

UTILIZACIÓN DEL CIVILCAD EN DISEÑOS GEOMÉTRICOS APLICADO EN EL ÁREA DE CAMINOS.

Ing. Víctor Hugo
Delgado de la
torre.
Ingeniero Topógrafo
Geodesta
Barrio de San Mateo
calle Corregidora
#75.Chilpancingo.
Gro.
74-71-20-11-04
delgado_v1990@hotmail.com

Dra. Alma
Villaseñor franco.
Investigadora
Av. Lázaro Cárdenas
s/n C.U. sur.
Chilpancingo. Gro.
47-2-79-43
alvif27@yahoo.com.
mx

M. en C. José Luis
Carranza Bello.
Catedrático
Av. Lázaro Cárdenas
s/n C.U. sur.
Chilpancingo. Gro.
47-2-79-43
Luis.carranza61@yahoo.com

M. en C. Óscar
Orlando Chávez
González.
Catedrático
Av. Lázaro Cárdenas
s/n C.U. sur.
Chilpancingo. Gro.
47-2-79-43
Chavez_6701@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo se realizó explicar la utilización del civilCAD en los proyectos geométricos los beneficios que tiene este software al aplicarlo en diseños de carreteras. En este trabajo se hablara de tres temas principales los cuales son:

- Diseño geométrico de caminos
- Comparación del software civilCAD, MDT, CLIP.
- Uso del civilCAD en el área de caminos.

En el primer tema se explicara que es un diseño geométrico y para que nos sirva que condiciones debe cumplir este trabajo para diseñar una carretera. Porque para el ingeniero topógrafo es importante conocer esta información tener bien definido lo que es el segundo tema es comparar el programa con otros software similares a este, conocer características, saber deficiencias de cada uno de los programas o cualidad los hace especial uno del otro y dar a conocer al público relacionado a las áreas de construcción de caminos si el programa civilCAD está actualizándose cada vez más y saber qué calidad de trabajo se puede entregar si se trabaja con este.

El último tema es conocer que capacidades tiene el software para trabajar en un diseño geométrico que tan rápido se puede terminar el trabajo con esta herramienta y en caso de haber un error se puede corregir lo más rápido sin perder mucho tiempo y también comentar que este software tiene módulos especializados para la (SCT) que lo hace mucho más competitivo a diferencias de otros programas y es muy fácil para utilizarlo.

1.0 INTRODUCCIÓN

Después de que terminara la guerra de la Revolución Mexicana las vías ferroviarias quedaron destrazadas, los caminos de comunicación por igual. México entra en un periodo de recuperación, reconstrucción del país surge la necesidad de ampliar caminos que comunican a los pueblos, y las ciudades y a la vez buscar nuevas rutas de comunicación. Para reabrir la economía nacional, la demanda del automóvil particular y de autobuses del servicio público empieza a crecer en las ciudades a lo cual surge una migración interna de las personas campesinas a las ciudades en busca de una mejor calidad de vida. En 1925 se crea la Comisión Nacional de Caminos esta institución sería un antecedente de la hoy Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT). (Portal SCT datos generales).

En la época del México contemporáneo no se tenía personas especializadas en el área de topografía, eran topógrafos prácticos o ingenieros civiles estos eran los encargados de proyectar los caminos y construir, las herramientas de trabajo eran mecánicas no se contaba con equipo como actualmente, como son: la cámara fotográfica, la estación total, el equipo (GPS), que realizan los levantamientos topográficos con coordenadas referenciadas a sistemas de coordenadas ya sean de (GPS) o (UTM). Estos equipos topográficos son ligeros, prácticos y ahorran tiempo. En gabinete solo basta con tener una computadora tener los programas adecuados para procesar información conocer las normas técnicas de la (SCT) también manejar los productos cartográficos. Anteriormente en la topografía para realizar un proyecto geométrico los topógrafos se repartían en diferentes funciones y eran diferentes brigadas: brigada de localización que era por lo menos de dos personas, utilizaba los aviones o helicópteros para hacer un recorrido por la zona y ver que parte de la zona era

apropiada para el paso del camino y a su vez en el vuelo se toman fotografías a escala la (ortofoto) y cuando no se contaba con este apoyo se hacían los recorridos a pie sobre el monte buscaba la pendiente más apropiada. El equipo que utilizaban eran machetes, balizas y clinómetros. Y esta información se procesaba en gabinete junto con mapas de la zona. Tener la idea o anteproyecto se seguía la segunda brigada que estaba integrada de tres personas y su equipo era el tránsito o teodolito, cinta, herramientas como machetes, mazo, cincel o cuña y balizas, partían de un punto referenciado el trazo de eje preliminar en ese tiempo se trabaja con ángulos (azimut) las poligonales abiertas se referenciaban a las estrellas en especial a las constelaciones que son; la Osa Mayor y Osa Menor. Al igual que se toma un rumbo de partida del eje, también se tomaba un nivel de partida, y entraba la tercer brigada, estos se encargaban de correr la nivelación. Estaba integrada por tres personas el operador del nivel fijo y los dos estaladeros. Para esta actividad se proponía un banco de nivel en este caso era una mojonera una piedra artificial de cemento, sobre esa piedra se introducía una varilla como de cinco centímetros sobre ella se montaba el estadal se corría una nivelación hasta llegar a hasta el fin del tramo y en el transcurso de correr nivelación se ponían los bancos a cada quinientos metros. Entraba una cuarta brigada y ultima esta tenía la función de sacar secciones del centro del eje preliminar a cada cincuenta metros por ambos lados (derecho e izquierdo) esta brigada constaba de cuatro personas el que maneja el nivel fijo, el que tiene el estadal y los dos que median con la cinta. Y al obtener esa información se empieza a trabajar en gabinete para generar el proyecto geométrico.

2.0 DISEÑO GEOMETRICO

Para diseñar caminos (apertura y ampliación) se toman en cuenta muchos factores como son los sociales, los económicos y ambientales de acuerdo a las necesidades de las zonas o ciudades que se tengan que comunicar. Una vez que se ha determinado la construcción del camino se da inicio con el diseño geométrico se realiza un levantamiento topográfico del sitio donde se construirá.

También existen normas técnicas para cada tipo de camino, en nuestro país nos rigen las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); Caminos y Puentes Federales (CAPUFE). Entre esas normas se encuentran el ancho de corona, sobre anchos grados de curvatura, curvas verticales que dependen de la topografía del lugar, las curvas horizontales también dependen de la topografía del lugar (curvas circulares, curvas circulares simples, curvas circulares con espirales), espesores de las capas de material para terracerías, espesor de carpeta, tipos de obras de drenaje que se realizan acorde a la necesidad del escurrimiento natural y al estudio hidráulico.

En las obras de drenaje no siempre su eje de trazo va a 90° al eje de trazo del camino, ya que estas se proponen al escurrimiento natural; en algunos trazos de obras de drenaje el proyecto marcara algún esviaje (abertura de ángulo a la línea de 90°) ya sea derecho o izquierdo con diferentes grados, con sus respectivos niveles de arrastre, en algunos casos servirán como paso inferior de la fauna donde los animales transitan de un lado a otro y esto reduce el impacto ambiental en la fauna silvestre.

En algunos caminos la topografía es muy accidentada ya sea por grandes alturas o los grandes arrastres de las aguas de un río. Por esa razón el diseño de un puente va acompañado con el trazo ya que algunos van construidos en curvas horizontales o en tangentes. Para el diseño del trazo de un puente y la ubicación de la cimentación de las zapatas o pilotes se necesitan las curvas de nivel.

Cuando es una ampliación de una carretera los estudios de la zona a beneficiar son diferentes a los de una apertura. Por se hace un análisis muy detallado como a continuación se menciona con base en los estudios que lleva a cabo la SCT:

2.1 Características de tránsito

Se revisa la capacidad de un camino función de su características físicas y de las características de operación del tránsito que circula por el, es importante conocer características operacionales, las cuales comprenden volúmenes de tránsito, tendencias y variaciones de velocidad, y la interdependencia entre velocidades, volúmenes y espaciamiento vehicular en relación con su efecto en la capacidad. (SCT, 1991).

2.2 Composición del tránsito

El porcentaje de camiones y autobuses en una corriente de tránsito afecta a las velocidades de los vehículos y las características de operación, especialmente en zonas de topografía abrupta que imponga restricciones físicas, tales como carriles angostos y pendientes pronunciados. (SCT, 1991).

2.3 Fluctuaciones del tránsito

En el tiempo de fluctuación mensual, las variaciones mensuales de los volúmenes de tránsito están estrechamente relacionadas con las actividades y demandas sociales y económicas de la zona por la que atraviesa el camino. Por ejemplo habrá zonas en la que los volúmenes sean mayores durante los meses de verano, correspondiente a la época de vacaciones. (SCT, 1991).

3.0. COMPARACION DEL SOFTWARE, CIVLICAD, MDT, CLIP.

3.0.1 ¿Qué es AutoCAD?

Es un programa de dibujo técnico desarrollado por Autodesk para el uso de ingenieros, técnicos y otros profesionistas de carreras de diseño. AutoCAD es un programa, como su nombre lo dice Diseño Asistido por Computadora, en el se pueden realizar todo tipo de diseños técnicos, muy útil para ingenieros, arquitectos, etc., para poder crear diseños de todo tipo en 2D y 3D con herramientas avanzadas.

Como otros programas CAD, AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos líneas, arcos, etc.) con la que se pueden operar con la pantalla grafica en la que se muestra estas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes. A lo que el programa esta fundamentalmente orientado.

Al igual que los programas CAD, procesa imágenes de tipo vectorial, aunque admite incorporar archivos de tipo fotográfico o mapa de bits, donde se dibujan figuras básicas o primitivas (líneas, arcos, rectángulos, texto,) y mediante herramientas de edición se crean gráficos más complejos. El programa permite organizar los objetos por medio de capas o extractos, ordena el dibujo en partes independientes con diferente color y grafismo. El dibujo de objetos seriados que se gestionan mediante el uso de bloques, posibilita la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos.

3.1. ¿Qué es civilCAD?

CivilCAD®, fue creado por ARQCOM, es el software diseñado para crear funciones adicionales que automatizan y simplifican las tareas dentro de AutoCAD® Full, Briscad®PRO y ZWCAD+ Profesional, para cubrir diversas necesidades del profesional de la ingeniería Civil y Topografía de habla hispana; utilizado por dependencias de gobierno, constructoras y universidades.

Con CivilCAD , se puede obtener rápidamente perfiles ,secciones, curvas de nivel ,cálculo de volúmenes de plataformas y vialidades ,genera cuadros de construcción ,subdivisión de poligonos, entre otras más de 100 rutinas, Se integra a la barra de menú CAD, ofrece cientos de rutinas para agilizar su trabajo. La estructura del menú de AutoCAD®, Briscad® PRO y ZWCAD+ Profesional se ha mantenido sin alteración, solo se han integrado las opciones de CivilCAD. Además, se pueden ejecutar estas rutinas al escribirlas en la línea de comando.

3.1.1 Características del civilCAD aplicado en la topografía.

Con civilCAD se pueden importar puntos radiados con estaciones totales y equipos de GPS a al tener la nube de puntos, se importan al programa, se empieza a generar triangulaciones, curvas de nivel.se traza cadenamientos de los ejes de trazo.se genera el perfil de la línea trazada, el software tiene la capacidad de generar curvas verticales y horizontales cuando se realiza un proyecto geométrico de caminos acorde a las normas técnicas de la Secretaria de Comunicaciones y

Transporte. También genera secciones de terreno natural y secciones de proyecto apoyadas al perfil de proyecto. , el programa nos facilita el trazo de las obras de drenaje, otra actividad que realiza es generar las plataformas para edificaciones, se utiliza para el trazo de lotes, medición de parcelas con este software se tienen los poligonos y áreas, más fácil y más rápido a diferencia de los métodos tradicionales. Ya que también nos permite ver el terreno natural de la área trabajada en un modelo 3D donde se puede observar si es lo más parecida al área trabajada o si no tiene parecido empezar a invertir triangulaciones hasta obtener una topografía muy similar al terreno radiado.

Otra actividad que realiza es la generación de reportes de volúmenes de corte y de terraplén de un camino al que se trabajara.

3.1.2 Nuevas capacidades operativas del civilCAD.

Tiene capacidad generar tridimensionales de triangulación importadas de Google Earth o viceversa.

Tiene capacidad importar pantalla de Google Earth a autoCAD y transformar coordenadas UTM a GPS.

Las coordenadas GPS en este caso son la latitud y longitud.

Exporta datos de seccionamiento y alineamiento vertical automáticamente y en segundos genera archivos para la curva masa.

Tiene capacidad de generar bermas de un talud de corte.

Tiene compatibilidad con archivos de otros programas como él (MDT) que es un producto producido por APLITOP, (CLIP) producto de TOOLS. Los cuales se pueden trabajar libremente corregir o cambiar datos.

3.2. MODELO DIGITAL DEL TERRERENO.

El (MDT) es un producto de APLITOP.

APLITOP es una empresa especializada en el diseño y programación de aplicaciones técnicas en los entornos de Topografía e Ingeniería Civil, desde 1987. (Aplitop 2014).

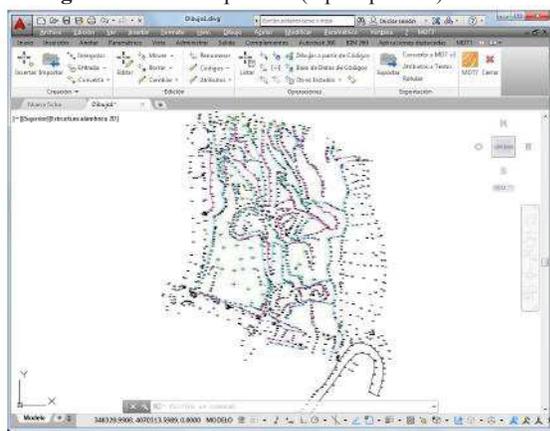
Este software ofrece una gran facilidad de manejo, funciona con una amplia variedad de versiones de sistemas CAD, facilita el intercambio de información entre los usuarios a través de dibujos de formatos DWG.

Demuestra una gran versatilidad a través de la importación y exportación de ficheros en los formatos más habituales en el mercado, genéricos landXML y KML, y la generación de resultados como texto, HTML, Word, Excel y PDF.

Dispone de un visualizador de puntos independiente del CAD, con controles de visualización, orbita 3D, etc.

El manejo de puntos son importantes, porque se le puede cambiar capa, moverse, con comandos convencionales que tiene MDT. También tiene un bloque de atributos lo que lo facilita que este programa sea aplicado en muchos sistemas CAD. ver figura 1 –

Figura 1. Nube de puntos. (Aplitop 2014).



Con el software de MDT se realizan muchas clases de operaciones de edición como es asignar código a diferentes capas, interpolar, clasificar por niveles, cambio de visibilidad, cambios de cotas, etc. También el programa puede modificar coordenadas con un editor parecido a una hoja electrónica, se realiza al elegir características como: cotas, grupos, número, nivel, código. Con el software se obtienen puntos de otros trabajos del CAD dibujados por otros programas como es civilCAD, CLIP, (atributos de bloques, círculos, nubes de puntos, cruces.) y con la capacidad de detectar el tipo de entidad mediante designación gráfica.

La automatización del programa puede dibujar planimetría y líneas de cambio de pendientes al utilizar sus bases de datos de códigos a la que son agrupan diferentes tipos de plantas aplicadas un modelo 3D para obtener una vista lo más real al terreno.

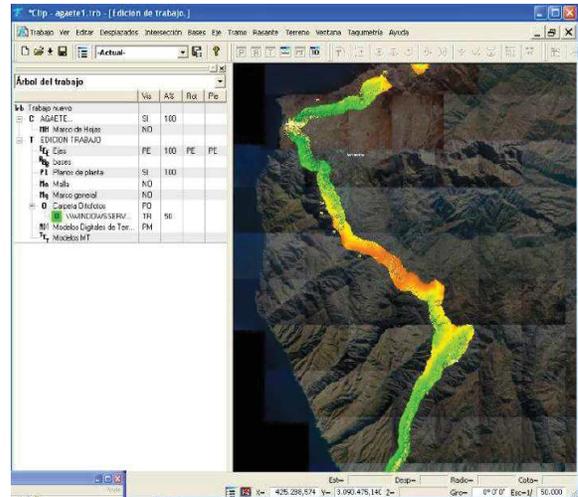


Figura 2. Triangulación del programa sobre producto cartográfico. (Aplitop 2014).

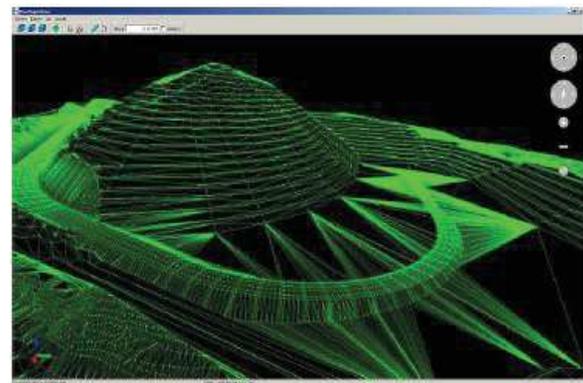


Figura 3. Triangulación en modelo 3D. (Aplitop 2014).

Como en otros softwares las triangulaciones se realizan por importaciones de puntos, en este programa utilizan los controles de ángulos, se maneja a conveniencias las longitudes máximas, repara huecos donde falta triangular y minimizar triángulos planos.

El programa en tema de superficies puede insertar, borrar e insertar nuevos puntos y borrar e invertir uniones.

Las curvas de nivel se actualizan cada vez que hay un cambio de triangulación, por lo que las curvas pueden tener el estilo de color que se desee, personalizar el texto de cota de curva de nivel, personalizar las curvas mayores a metros así como las curvas menores en centímetros.

La versión de MDT7. Trabaja con puntos de formatos lidar generar una malla como superficie base, a la cual se utiliza para generar curvas de nivel, perfiles y localizar las elevaciones de algunas curvas de nivel.

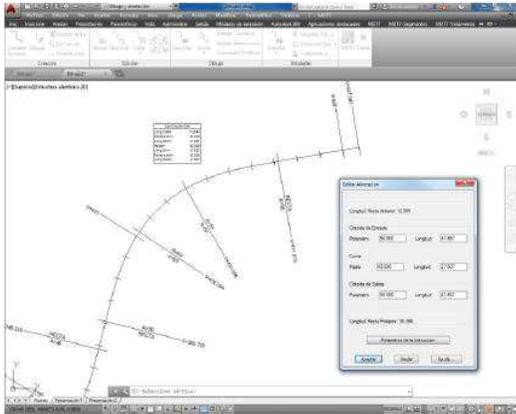


Figura 4. Eje de camino proyectado en MDT. (Aplitop 2014).

En cuestión de perfiles se pueden calcular en cartografías digitales en 3D. Los perfiles longitudinales y transversales, al operar el comando de perfil rápido pero antes de generar el perfil se tiene que trazar una línea sobre la superficie cartográfica. la otra ventaja es que cuando se actualiza un perfil que puede ser producido por un cambio de eje ,es obvio que cambiaría terreno natural del eje al eje anterior y esto se realiza automáticamente .también contiene un editor de perfiles independiente del CAD que opera las ediciones numéricas y graficas de los perfiles.

En volúmenes de los desmontes, cortes o terraplenes se calculan y se hace comparación de las mallas que estas son terreno natural o superficies en momento de desmonte cortes y terraplenes o lo mismo pero al ahora comparar las secciones transversales.

Al comparar las mallas se representan en una capa de colores la zona que ha sufrido cambios por ejemplo; cortes o terraplenes se le asigna una leyenda que es lo contiene esa área.

MDT incluye comandos para insertar imágenes georreferenciadas y ortofotos en su posición real sobre el terreno, y asignarlas a una superficie, o bien asignar texturas predefinidas a diferentes zonas.

Al tener las imágenes georreferenciadas el MDT tiene una herramienta muy útil el que es un visor de terreno ,el cual tiene capacidad de simular inundaciones también genera un video al obtener el trazo de una poli línea o eje de trazo, nos muestra la superficie con cada una de las texturas y objetos del lugar en 3D

El MDT puede exportar puntos del dibujo imágenes o curvas de nivel con sus respectivas cotas y capas a productos de mapas de la web, que son servicios de instituciones públicas o privadas como lo es Google Earth.

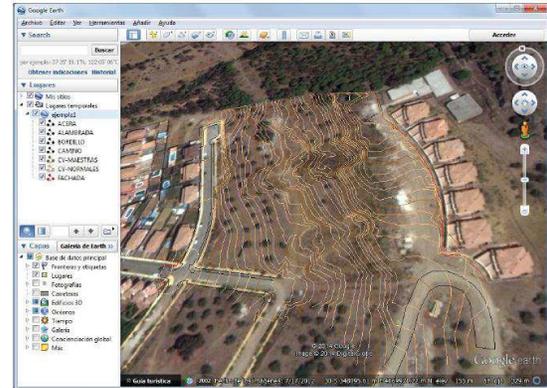


Figura 5. Imagen de Google Earth con curvas de nivel de terreno natural. (Aplitop 2014).

El software puede trabajar con (EPSG) es un base de datos que puede transformar de los datum geodésicos a verticales o viceversas que a su vez también está adaptado a (SIRGAS) esta base de datos puede transformar sistemas geográficos a, geocéntricos o proyectadas. Puede transferir coordenadas de algún dibujo sean proyectadas a planas o viceversa.

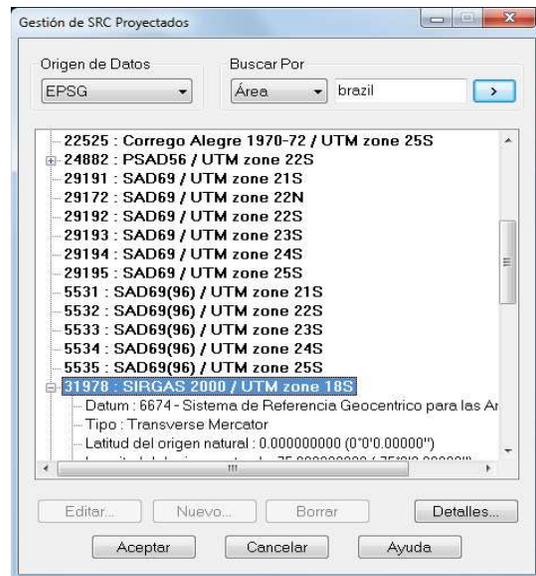


Figura 6. Lista de sistema de coordenadas y de zonas horarias. (Aplitop 2014).

3.3. ¿QUE ES EL CLIP?

Es el sistema de información para el diseño, control y construcción de carreteras, autovías, autopistas, canales, ferrocarriles, urbanizaciones, túneles, conducciones, desdoblamientos, ensanches y mejoras, refuerzo de firme y caminos de mayor agilidad y potencia.

terreno para generar plataformas integra los dos modelos realizado de una forma muy sencilla.

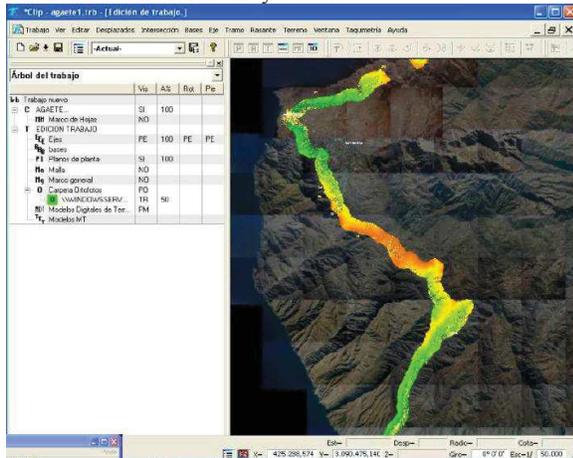


Figura 3. Imagen sobre otro modelo de la cartografía. (www.tool.es.)

3.3.4 Estudios de visibilidad

CLIP tiene una característica que es el estudio de visibilidad automatizado, en la que la informa la distancia de parada claro que de acorde a la normas de institución encargada de caminos, e indica si la distancia de parada cumple o no cumple con la norma y velocidad del camino.

El programa en su mismo estudio de visibilidad nos dice el impedimento o limitación de la velocidad del vehículo, a lo cual el operador del programa debe cambiar los parámetros de visibilidad.

Se menciona que el programa tiene un modelo integrado en 3D que genera un video de recorrido con el proyecto geométrico propuesto y en caso de no cumplir se proponen de nuevo un rediseño hasta cumplir con la visibilidad.



Figura 4. Estudio de visibilidad en modelo 3D. (www.tool.es)

3.3.5 Diagramas de masas

El programa tiene un módulo para el movimiento de tierras que es para obras lineales de todos los ejes de proyecto. En este estudio se toman en cuenta distintos factores como son coeficientes de compactación, esponjamiento, paso de cada material, el costo de extracción.

3.3.6 Tratamiento de alzado

El tratamiento grafico es la comparación de los perfiles longitudinales a lo cual se realiza un ajuste de rasante en muy poco tiempo, y a la vez minimiza el número de intentos hasta llegar a una adecuada solución.

Estos ajustes de rasante por lo regular suelen suceder cuando el perfil longitudinal se tiene que intersectar con algún ramal ya existente entonces se tiene que ajustar el perfil longitudinal tanto como en cunetas, pies de talud y líneas de sección.

Como toda modificación de un perfil hay una actualización o cambio de movimiento de tierras que se presenta al momento.

4.0. APLICACIONES DEL CIVILCAD EN CAMINOS

En esta imagen se aprecia que el civilCAD nos muestra un cuadrante de coordenadas del lugar donde se trazaron dos calles y nos muestran un cuadro de construcción de la poligonal de las dos calles en m2.

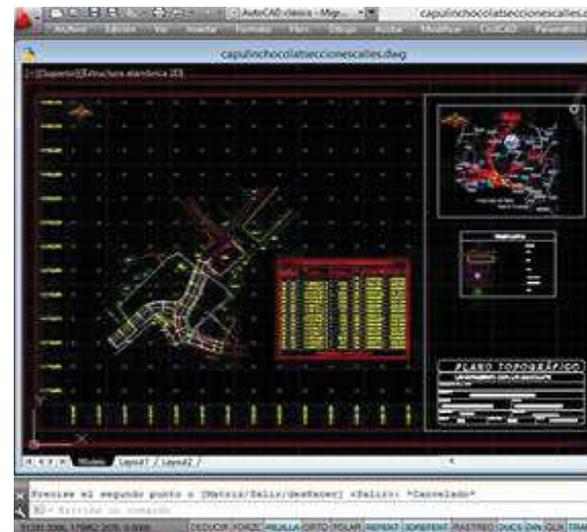


Figura 1. Planta topográfica. (Producto de civilCAD).

En esta imagen se muestra los puntos que fueron radiados por estación total o gps, así mismo se ve la triangulación, la línea verde es el eje de un camino existente y la línea azul es el nuevo eje de camino que existirá con unas curvas

horizontales mas comodas para el automovilista y el automovil,claro este es un camino municipal o local y esto es una muestra de lo que el programa de civilCAD es capaz de realizar.

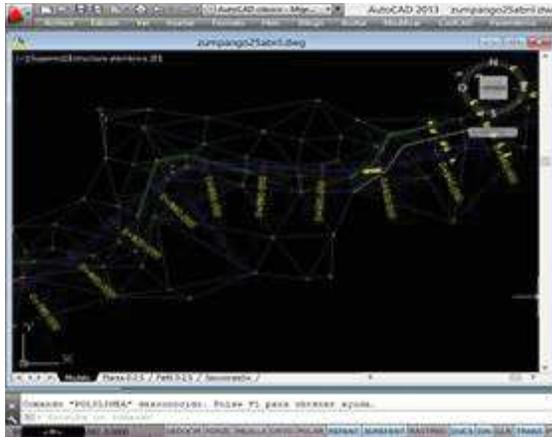


Figura 2. triangulacion y eje de proyecto con cadena miento. (Producto de civilCAD)

En esta imagen se muestra un perfil de terreno natural de un trazo de una calle con sus respectivos cadenamientos ,tambien se muestra el perfil de proyecto que es la linea roja la cual contiene las curvas verticales y en la imagen se ven las cotas, nos muestra la curva masa y nos muestra los volúmenes de las capas ya sean pavimentos o terracerias.

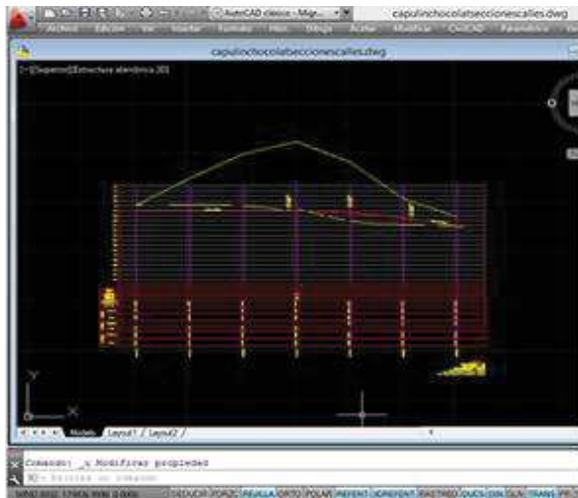


Figura 3. perfil de proyecto con sus respectivos volúmenes. (Producto de civilCAD)

Esta es una seccion de terreno natural a la cual se le monto una seccion de proyecto en este caso una obra de drenaje se aprecian ver cotas de arrastre del tubo y se ve a ke talud de terraplen es apropiado para la longitud de tubo . y esto nos sirve mucho porque en caso contrario si los taludes no son los apropiados se realizaria una correccion adecuada.

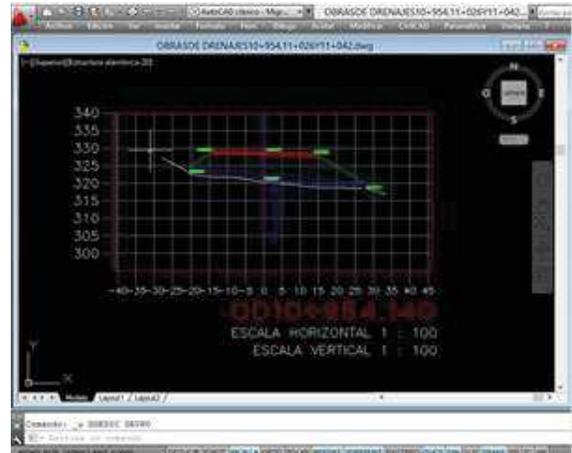


Figura 4. Sección de terreno natural con obra de drenaje. (Producto de civilCAD).

Esta es una sección de proyecto en este caso es para una calle y es lo mismo para caminos, se muestran un listado de las capas y sus áreas de metros cuadrados, se ve la pendiente de la tangente en este caso el 2%, los taludes de corte, cotas de terreno natural y cotas de proyecto y claro también su escala.

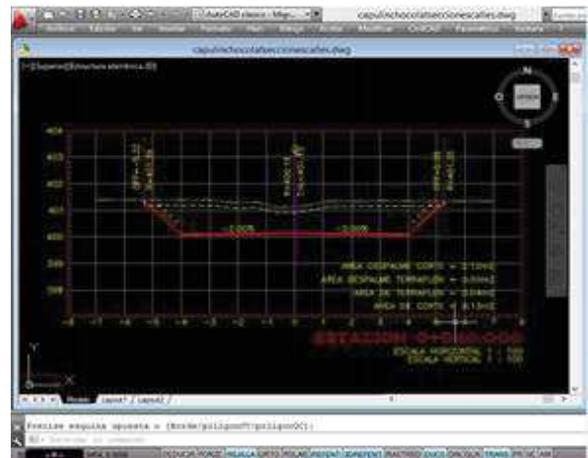


Figura 5. Sección de terreno natural con volúmenes. (Producto de civilCAD)

En esta imagen se muestra la triangulación, curvas de nivel del terreno natural y se aprecia un escurrimiento fluvial, también se ve el trazo de una línea azul en este caso es un trazo de una obra de drenaje, y con esta herramienta se proponen las obras de drenaje depende a la necesidad del lugar o estudio hidrológico.



Figura 6. Triangulación y curvas de nivel de una obra de drenaje. (Producto de civilCAD).

Aquí se aprecia el levantamiento topográfico de un camino y trazo de un proyecto que está a la mita desarrollado, también muestra camino existente lo que en este proyecto se busca que el camino sea lo más cómodo posible a la topografía del lugar y es por eso que se va proyectar al mismo tiempo que se va levantar y se aprecian unos puntos obligados por la topografía del lugar este es un camino de terracería municipal.



Figura 7. Planta de trazo de camino y levantamiento topográfico. (Producto de civilCAD)

El programa como se ha comentado también genera reportes de datos de curvas en este caso y con esta información se conoce las características que tiene esta curva.

ESTACION		deflexión	CIERDA INVERSA	DATOS DE CURVA	Azimuth	Azimuth Astronómico Calculado	Descripción
11	0+000.00						
12	0+357.49	PC	357.492	$\Delta = 0^\circ 41' 37.64''$ da	$283^\circ 28' 38.76''$		
13	0+402.12	PT	44.600	ST = 22.338	$280^\circ 7' 49.94''$		
14				PI = 0+379.83			
15				Gc = 3' 0' 0.00"			
16				Lc = 44.625			
17				Rc = 381.972			
18	0+429.50	TE	27.987	$\Delta = 19^\circ 44' 33.70''$	$276^\circ 47' 11.2''$		
19	0+449.50	EC	0' 50' 1.11"	19.998	STe = 49.993	$277^\circ 37' 22.2''$	
20	0+509.48	CE	7' 34' 53.04"	78.621	$\Delta_c = 14^\circ 44' 33.70''$	$284^\circ 21' 54.16''$	
21	0+528.48	ET	0.900	$\theta_e = 2' 30' 0.00''$			
22				PI = 0+479.40			
23				Gc = 5' 0' 0.00"			
24				Lc = 58.971			
25				Rc = 229.183			
26				Xc = 19.996			
27				Yc = 0.291			
28				K = 9.999			
29				p = 0.073			
30							
31	0+532.48	PI	4.000	$\Delta = 0^\circ 0' 43.09''$ da	$286^\circ 31' 34.82''$		
32	0+556.44	PI	23.987	$\Delta = 0^\circ 0' 55.93''$ da	$296^\circ 30' 51.74''$		
33	0+538.95	PI	80.404		$296^\circ 31' 47.67''$		

Figura 7. Reporte de curva horizontal, generada en civilCAD y exportado al programa de Excel. (Imagen de google).

5.0 CONCLUSIONES

La utilización del software civilCAD en caminos es una opción ideal para realizar proyectos geométricos, cuenta con muchas herramientas para proyectar curvas de distintas clases, con sus características que debe tener cada una .puede obtener secciones transversales, datos de la curva masa, genera reportes de obra , ajusta el alineamiento vertical cumplir con las especificaciones técnicas que marca la (SCT) a acorde a la topografía del lugar y la clase de camino a proyectar, y comandos especiales dentro del programa de la misma (SCT) y eso lo hace muy común en la república mexicana también practico.

Se hizo una comparación con otros softwares que también trabajan en conjunto con el (CAD) que son el (CLIP), (MDT), ambos son programas producidos en España. El (CLIP) en un solo fichero puede tener varios fases o ensayos de un mismo proyecto, así que en una sola puede pantalla más de dos programas y poderlos utilizar cuando se necesite y aparte tiene un comando especial que muestra un modelo 3D que recorre el tramo y hace estudios de visibilidad. El (MDT) puede procesar millones de puntos lidas en pocos minutos, y puede cuantificar volúmenes un área con dos mallas distintas por ejemplo una zona donde se levantó terreno natural y después se volvió a levantar pero el terreno natural ya no es el mismo y en el programa marca con un color distinto el área trabajada. También genera un modelo 3D mediante importación de imágenes georreferenciadas marcadas con un eje simula un recorrido sobre la línea también simula inundaciones dentro de la misma imagen.

El civilCAD para realizar una triangulación es muy eficiente a diferencias de este dos programas porque es las curvas tienen más parecido a la fisionomía del terreno

natural radiado, no nomas esa cualidad tiene si no que es más práctico y fácil de usar, también trabaja con imágenes georreferenciadas.

6.0. REFERENCIAS

- 1** APLITOP S.L. Sumatra, 9 – Urb. El Atabal E-29190 Málaga (España) Tlf: +34 95 2439771
Fax: +34 95 2431371 e-mail: info@aplitop.com
Web:
www.aplitop.comwww.aplitop.com/aplitop/subidas/documentacion/MDT%20topografía.pdfwww.aplitop.com/aplitop/subidas/documentacion/MDTV7Estandar.pdf
- 2** ARQCOM S.A. de C.V.
Av. Universidad #2096.Fracc. Indeco
Universidad , C.P. 22427
Tijuana, B.C. México
LADA Sin Costo 01800-626-0150 Tel. local (01-664)682-1401
<http://arqcom.mx/civilcad/www.asescomopus.com/siterz/idx.php/productos/civilcad/>
- 3** CLIP TOOL,S.A. Los Servicios
Tel+34917542263 e-mail:
comercial@tool.eswww.tool.es/web/ficheros/ficheros/clipw.pdf
- 4** <http://www.autodesk.es/autocad>
- 5** MANUAL DE PROYECTO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS (cuarta reimpresión)
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE (SCT).MEXICO
1991.http://www.sct.gob.mx/fileadmin/Direccion esGrales/DGRH/html_spc/formatos/manual_de_proyecto_geometrico_SCT.pdf