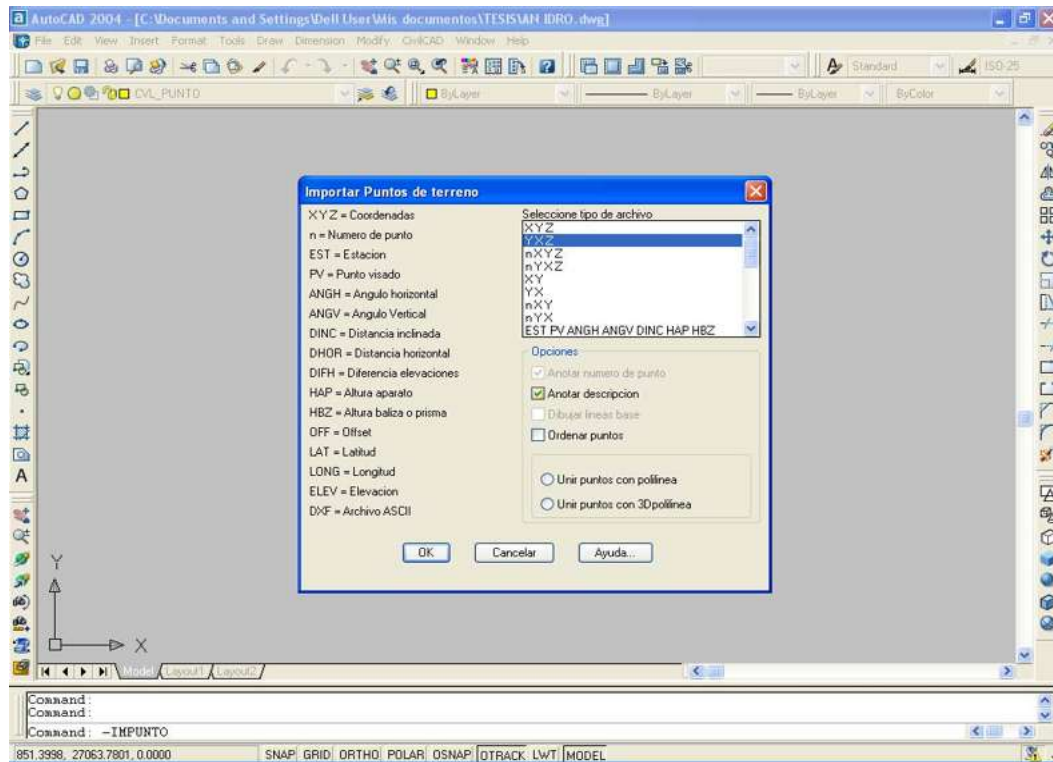


Figura 47. Después especificamos la ubicación de nuestro archivo.

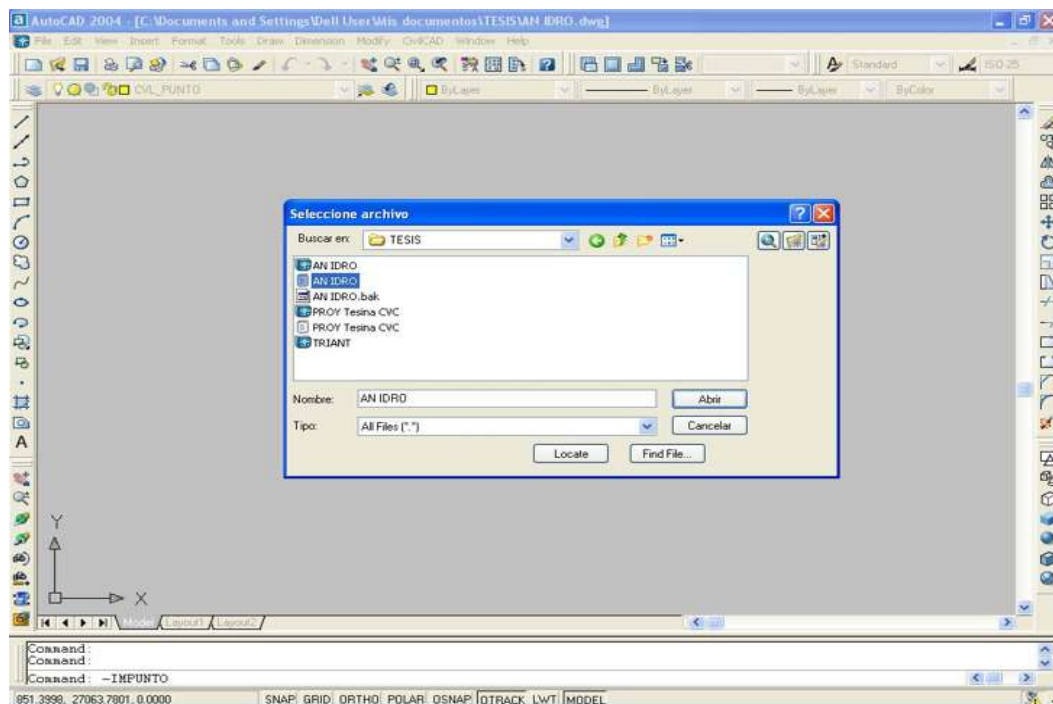


Figura 48. Después de un momento aparecerán los puntos en la pantalla.

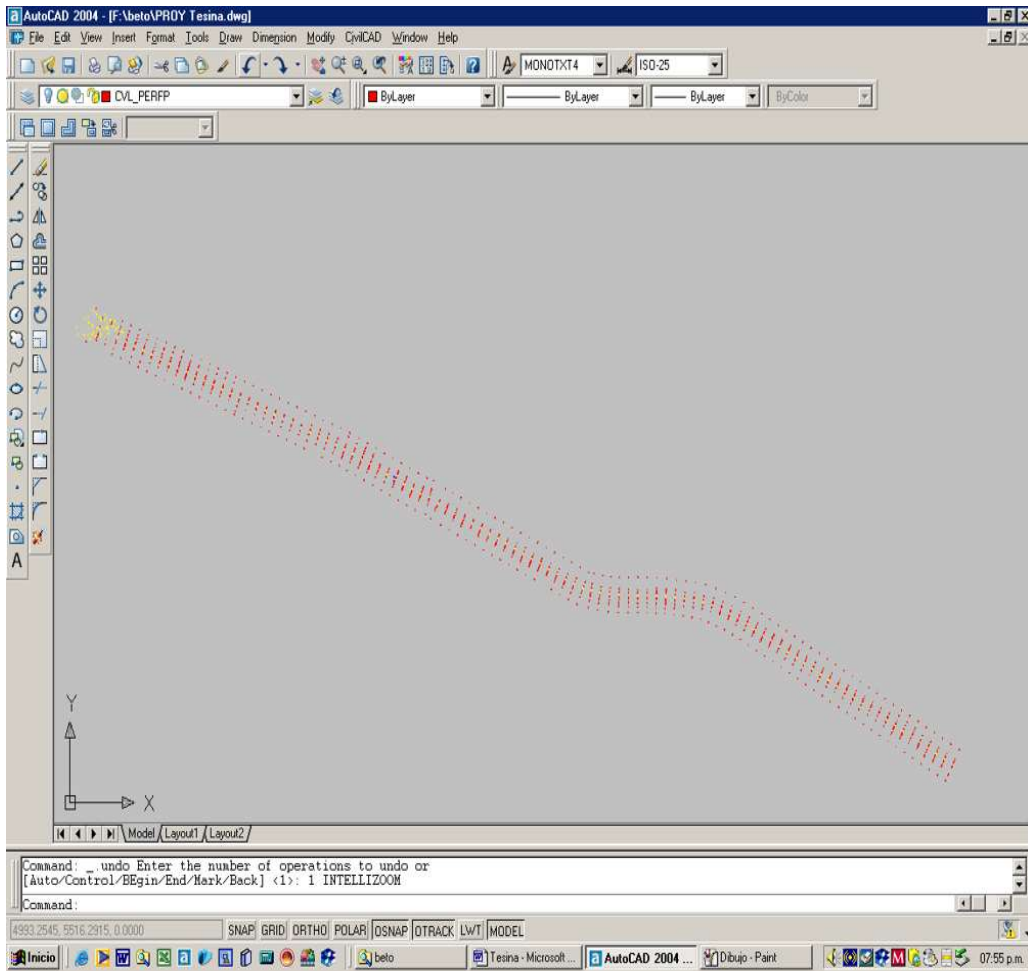


Figura 49.

Aplicando el paso 3.4, desde la barra de comandos tecleamos -TRIANGT

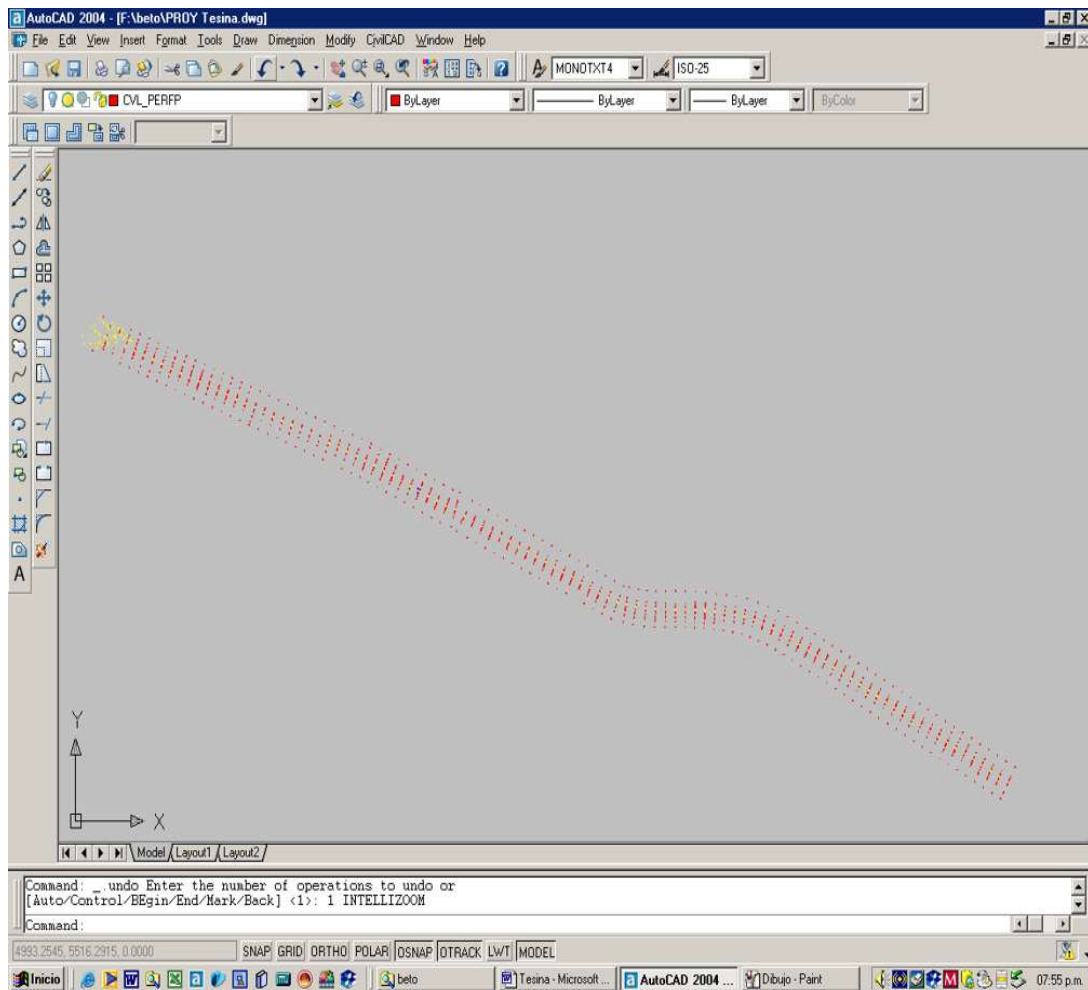


Figura 50.

Teclee enter para dejar la opción de seleccionar puntos, activada por defecto. Seleccione los puntos que desea triangular.

El proyecto se verá de esta manera.

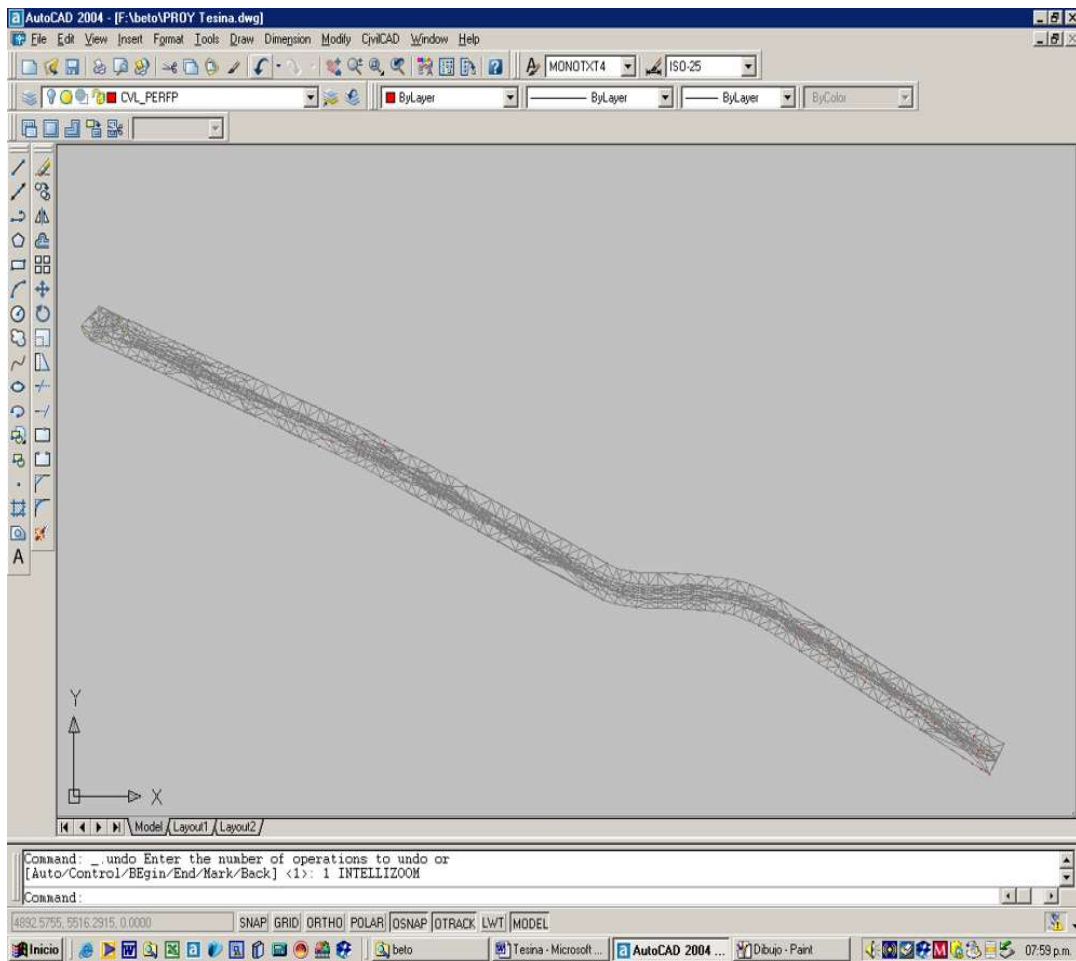


Figura 51.

El paso 3.5 hace alusión a la visualización de las curvas de nivel para darnos una idea de cual es la topografía del terreno. Aplicando este paso veremos lo siguiente en la pantalla.

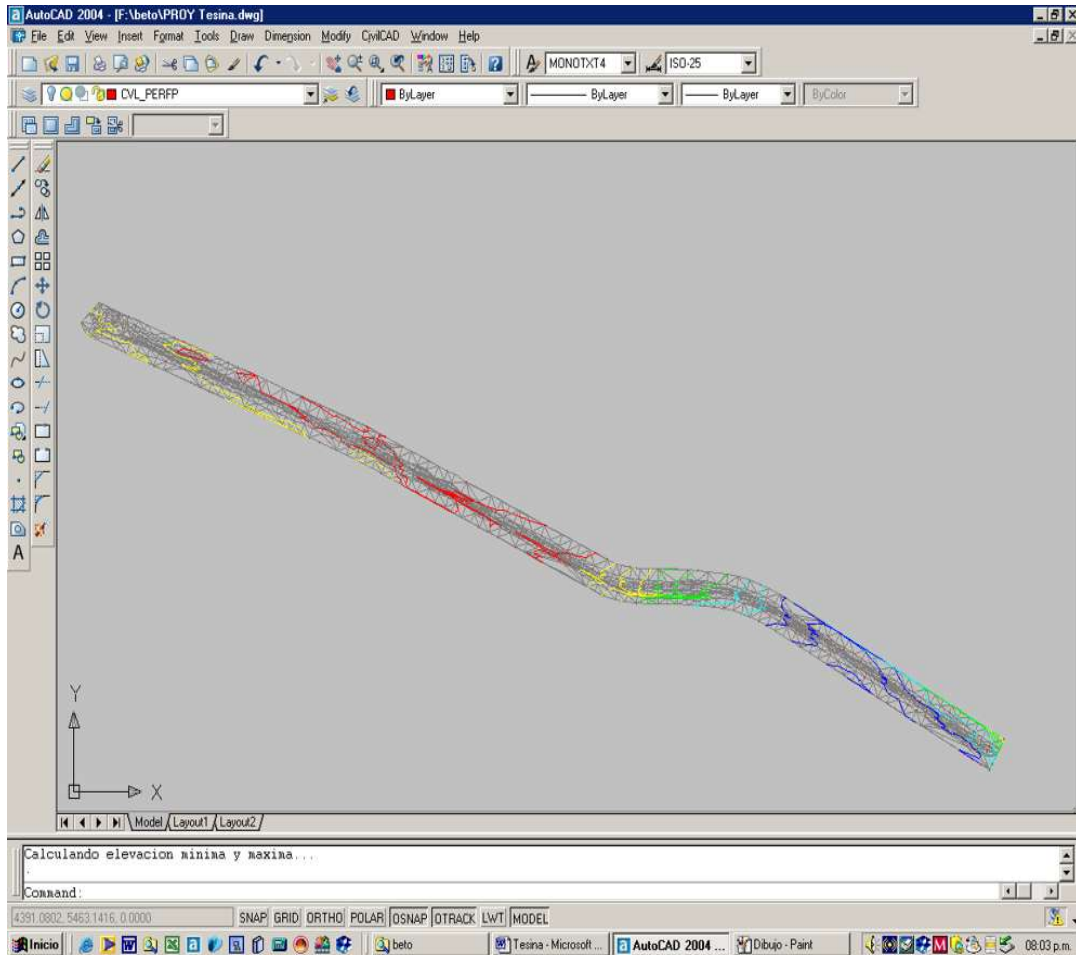


Figura 52.

Luego seguiremos con el paso 3.6 para generar curvas de nivel ya como dibujo y el resultado es el siguiente:

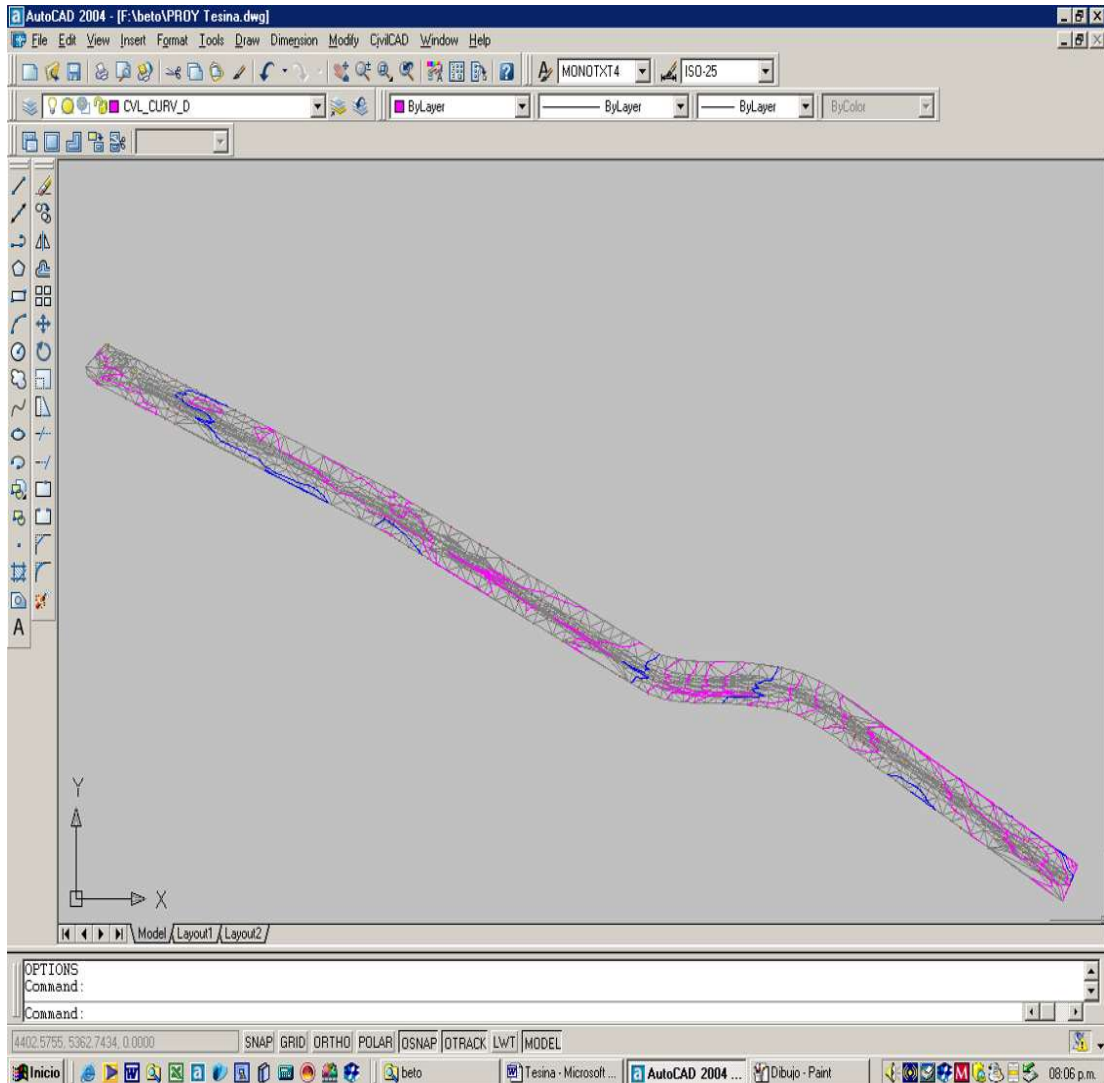


Figura 53.

Ahora anotaremos las cotas de las curvas dibujadas con las instrucciones del paso 3.7 y obtendremos el siguiente resultado:

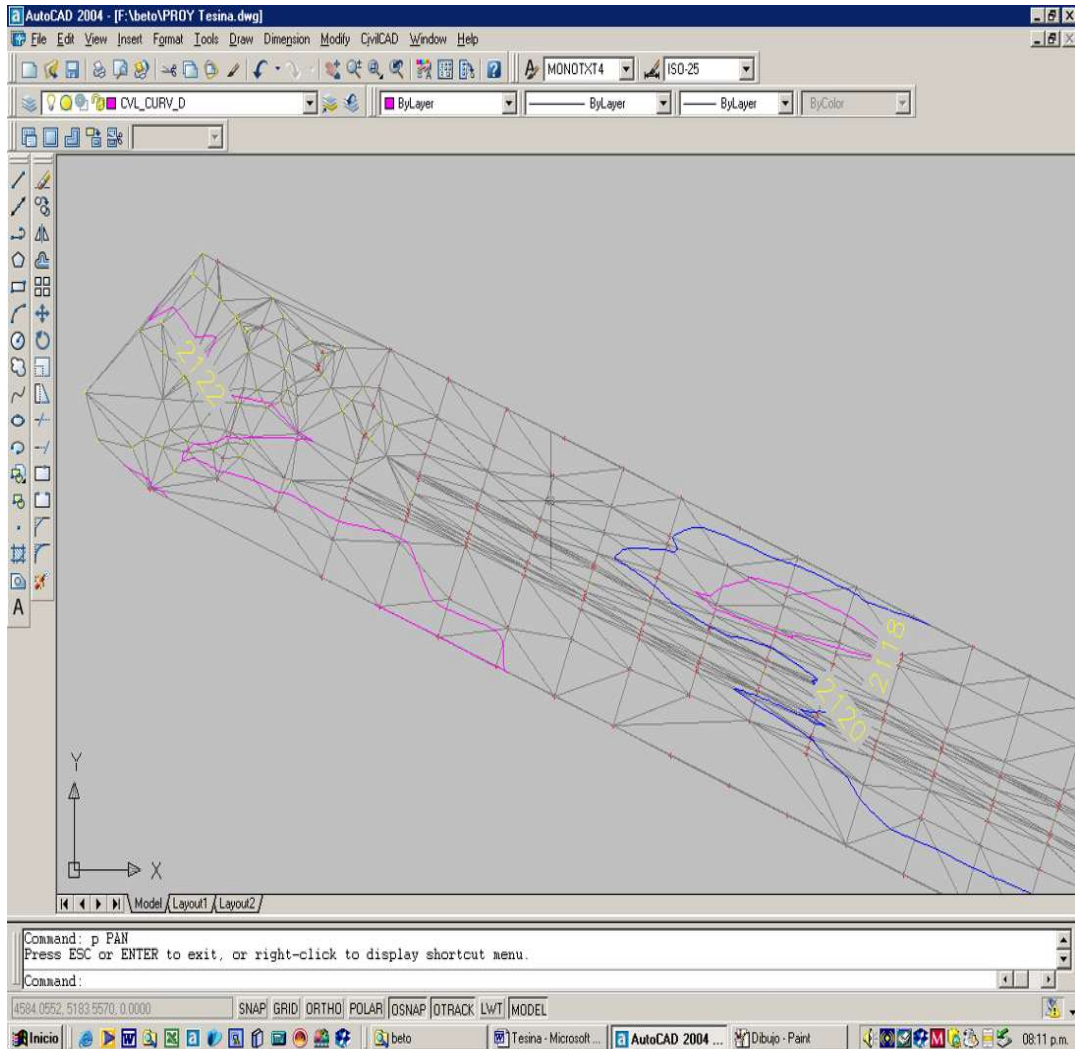


Figura 54.

El paso 3.8 hace alusión al trazo del eje del camino y cálculo de las curvas horizontales.

Después de realizar las instrucciones anteriores el proyecto se vera así.

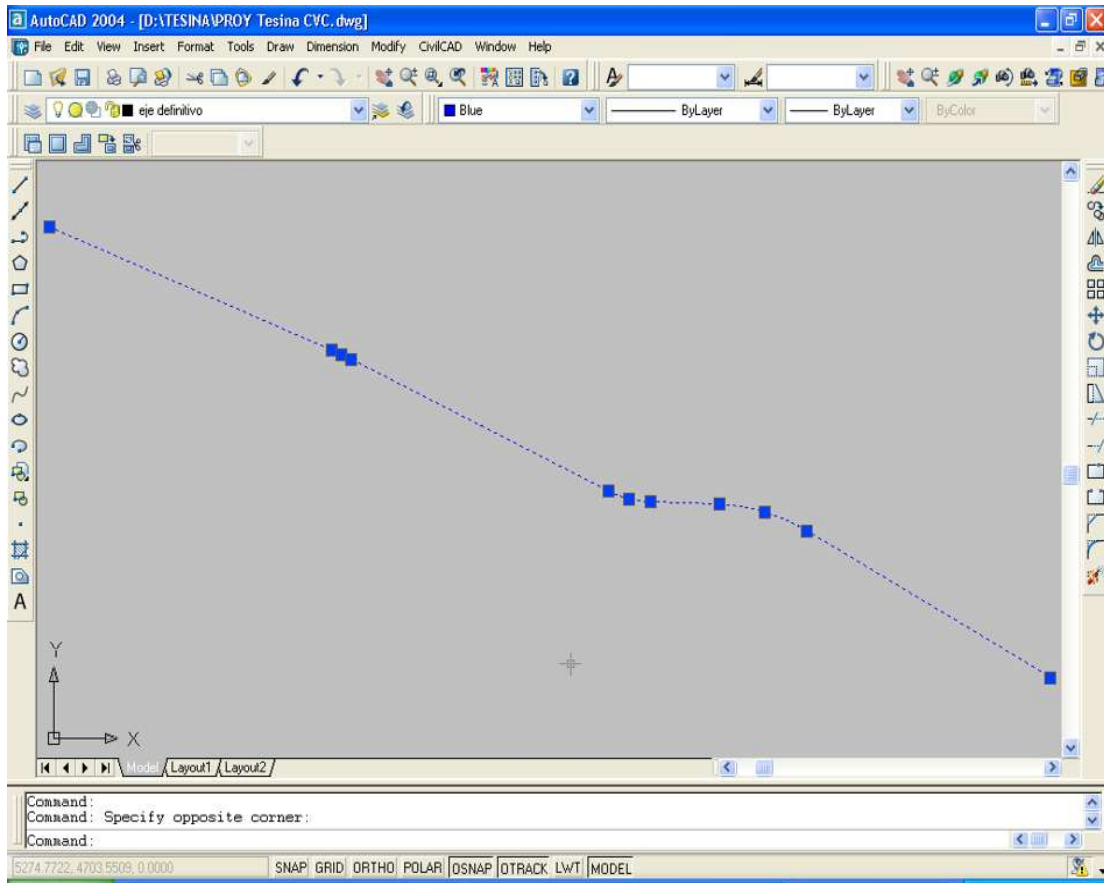


Figura 55.

El paso 3.9 hace alusión a anotar los datos de la curva horizontal.

Una vez anotados los datos nuestro proyecto se tendrá el siguiente aspecto.

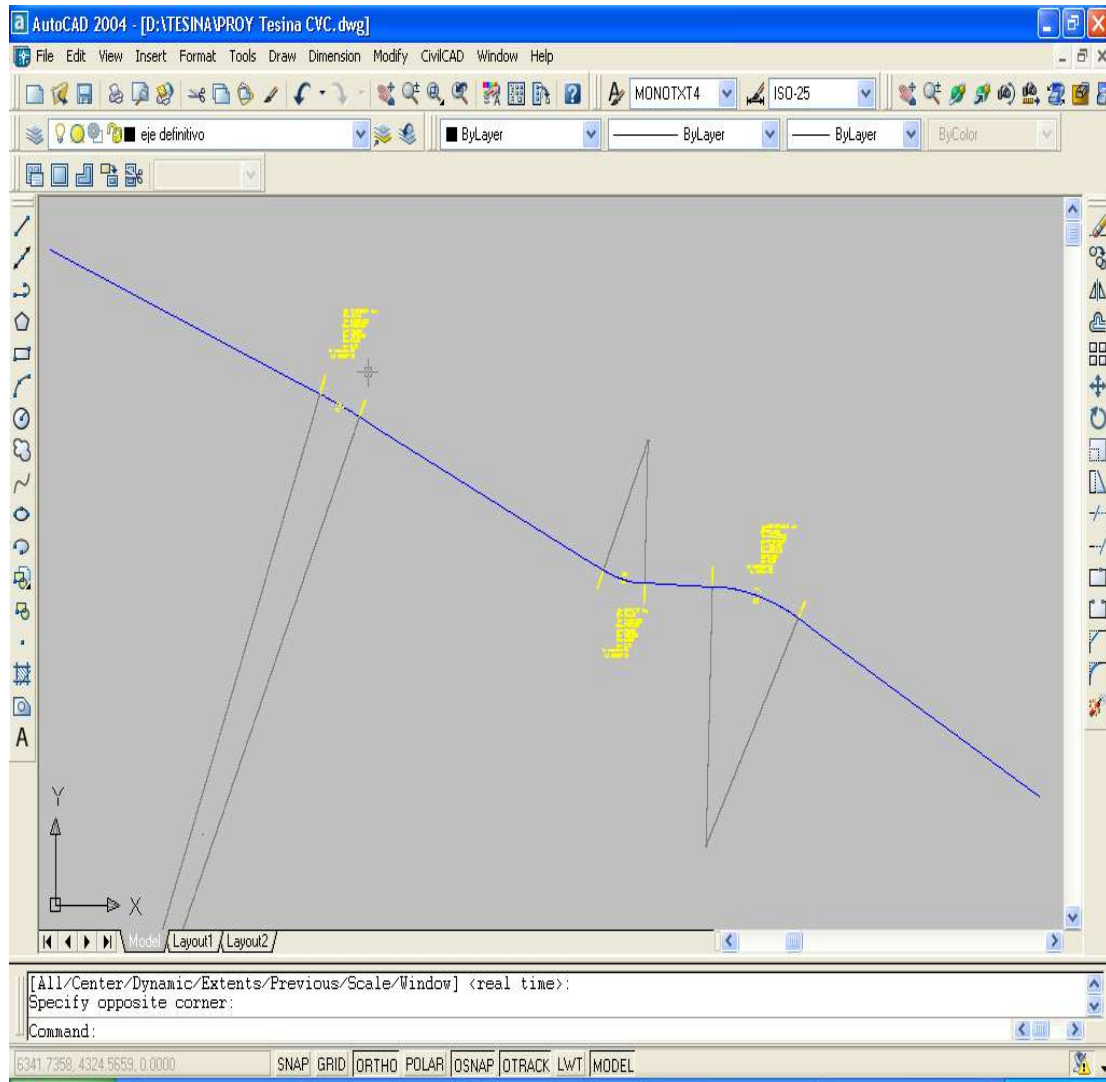


Figura 56.

Una vez calculadas las curvas horizontales, procederemos a marcar estaciones con el paso 3.10 el resultado es el siguiente.

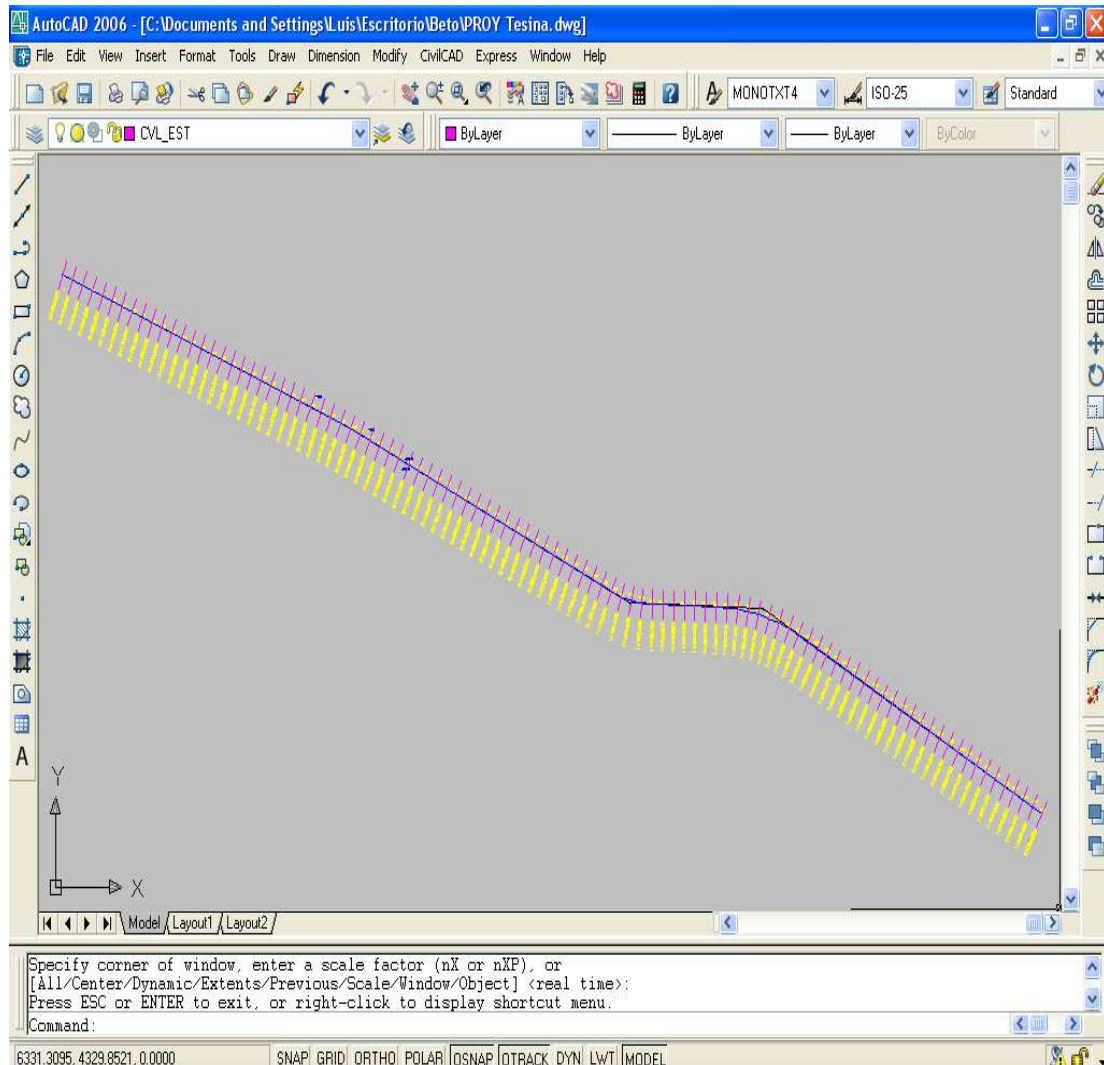


Figura 57.

El paso 3.11 es dibujar perfil de terreno, al aplicarlo la rutina el resultado sera el siguiente.

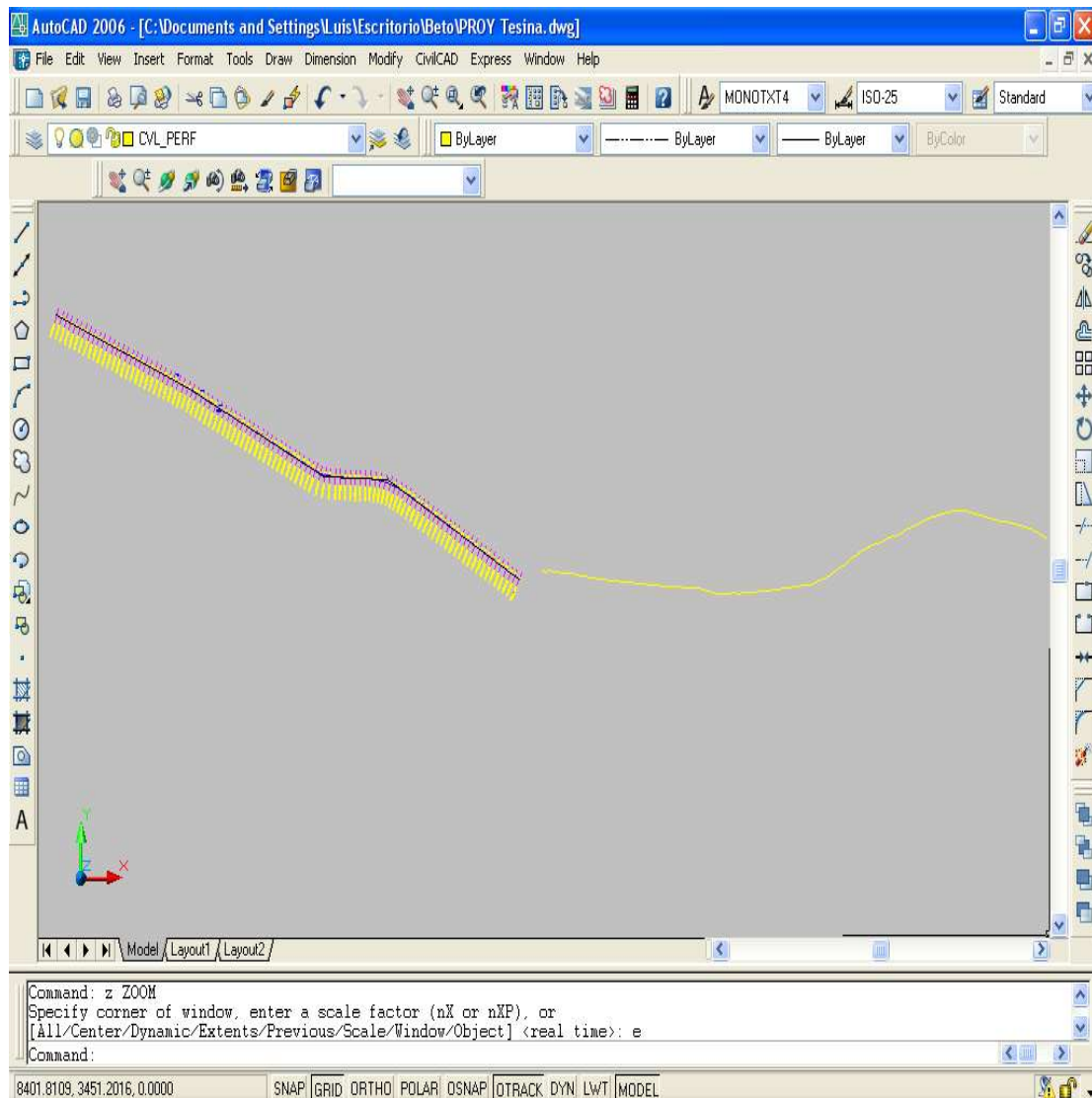


Figura 58.

Después de aplicar el paso 3.12 dibujar perfil de proyecto el resultado es el siguiente.

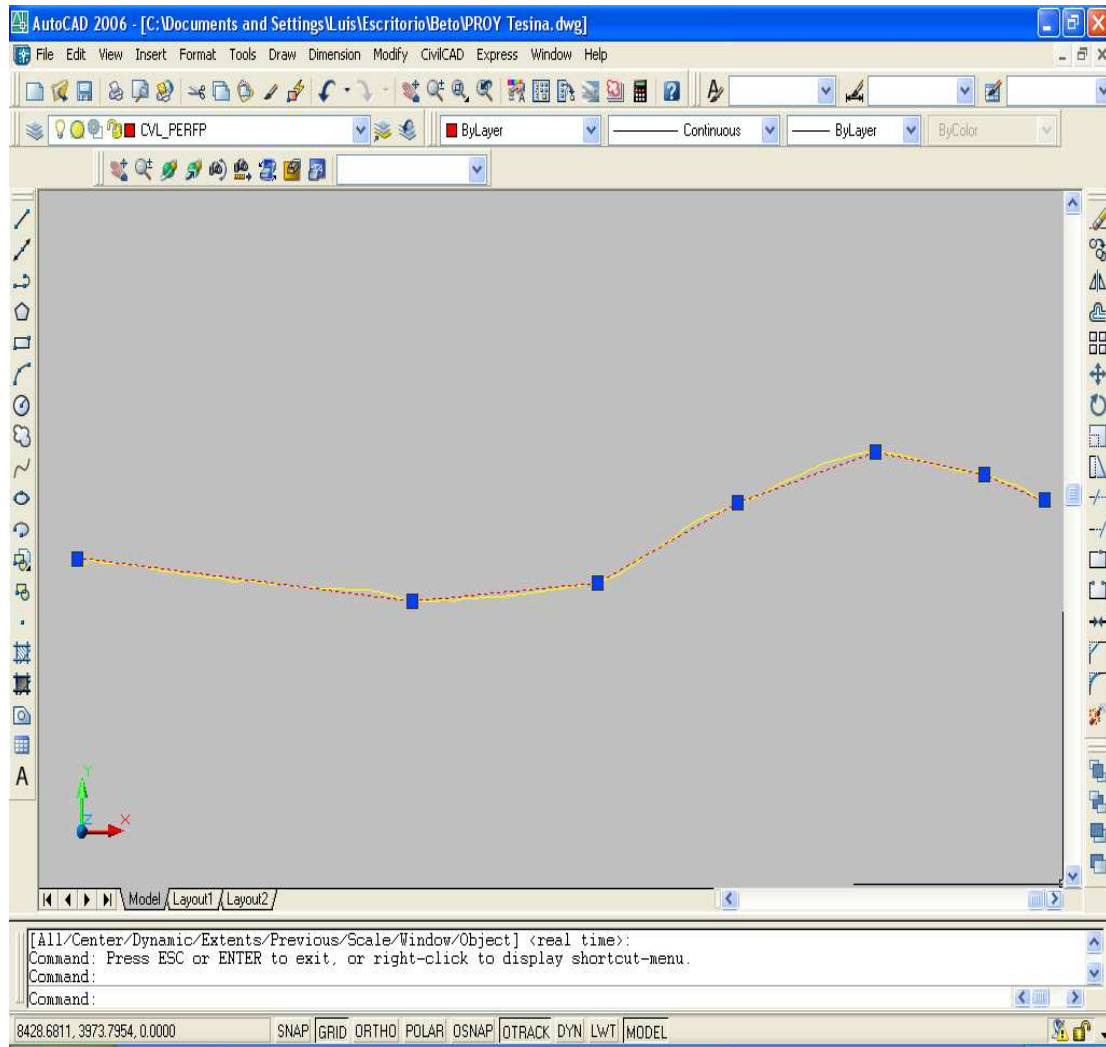


Figura 59.

Al aplicar el paso 3.13 dibujar curvas verticales, el resultado es el siguiente.

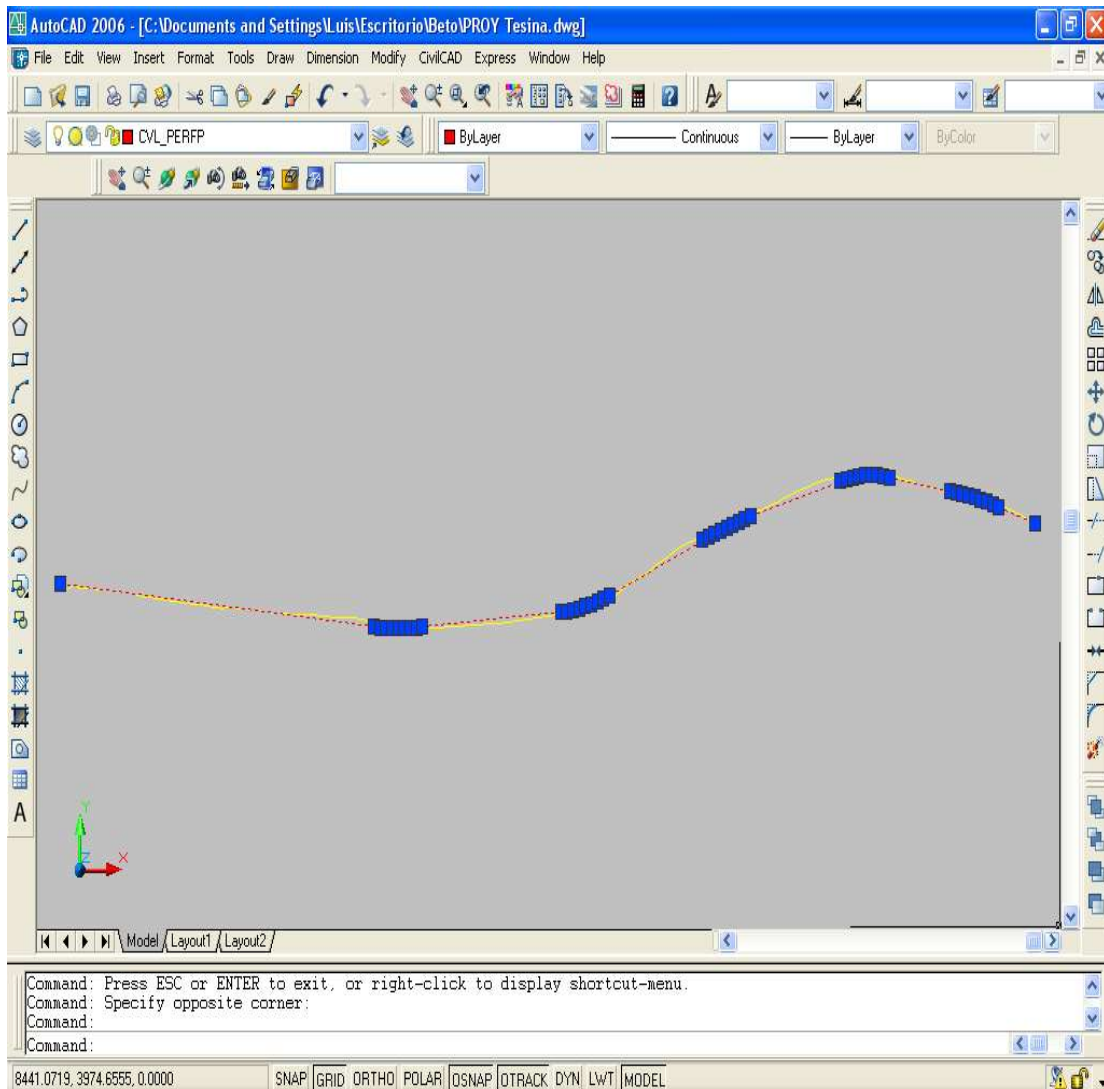


Figura 60.

El paso 3.14 es dibujar secciones y calcular volúmenes, una vez aplicada la rutina el resultado será el siguiente.

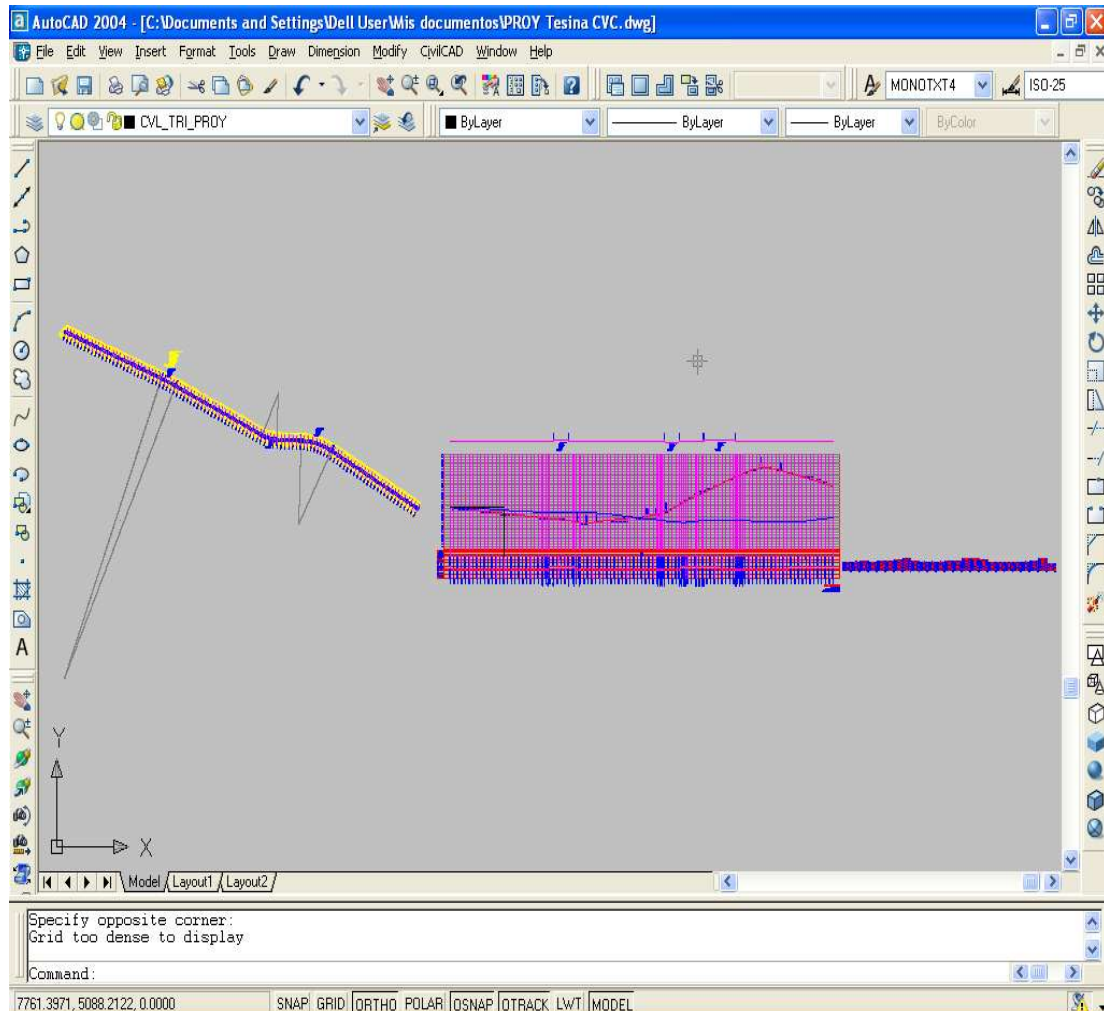


Figura 61.

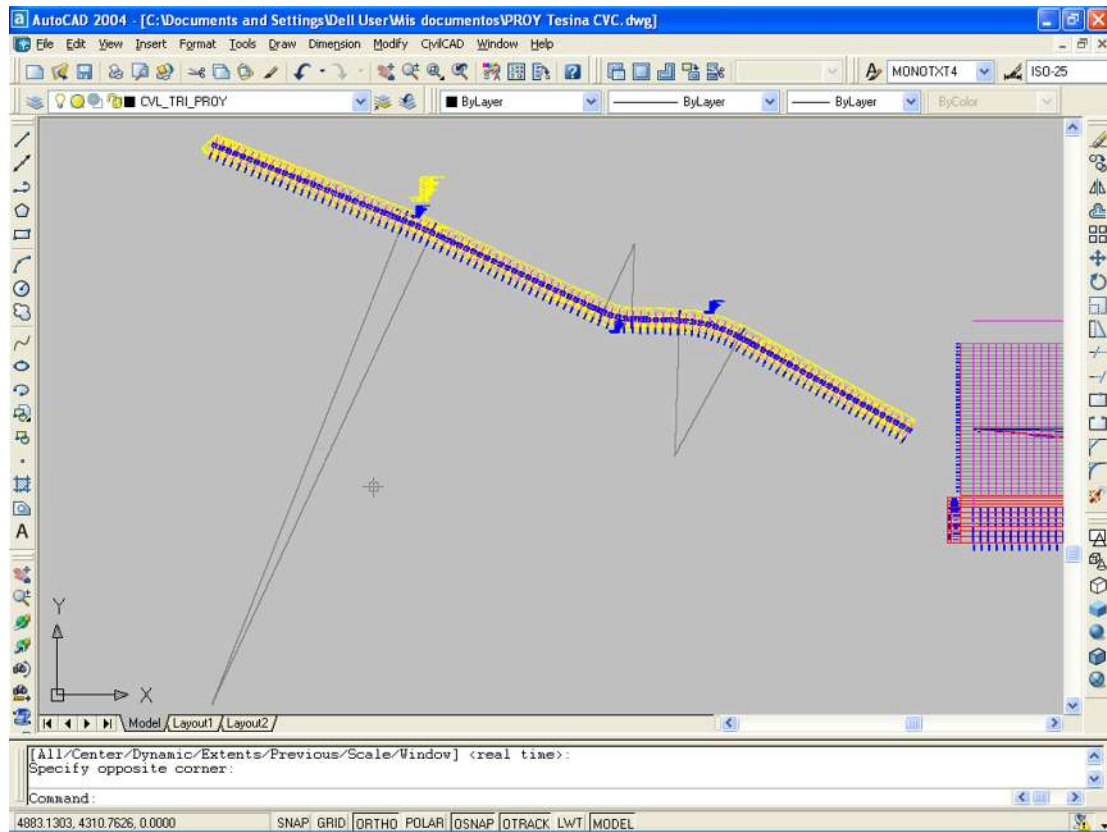


Figura 62.

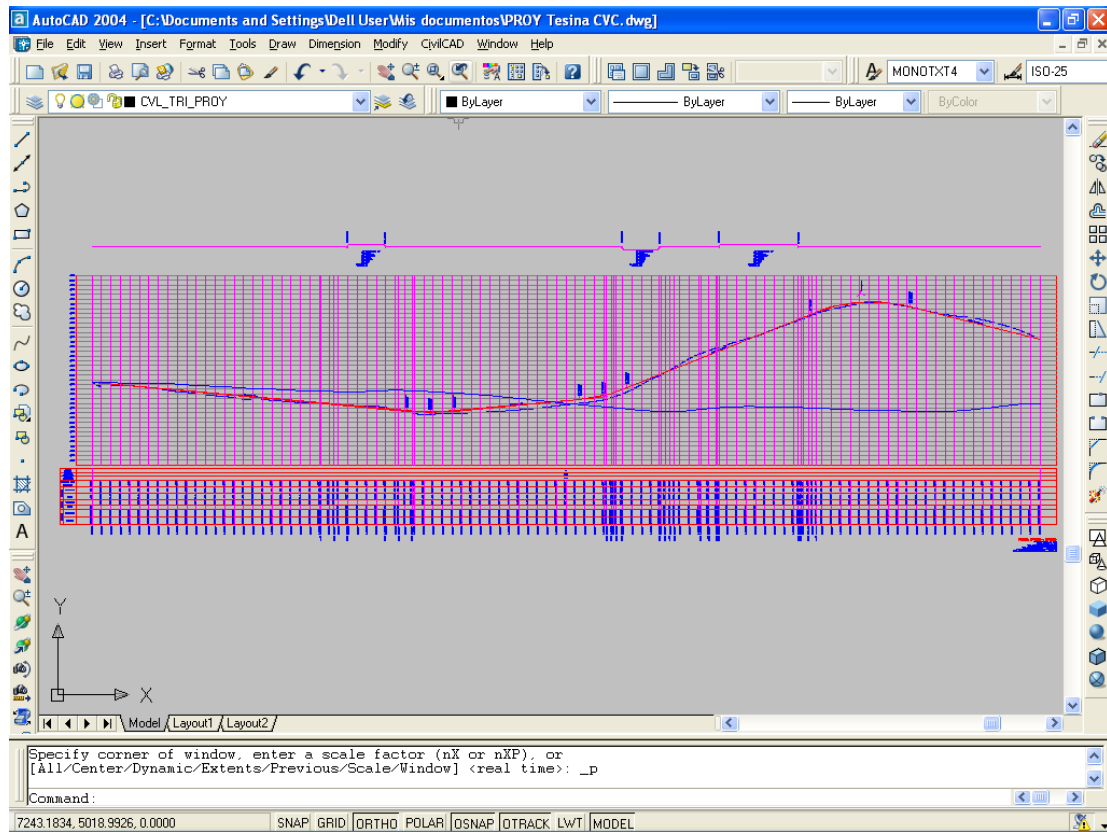


Figura 63.

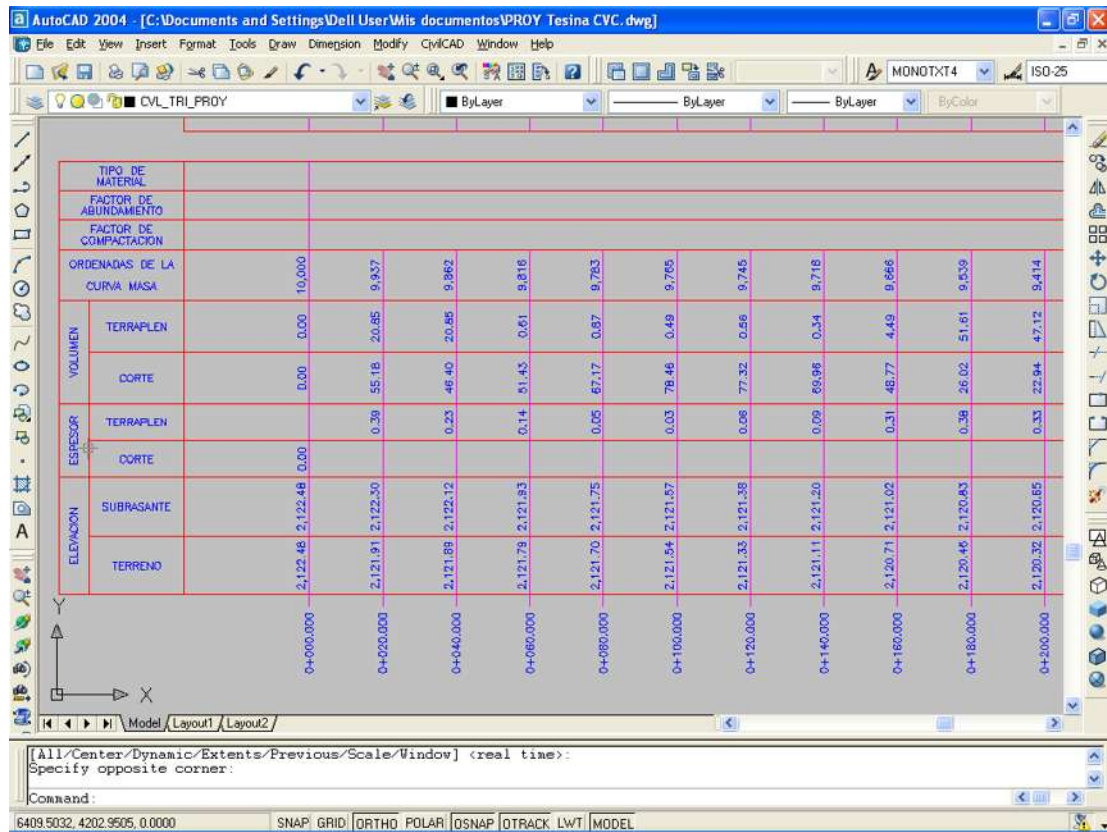


Figura 64.

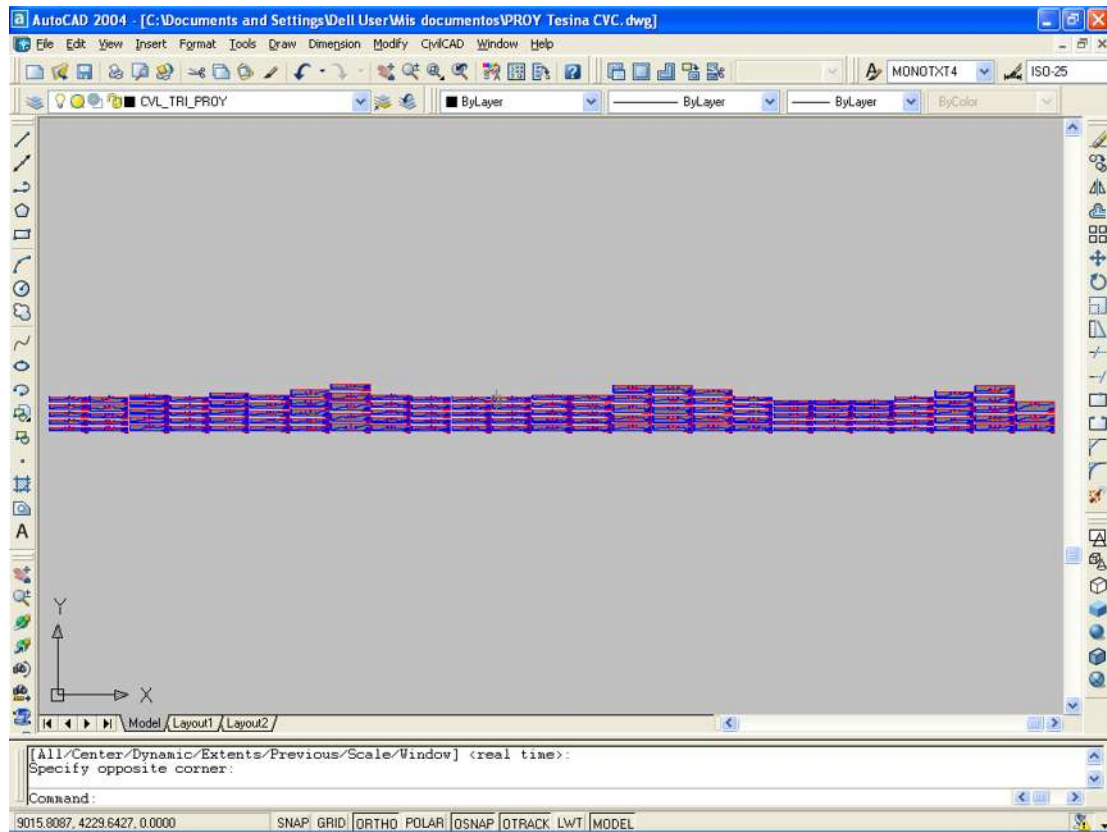


Figura 65.

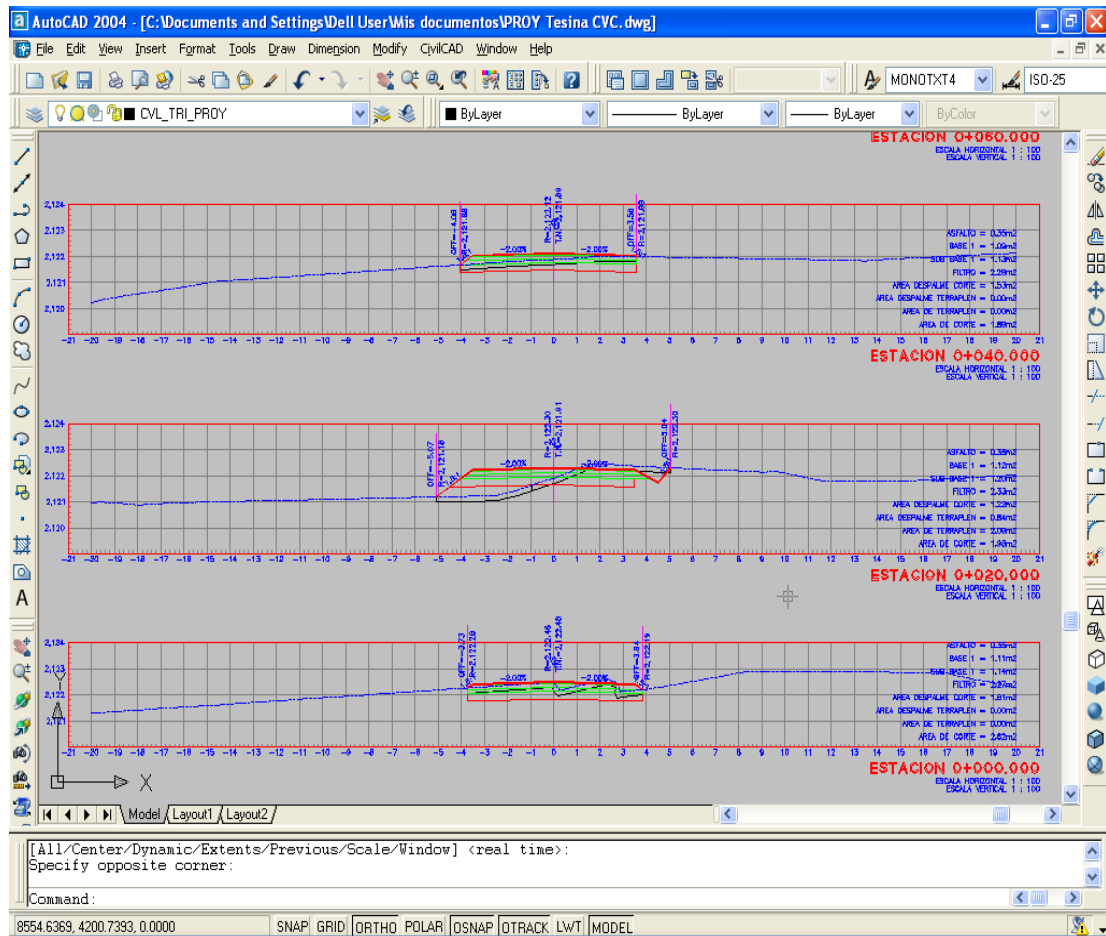


Figura 66.

El paso 3.15 es dibujar el cuadro de construcción del eje de trazo y al aplicarlo el resultado es el siguiente.

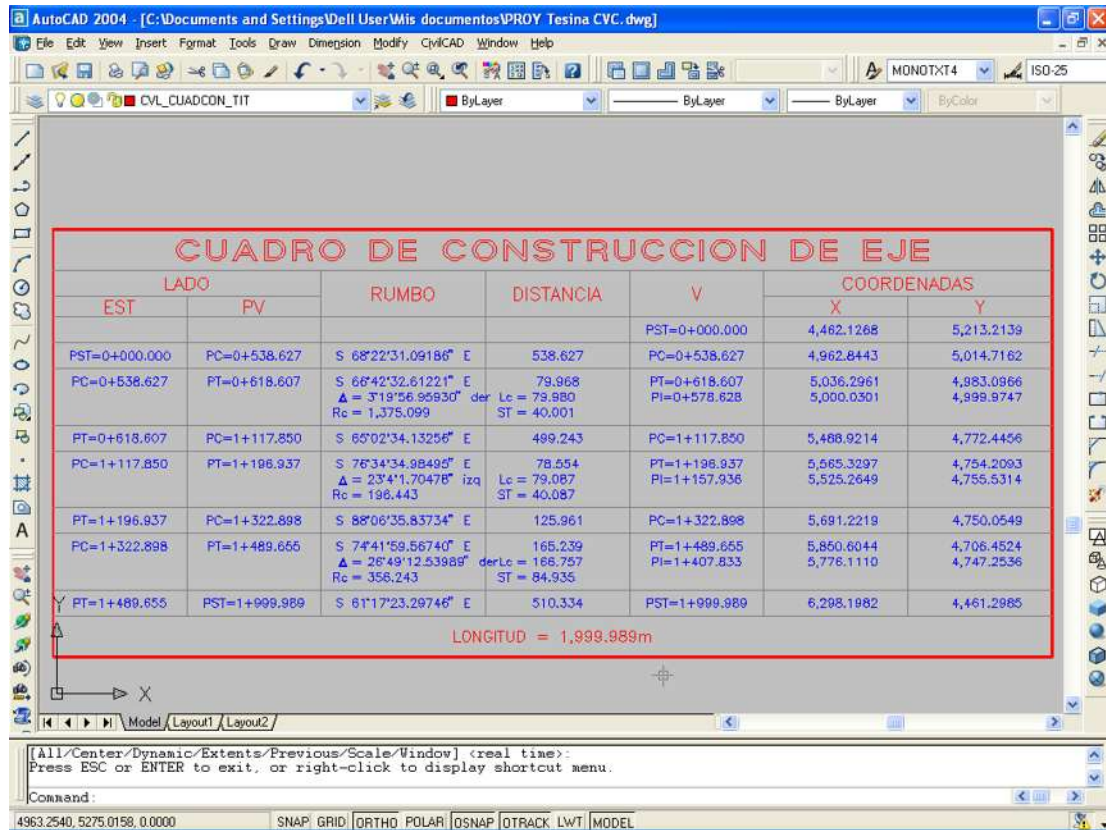


Figura 67.

El paso 3.16 es dibujar la línea compensadora al realizarlo el resultado es el siguiente.

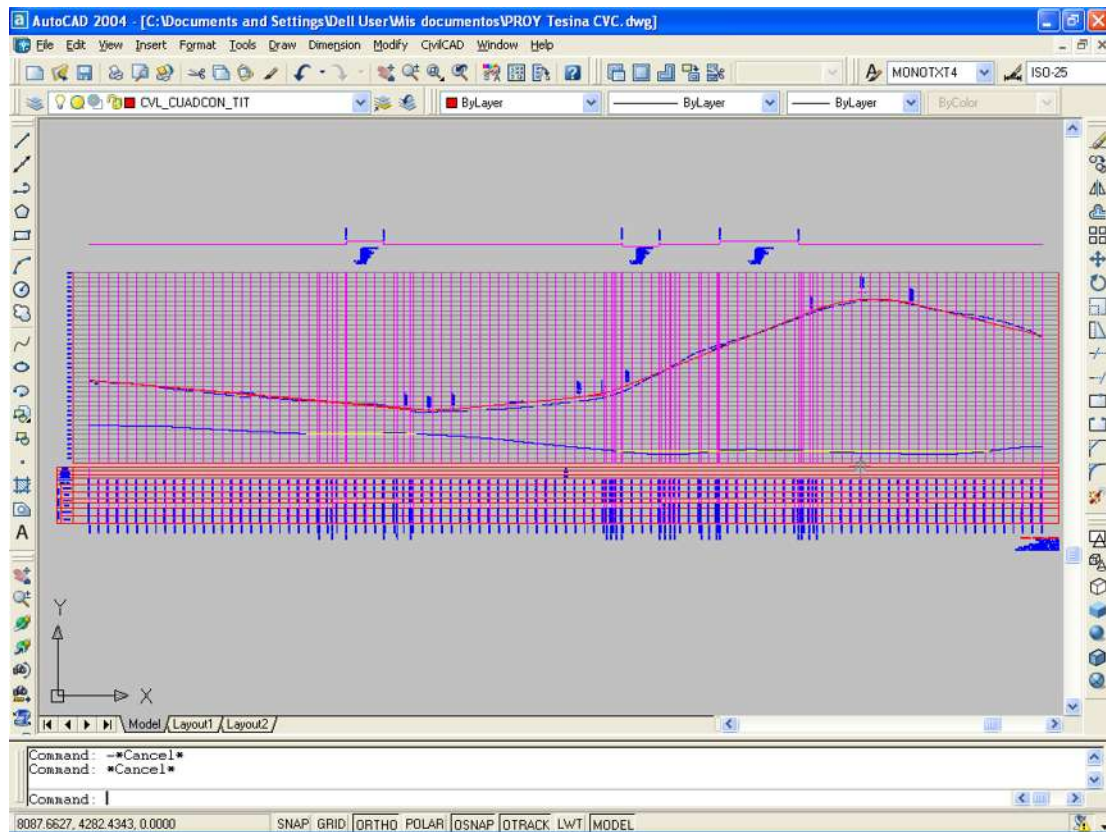


Figura 68.

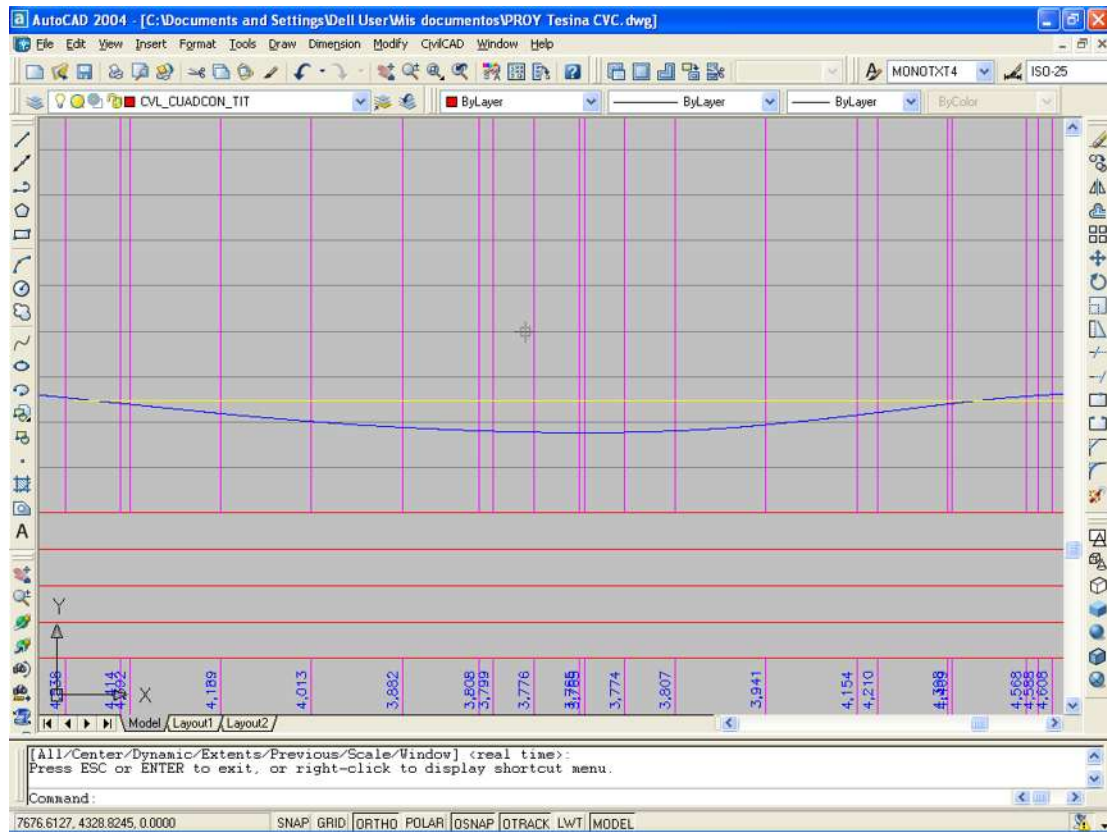


Figura 69.

El paso 3.17 es anotar los datos de sobrecarreo, al hacerlo el resultado es el siguiente.

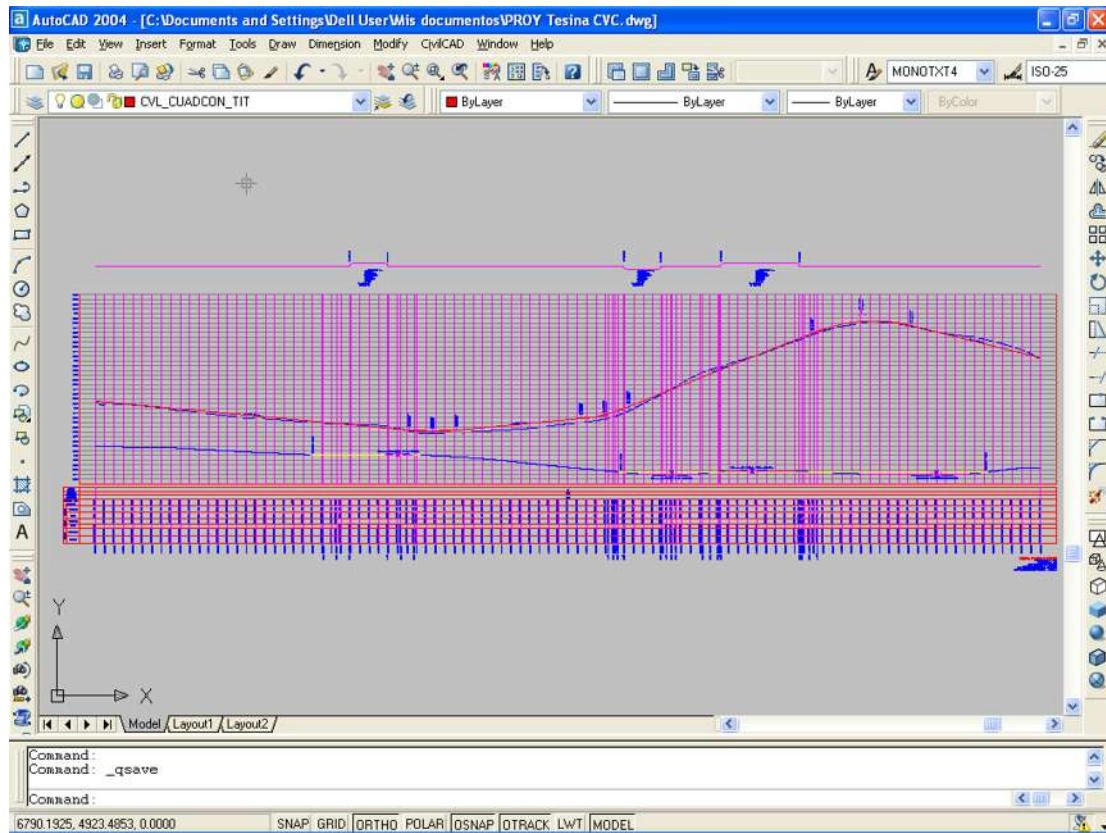


Figura 70.

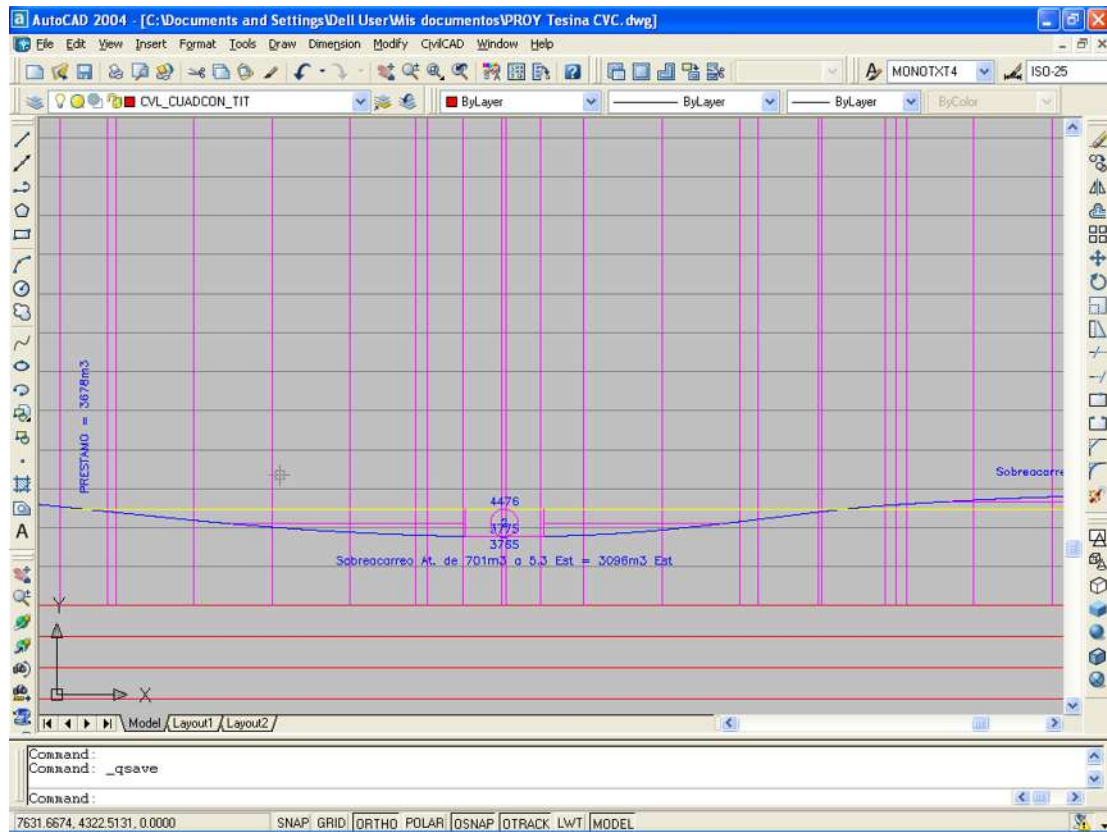


Figura 71.

Capítulo 5. Presentación del video “Proyecto geométrico de un camino paso a paso con CivilCAD®”

Conclusiones

Es bueno tener en cuenta que la construcción de nuevos caminos tanto federales como estatales y municipales, conlleva a un mejor desarrollo socio-económico de un estado y sobre todo de un país. Por eso es necesario que las autoridades correspondientes propongan y cumplan con las expectativas y demandas que la sociedad reclama.

Con este método de enseñanza se ha logrado motivar a los estudiantes de ingeniería civil a que se preparen de una forma autodidacta diferente ya que les enseñamos paso a paso con un video como generar un proyecto geométrico de carreteras con este programa.

La forma en que se enseña la realización de un proyecto geométrico de carreteras con una herramienta computacional es muy sencilla.

Se ha logrado llegar a una gran cantidad de estudiantes, con un proyecto de enseñanza que le permita al ingeniero aprendiz poder elegir la hora del día para estudiar; además de que pueda ir siguiendo paso a paso la realización de un proyecto geométrico de carreteras.

Se ha aumentado la posibilidad de que los estudiantes salgan con un mejor dominio para poder utilizar esta herramienta en el ámbito laboral y podrán aumentar su estatus de conocimientos y capacidades.

También podemos concluir que este software en si, presenta muchas ventajas en su aplicación para el diseño de carreteras.

Es conveniente precisar que el programa es de una gran ayuda, más no una solución total a los problemas, ya que este, trabaja con los datos proporcionados por el usuario y si estos no son introducidos correctamente no se podrá garantizar la efectividad de los resultados.

Bibliografías.

Mier Suárez, José Alfonso, Solorio Cano, Horacio (1979), Ingeniería de caminos en México planeación, proyecto, construcción y conservación -tomo 1-, Morelia, Talleres Gráficos de la Editorial Universitaria.

Mier Suárez, José Alfonso (1988), Introducción a la ingeniería de caminos, Morelia, Impresos Gonzáles.

S.A.H.O.P. (Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas).

Ayuda de Microsoft Windows 5.1.2600.2180, Ayuda CivilCAD.

Microsoft Corporation, (1993-2006), reservados todos los derechos, Encarta 2007 Biblioteca Premium.