

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran evolución que tuvieron los software's de diseños geométricos de caminos, hoy representan una gran herramienta para aquellas personas que dedican gran parte de su tiempo

al diseño geométrico de carreteras. Se pueden obtener los volúmenes de movimientos de suelos y pavimentos, como también se obtienen en cuestión de minutos una gran cantidad de planos, que sería imposible de igualar sin la utilización de este tipo de herramienta.

Particularmente seleccioné como software base, el **Eagle Point 2001** en su versión Q1, por ser el software que utilizo habitualmente para dictar los cursos de diseño geométrico de carreteras.

Este manual es una guía paso a paso, que indica el procedimiento correcto para desarrollar un proyecto geométrico de una carretera con el uso del RoadCalc. La palabra correcto, hace referencia, a que en muchas ocasiones escuché, que el Software no funciona bien bajo algunos sistemas operativos, y en realidad, los problemas son debidos a un mal procedimiento en el uso del programa.

Los cuadros de diálogos que se muestran en esta guía, pertenecen al Eagle Point 2001 Q1, pero sirven como base para otras versiones.

Los procedimientos a seguir, son indicados con números y los textos dentro de un rectángulo (adyacentes a un cuadro de diálogo), son comentarios del autor o informan de las opciones que contienen los cuadros de diálogos.

Esta guía está organizada en dos módulos y estos se dividen en lecciones que se deben seguir secuencialmente, para completar un ejemplo a manera de tutorial.

Hasta la lección 5, corresponde al módulo **Surface Modeling**, con el cual construiremos el modelo digital del terreno y finalmente utilizaremos el módulo **RoadCalc**, para definir la carretera en función de su alineamiento horizontal, perfil de su rasante, sección típica y condiciones de diseño.

El primer módulo de la guía, será publicada en la www.lawebdelprogramador.com para que esté al alcance de todo el público de manera gratuita. El segundo módulo, tiene un costo de u\$s 50 y lo puede solicitar a compucad00@hotmail.com

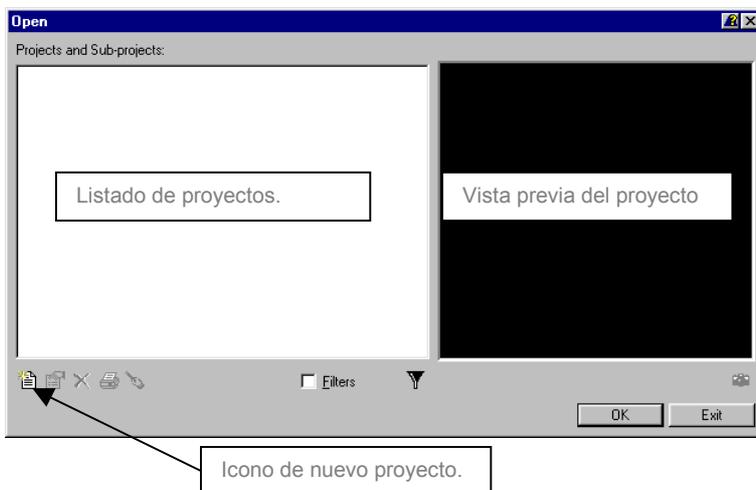
LECCION 1.1. - CREAR UN PROYECTO.

Un proyecto de Eagle Point consiste en por lo menos un archivo de gráfico CAD (archivo DWG), que servirá de base para el ingreso y salida de datos, que precisarán los comandos a utilizar.

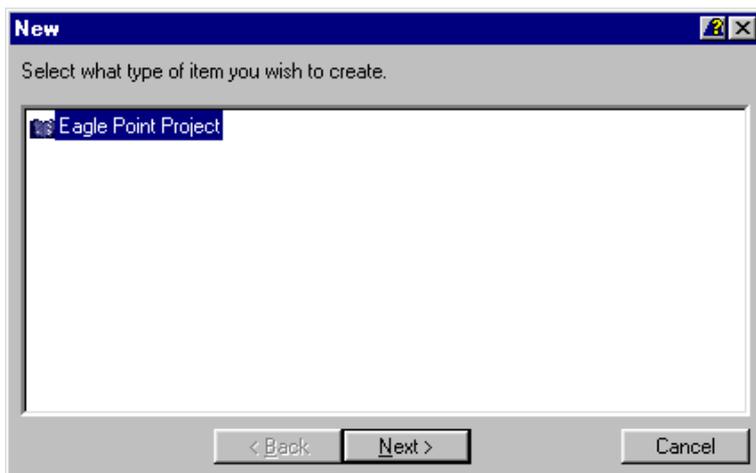
Se puede tener hasta 1000 archivos CAD por proyecto, pero el primer archivo CAD agregado al proyecto (al momento de crear el proyecto) es el **archivo CAD base del proyecto**, los otros archivos CAD que fueron agregados al proyecto, pueden ser utilizados por los módulos que no crean sub-proyectos. Para los módulos que pueden crear sub-proyectos, se puede utilizar cualquier archivo CAD para colocar objetos de planos, no obstante, es conveniente usar el **archivo CAD base del proyecto**.

Veamos los pasos necesarios para crear un proyecto en Eagle Point.

- 1) Ejecutar el Eagle Point. Se visualizará el siguiente cuadro de diálogo.

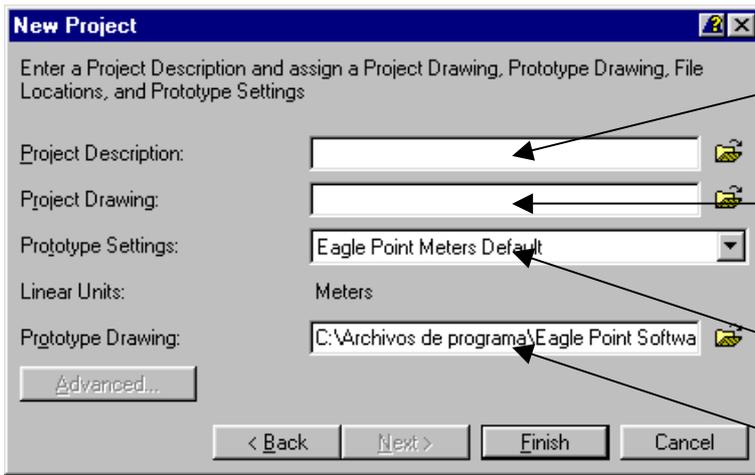


- 2) Clic en  (Nuevo proyecto), se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



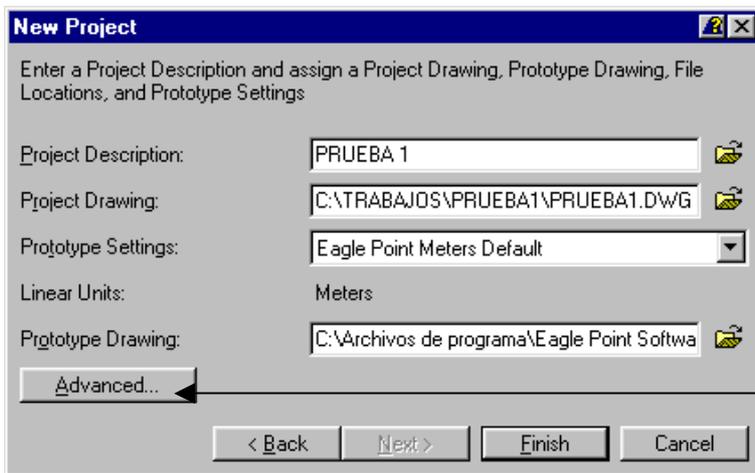
Como se trata del primer proyecto que estamos creando, en este listado nos aparece una sola opción de tipo de proyecto.
Al crear más adelante otro trabajo, veremos que se activan otras opciones en este cuadro de diálogo.

- 3) Clic en , se muestra el siguiente cuadro de diálogo.



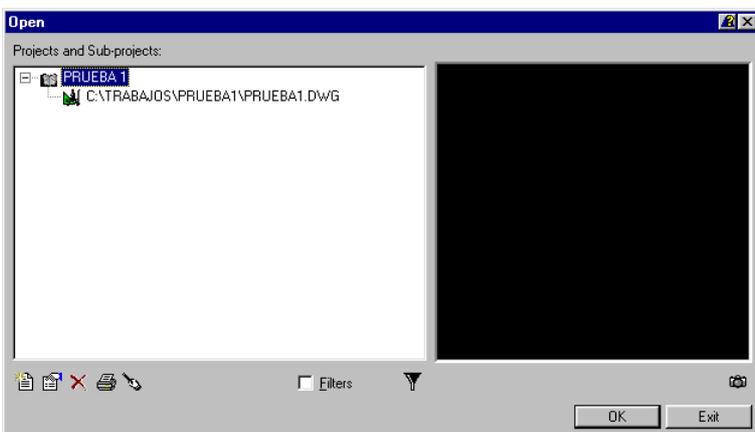
- Descripción del proyecto con el cual se identificará el proyecto en el listado de proyectos.
- Ruta de acceso al archivo DWG, que servirá para ingresar datos para que los procese el Eagle Point. Es conveniente que el archivo DWG no exista, para evitar posibles errores.
- Lista desplegable que permite seleccionar el prototipo que contienen las unidades, formatos, precisiones, parámetros CAD, escalas de impresión y Layers.
- Archivo de dibujo que se utiliza como base para crear el nuevo proyecto.

4) Debemos llenar los campos del cuadro de diálogo anterior, como muestra la siguiente figura.



- En el campo **Project Drawing**, es conveniente crear una estructura de directorios de tal forma que los trabajos de Eagle Point se almacenen dentro de un directorio específico, que generalmente llamo C:\TRABAJOS, luego de esta carpeta, indico otra carpeta con el mismo nombre que llevará el archivo DWG y por último escribo el nombre del archivo de dibujo con su respectiva extensión. De esa manera los archivos generados por el Eagle Point se almacenarán en la carpeta donde se ubica el archivo DWG, y se evitará que se sobrescriban algunos archivos de datos de uno u otro proyecto.
- El botón **Advanced...**, permite especificar una ubicación para los archivos de datos y los archivos de impresión, la cual puede ser diferente de la ubicación del archivo CAD base del proyecto. Otorga más flexibilidad si se desea separar los archivos de datos de los archivos CAD. Es conveniente no modificar esta opción, por defecto estas rutas tienen la misma ubicación que el archivo CAD base del proyecto.

5) Clic en **Finish** para que se genere el proyecto y visualizamos:



LECCIÓN 1.2. - ABRIR UN PROYECTO.

Por defecto cuando ejecutamos el Eagle Point, se activa el comando Abrir, el cual permite abrir; un proyecto, un archivo CAD o un subproyecto.

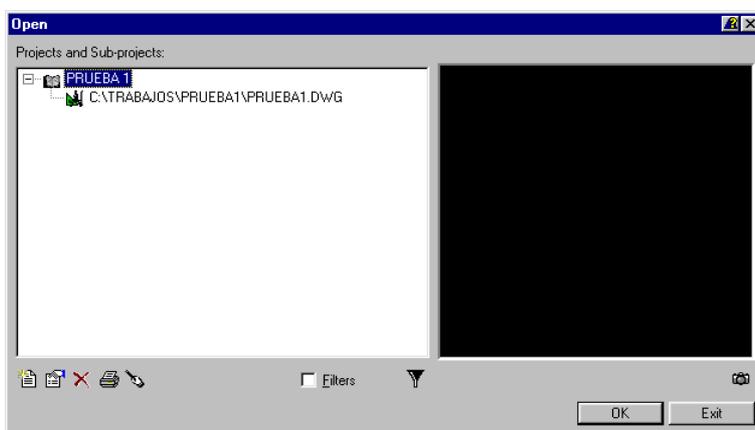
Si seleccionamos la descripción del proyecto y luego se presiona sobre el botón OK, se ejecutará el AutoCAD con el archivo CAD base del proyecto.

Si se seleccionamos un archivo CAD y luego se presiona el botón OK, se ejecutará el AutoCAD con el archivo seleccionado.

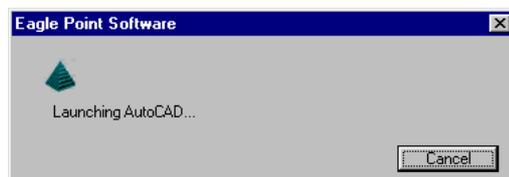
Si seleccionamos un subproyecto y luego presionamos el botón OK, se carga el menú de Eagle Point y la barra de herramientas del módulo adecuado para trabajar con ese subproyecto.

Veamos como abrimos el proyecto creado en la lección anterior.

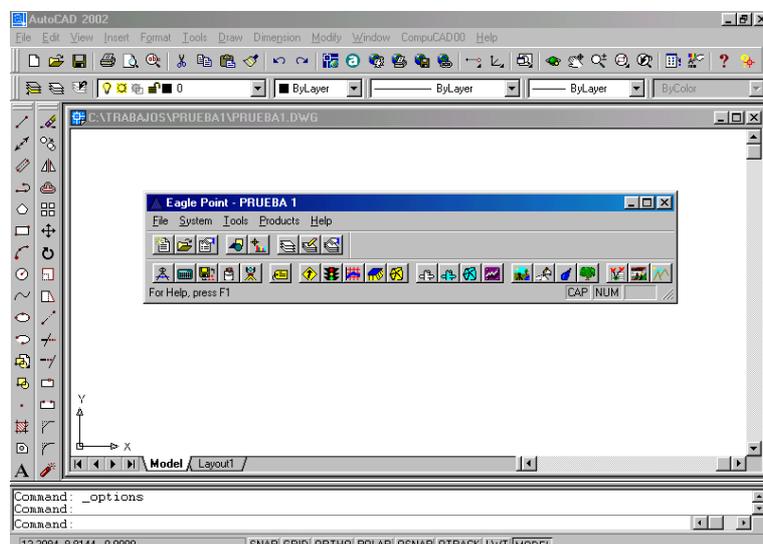
- 1) Ejecutamos el Eagle Point, y tenemos.



- 2) Clic en , se mostrará:



Lo cual indica la ejecución del AutoCAD, al cabo de unos segundos mostrará.



LECCION 1.3. - TRANSFERIR PUNTOS ASCII AL PROYECTO DE EP.

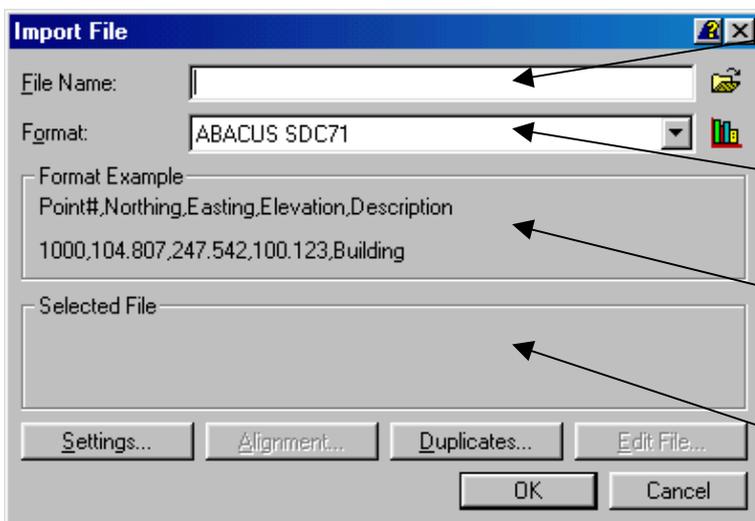
1) De la ventana de EP.



Clic en  (Módulo Data Transfer), y se visualiza:



2) Clic en  (Import File), se muestra el siguiente cuadro de diálogo:

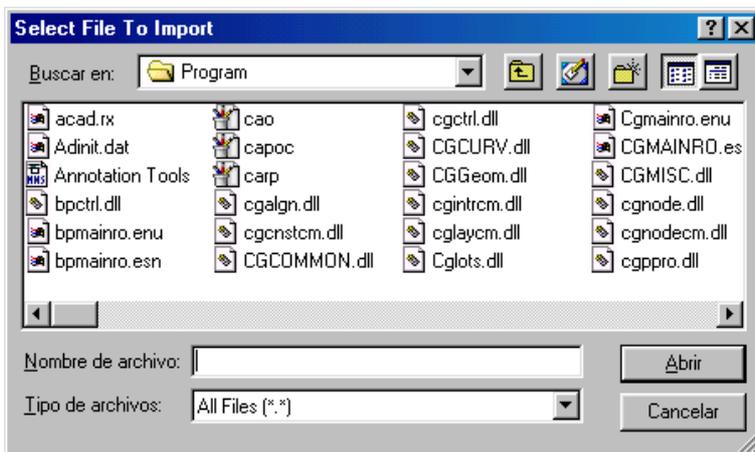


- camino y nombre del archivo que contiene los puntos topográficos.
- forma en la que están almacenados los puntos topográficos.
- vista previa del formato seleccionado en la lista desplegable **format**.
- vista preliminar del archivo seleccionado en el campo **file name**.

Supongamos que tenemos el siguiente archivo de puntos topográficos:

C:\PUNTOS\SMTUTOR.TXT, hacemos

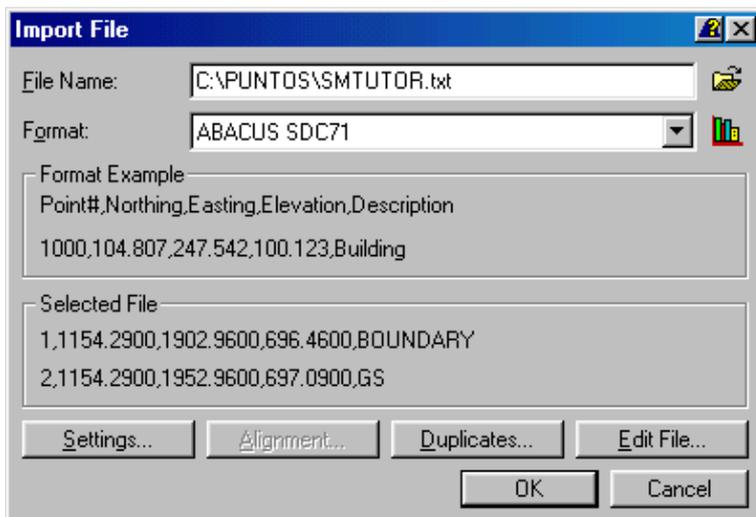
3) Clic en  y se visualiza:



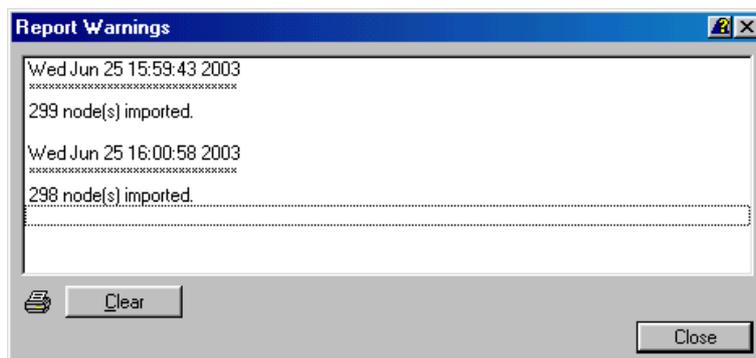
- 4) Clic en  hasta subir al nivel de directorios c:\.



- 5) Doble clic en  Puntos , buscamos en el listado de archivos, el archivo SMTUTOR.TXT y sobre él hacer doble clic, obtendremos:



- 6) Clic en  para que los datos topográficos se transfieran al archivo CAD base del proyecto. Al cabo de unos segundos, se muestra el siguiente cuadro de diálogo.



El cual nos informa de la cantidad de nodos importados al archivo CAD base.

- 7) Clic en  , para cerrar este cuadro. Podemos cerrar la ventana del Data Transfer.

Para ver los puntos topográficos transferidos, debemos hacer un **Zoom Extensión** en AutoCAD.

LECCION 1.4. - ESCALA DE IMPRESIÓN.

Es importante elegir la escala de impresión, para configurar de una manera correcta las alturas de los textos y los tamaños de los símbolos de los nodos.

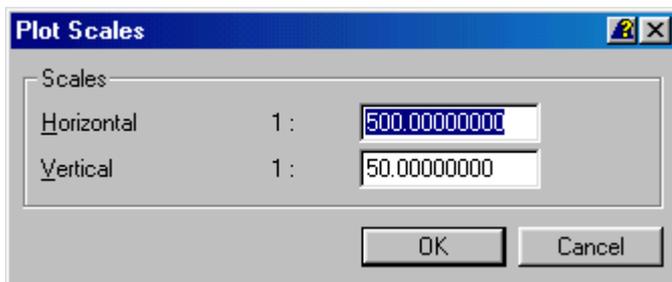
Una manera de seleccionar una escala de impresión es la siguiente:

Una vez importado los puntos, debemos consultar con el comando DIST de AutoCAD, las dimensiones de la nube de puntos, y de acuerdo al tamaño de papel que dispongamos para el ploteo, debemos seleccionar una escala de impresión.

Supongamos que tenemos 1000x800 mts en la nube de puntos, y suponiendo que disponemos de un papel en formato A2 (840 mmX 594 mm), entonces elegimos la escala 1:2000, para que todos los puntos puedan salir impresos en ese tamaño de papel.

Para elegir la escala de impresión, hacemos:

De la barra de menú de Eagle Point, clic en **Tools**, y luego en **Plot Scales...**, y se visualiza:



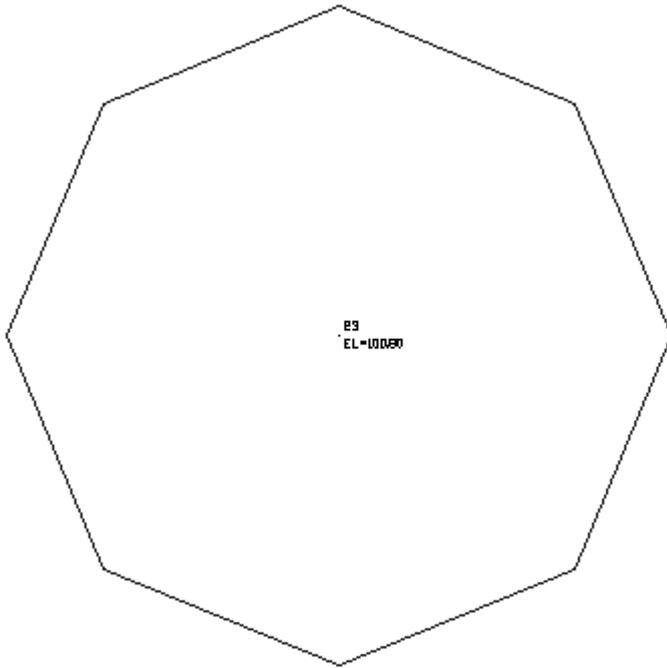
Para nuestro ejemplo desarrollado en el libro, vamos a elegir :

Escala Horizontal 1:1000

Escala Vertical 1:100

LECCION 1.5. - CONFIGURACION DE LOS SIMBOLOS Y ATRIBUTOS DE LOS NODOS (códigos de campo).

Cuando importamos los puntos de un levantamiento topográfico con el **Data Transfer**, observamos lo siguiente:



Donde, a pesar de hacer un zoom ventana del tamaño del símbolo del nodo, no podemos visualizar con claridad el valor de los atributos del nodo.

Para solucionar este inconveniente, es necesario utilizar la opción **System** de la barra del menú de Eagle Point y luego la opción **Node (Field Code) Library...** la cual activará el siguiente cuadro de diálogo.

Node (Field Code) Library

Current Field Code Library: EP Default Symbols

| Field Code | Description | Attribute Style |
|------------|-------------|-----------------|
| 32 | DOT | EP Default |
| 65 | CIR | EP Default |
| 66 | BOX | EP Default |
| 67 | TRI | EP Default |
| 68 | RHO | EP Default |
| 69 | DIA | EP Default |
| 70 | PLUS | EP Default |
| 71 | X | EP Default |
| 72 | XCIR | EP Default |

El cuadro de diálogo incluye un panel de herramientas con opciones como 'Attribute Styles...', 'Global Modify...', 'Filter' y 'Close'. Una imagen de previsualización muestra un símbolo de círculo con una 'X' amarilla.

Librería de Símbolos actual.

Imagen previa del símbolo seleccionado en el listado de símbolos

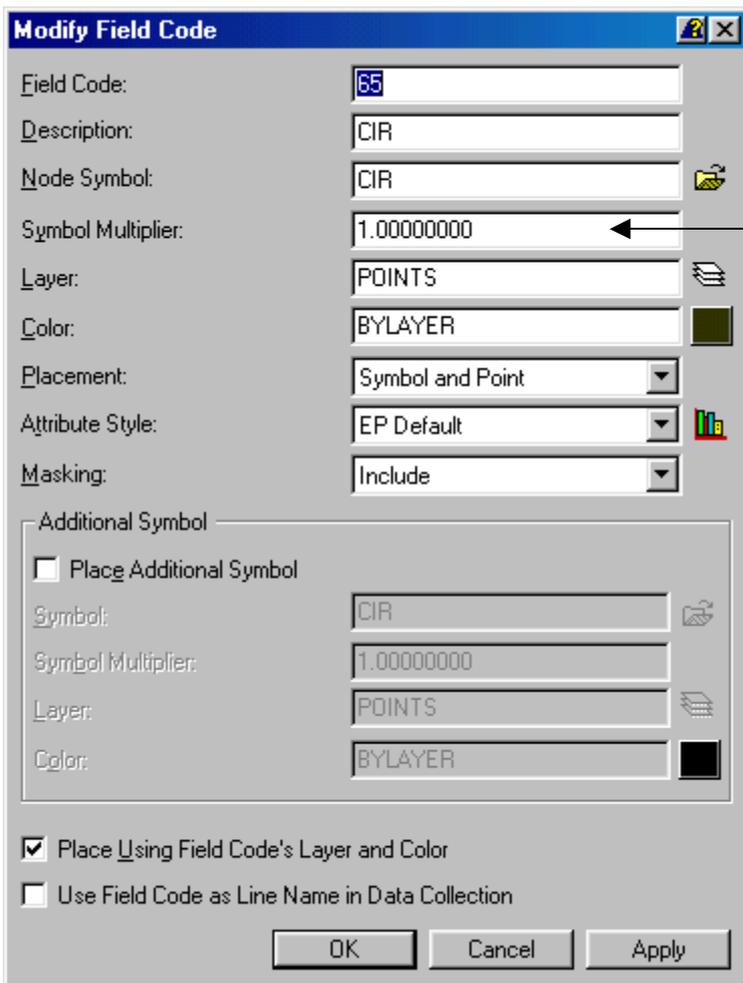
Listado de símbolos contenidos en la biblioteca Actual.

Permite cambiar todos los símbolos con las siguientes opciones: multiplicador de escala, estilo de atributo, enmascarar, y si utilizar o no, el layer y el color del símbolo.

Se utiliza para determinar que atributos de colocarán con el símbolo del nodo.

Permite Crear, modificar, copiar, eliminar e imprimir las propiedades de los símbolos.

1) Hacemos clic en  (Modificar), y se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



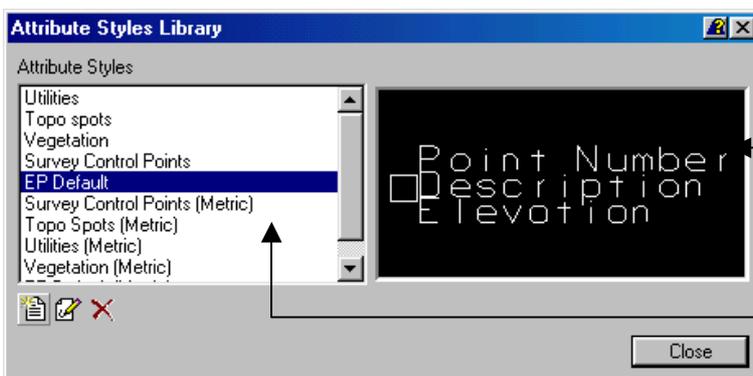
Factor de escala que reduce o aumenta el tamaño del símbolo y lo ajusta alrededor de su punto de inserción

2) Cambiar el valor del campo **Symbol Multiplier**, en este caso queremos reducir su tamaño, por lo tanto le pondremos un valor igual a 0.10.

3) Luego, clic en  , volveremos a cuadro de diálogo anterior.

También es necesario aumentar el tamaño del atributo (texto que acompaña al símbolo), veamos:

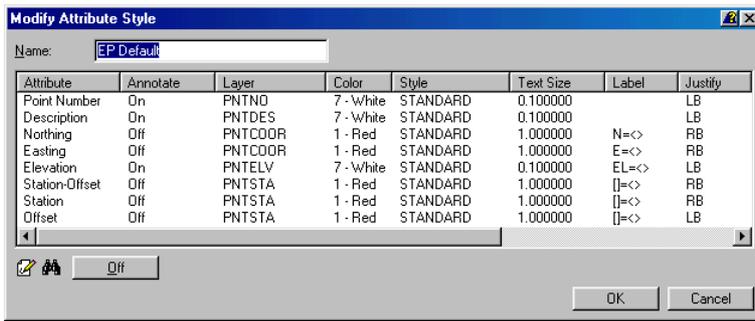
4) Clic en  , se visualizará:



Vista previa que muestra los datos que aparecerían si es colocado el atributo seleccionado en el listado.

Listado de los tipos de atributos definidos en el Eagle Point

5) Clic en  (Modificar) , para que se muestren las propiedades de los atributos del estilo seleccionado.



6) Clic en el campo que se desea modificar , por ejemplo en **Description**.

7) Luego clic en  (Modificar), y se visualiza:

Modify Attribute Item

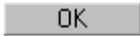
- Layer:** PNTDES. Capa en la cual se ubicará el atributo.
- Color:** 7 - White. Color con el que se mostrará el atributo.
- Style:** STANDARD. Estilo de Texto que usará el atributo cuando sea colocado en el dibujo.
- Text Size:** 0.100000 mm. Especifica el tamaño del texto en mm para el atributo.
- Label:** (Empty). Es un sufijo o prefijo que precederá o seguirá al atributo: Por ejemplo para el atributo elevación el Label será EL=<>, en donde <> es la elevación del objeto.
- Justify:** Bottom Left.
- Delta X:** 0.06700000 mm. Distancia desde el punto de inserción del símbolo hasta el punto de justificación del atributo en la dirección X.
- Delta Y:** -0.03500000 mm. Distancia desde el punto de inserción del símbolo hasta el punto de justificación del atributo en la dirección Y.
- Rotation:** 0.00000000. Angulo del vector direccional del atributo. El valor cero significa horizontal.
- Precision:** 0. Número de dígitos significativos que son ubicados detrás del punto decimal del atributo.

8) Cambiar los valores de los campos del cuadro anterior, de acuerdo a la siguiente tabla:

| | Text Size | Delta X | Delta Y |
|---------------------|-----------|---------|---------|
| Point Number | 1.50 | 0.75 | 1.00 |
| Description | 1.50 | 0.75 | -1.00 |
| Elevation | 1.50 | 0.75 | -3.00 |

9) Repetimos del paso 6, para seleccionar los campos **Point Number** y **Elevation**.

Luego de modificar los valores de los tres campos indicados en la tabla, hacemos:

10) Clic en .

Una vez modificados los valores de altura y desplazamiento de los atributos, debemos cerrar los cuadros hasta quedar sólo con la ventana de EP.



Debemos borrar los nodos introducidos anteriormente en el **AutoCAD** y luego importarlos de nuevo con el módulo **Data Transfer** y observaremos los nodos con la nueva configuración.

108
GS
EL = 715.82

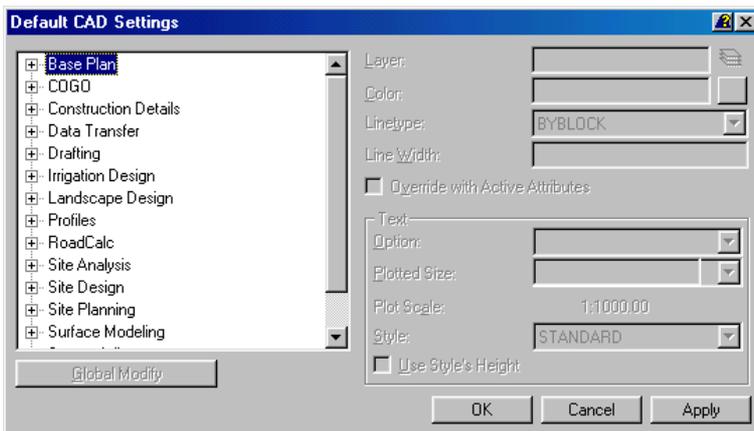
Los valores de dimensiones de los atributos y de los símbolos ingresados, no son afectados cuando seleccionamos la escala de impresión, esto significa que de acuerdo a la escala de impresión que seleccionemos, los valores ingresados se mantendrán fijo en el papel, pero no así en el espacio modelo.

LECCION 1.6. - CONFIGURACION DE LOS PARAMETROS CAD.

Existen comandos en diferentes módulos del Eagle Point, que dibujan objetos automáticamente, como por ejemplo las anotaciones en las curvas de nivel. Para especificar un tamaño adecuado de mencionado objeto, es necesario utilizar el comando **Default CAD Settings**.

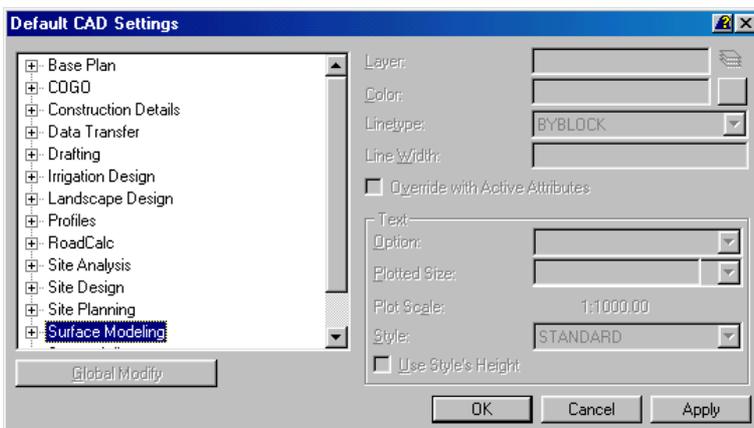
Entonces:

- 1) De la barra de menú de EP, clic en **System**, y luego clic en **Default CAD Settings...**, se visualiza el siguiente cuadro de diálogo.

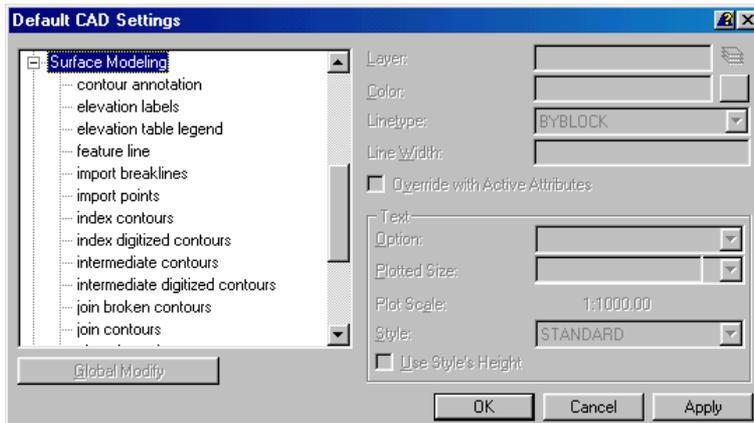


A la izquierda del cuadro de diálogo tenemos un listado de los módulos que tenemos instalados del EP.

- 2) En el listado de los módulos, buscamos y seleccionamos **Surface Modeling**, y se muestra:

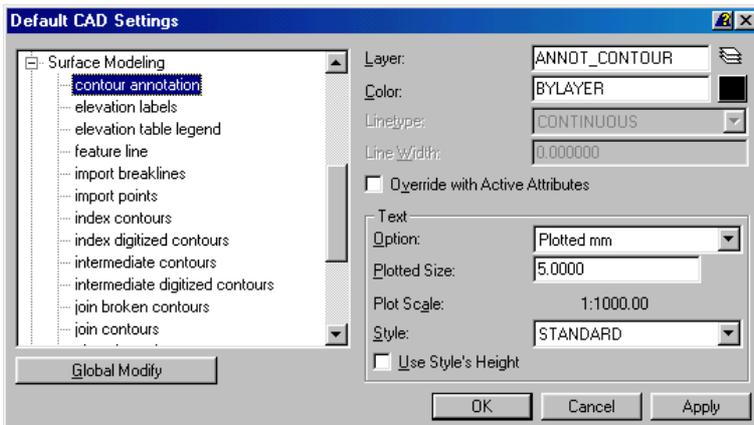


- 3) Clic en el signo + correspondiente al **Surface Modeling**.



Se pueden observar los diferentes objetos que se dibujan automáticamente con los comandos del **Surface Modeling**.

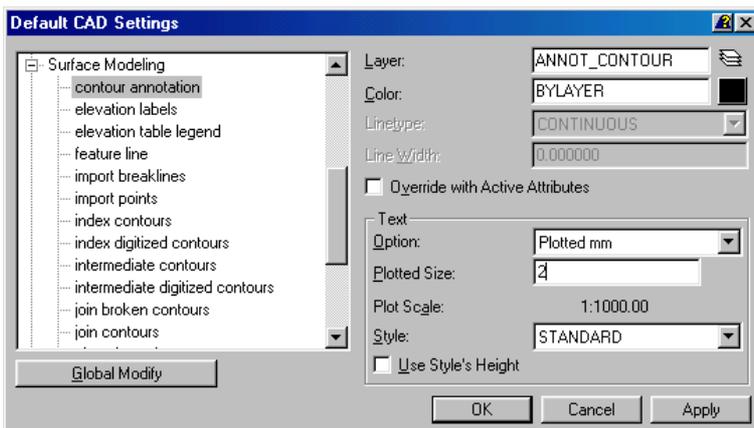
- 4) Clic en **contour annotation**, y se visualiza:



Donde se pueden editar los diferentes atributos del texto que se genera cuando anotamos una curva de nivel.

Supongamos que queremos modificar la altura del texto de 5mm a 2mm, entonces:

- 5) Clic en el campo **Plotted Size**.
- 6) Borramos el valor actual (5.0000).
- 7) Tipeamos 2 , obtenemos.



- 8) Clic en **OK**.

De esta manera cuando llegue el momento de anotar las curvas de nivel, el texto que se genera automáticamente, tendrá una altura de 2 mm en el papel de impresión.

LECCION 2.1. - DECLARAR UN MODELO DE SUPERFICIE.

El modelo de superficie es un mallado de triángulos, que se obtienen conectando todos los nodos válidos y objetos seleccionados, de acuerdo al método de triangulación Delaunay. A veces se hace referencia al mismo, como Red Irregular Triangulada (TIN) ó Modelo Terrestre Digital (DTM).

Cuando se crea un modelo de superficie, se generan archivos que se escriben en el disco duro, en la carpeta especificada en el momento de crear el proyecto.

Se pueden definir hasta 99 modelos de superficies por proyecto.

Cada modelo de superficies puede tener su propio conjunto de curvas de nivel, mallado rectangular, etc. Y el administrador de modelos de superficies, permite la vinculación de los archivos de cada modelo en particular.

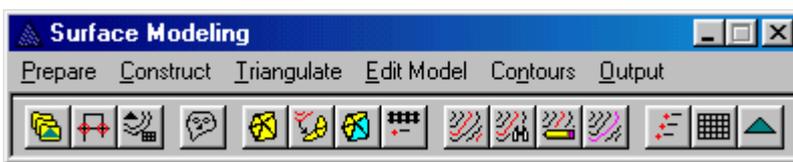
Por ejemplo se puede tener un modelo de superficie para representar el terreno natural original y otro para representar la superficie de diseño.

Cuando declaramos un nuevo modelo de superficie se puede especificar dónde se dibujará el resultado gráfico del Surface Modeling, este resultado puede ser dibujado en el archivo CAD base del proyecto o en un archivo CAD externo que se especifique, esto permite dibujar los resultados de triángulos, curvas de nivel y grillas rectangulares en otro archivo CAD, de manera de no aumentar el tamaño del archivo CAD base del proyecto.

Es una condición necesaria declarar un modelo de superficie para realizar la triangulación.

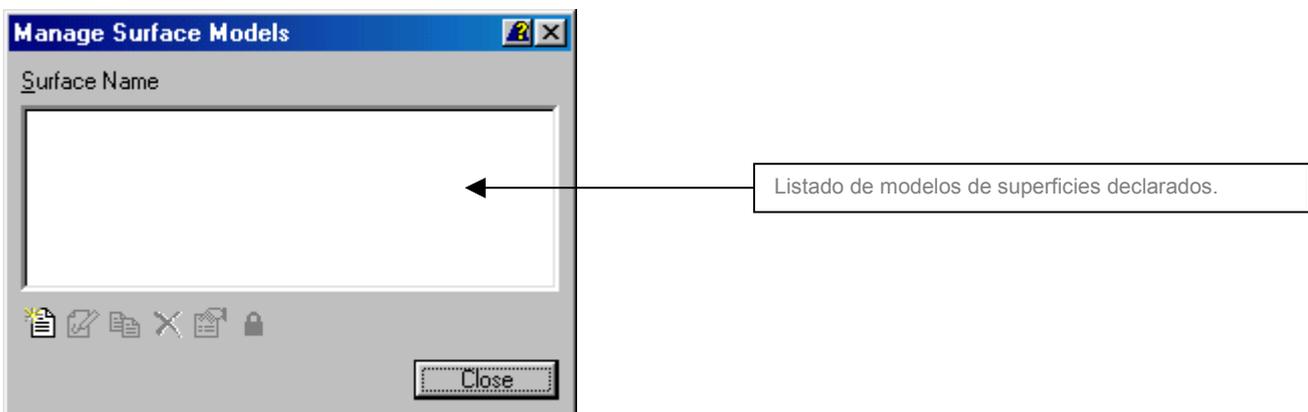
Veamos como declaramos un modelo de superficie.

- 1) De la ventana Eagle Point, clic en  (Surface Modeling), se visualiza :

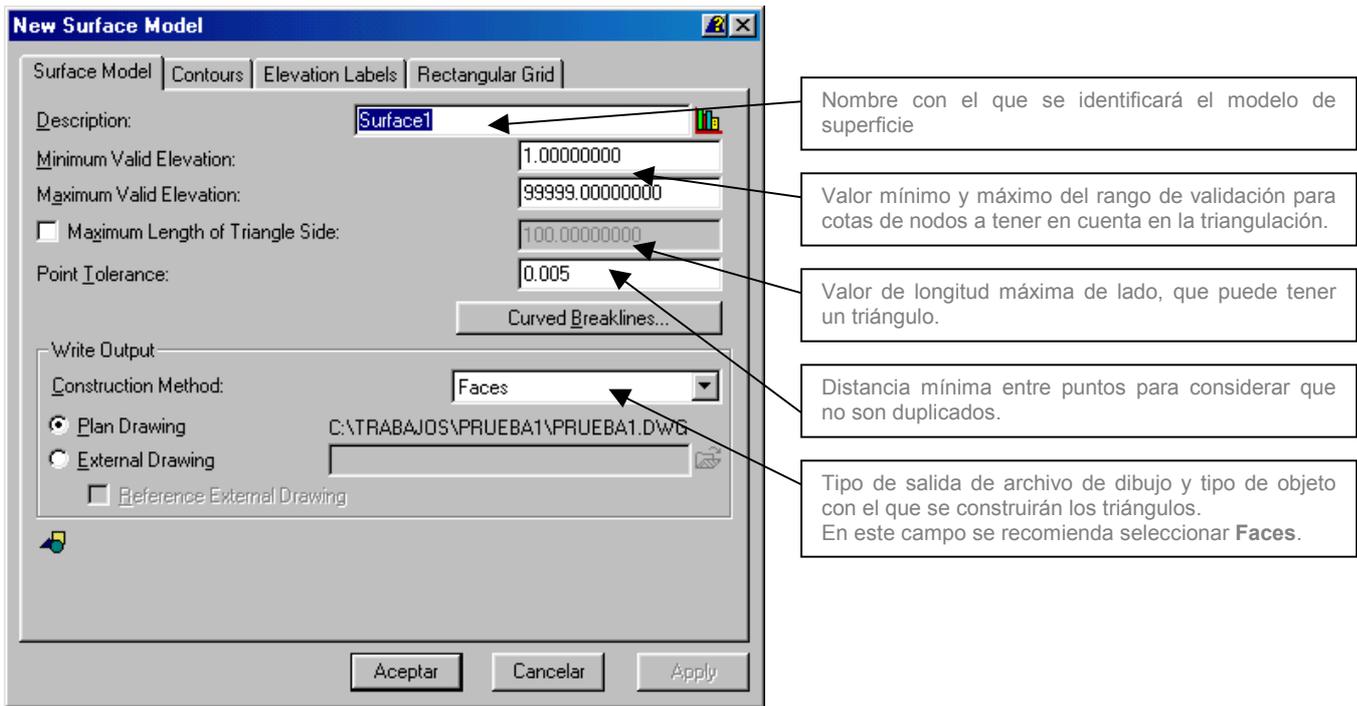


Donde tenemos los comandos del módulo Surface Modeling.

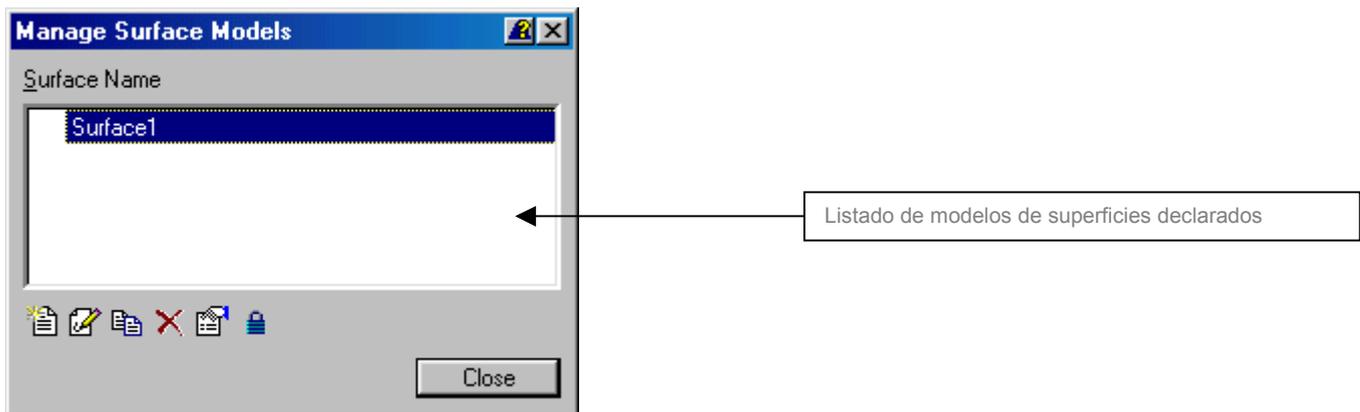
- 2) De la barra de menú descolgable, clic en **Prepare**, luego clic en **Manage Surface Models...**, y se muestra:



- 3) Hacemos clic en  (Nuevo), y visualizamos:



4) Clic en **Aceptar**, para aceptar los valores por defecto, y se muestra:



5) Clic en **Close**.

De esta forma tenemos declarado un modelo de superficie llamado **Surface1**, el cual será solicitado cuando necesitemos hacer una triangulación.

LECCION 2.2. - TRIANGULACION.

La rutina de triangulación Delaunay, consiste en que; un círculo dibujado a través de los vértices de cualquier triángulo, no contiene otro punto.

Las líneas de cortes (línea que ningún lado de triángulo puede cruzar), permiten controlar cómo se crean los modelos de superficies. También es posible especificar un límite de triangulación del límite exterior.

Cualquier objeto que tiene una elevación (coordenada $Z > 0$), puede usarse al crear un modelo de superficie. Esto incluye puntos de inserción de textos, líneas, bloques, etc.

La rutina de triangulación, crea un modelo de superficie usando los objetos visibles dentro de su conjunto de selección. Una forma fácil de controlar los objetos que se usarán en la creación de un modelo de superficie, es mediante la activación y congelamiento de capas (layers).

Otra manera de limitar los objetos, es definiendo un rango de elevaciones válidas para la triangulación, especificando una valor de elevación mínimo y otro máximo, los objetos que tengan un valor de elevación dentro de ese rango, son los que participarán en la triangulación.

Es posible dibujar los triángulos en el archivo DWG, y esto es un requisito si se quiere editar el modelo generado, pero no se necesitan ver los triángulos para usar los comandos de Generar curvas de nivel. De echo, el archivo DWG permanecerá más pequeño si no se ponen los triángulos.

Se puede asegurar la exactitud del modelo de superficie, proporcionando a la rutina de triangulación un control adicional con:

Limites predefinidos.

Regiones Vacías.

Líneas de cortes.

Enmascarado de objetos.

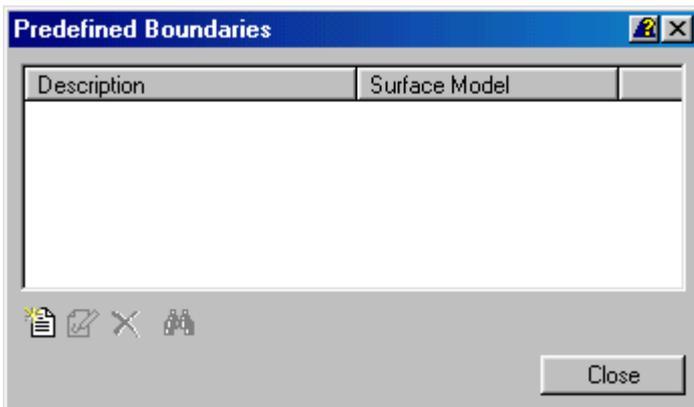
Densificación de objetos.

LECCION 2.3. - LIMITES PREDEFINIDOS.

Los límites de la triangulación se utilizan para especificar que los objetos que se encuentren dentro de este límite, intervengan en la triangulación. También condiciona la construcción de los triángulos de manera tal que ningún lado de triángulo pueda atravesar un segmento del límite.

El límite se debe dibujar en una capa específica (por ej. LIMITE) con objetos del tipo polilínea 2D cerrada en elevación cero. Una vez dibujada la polilínea 2D cerrada, debemos realizar los siguientes pasos.

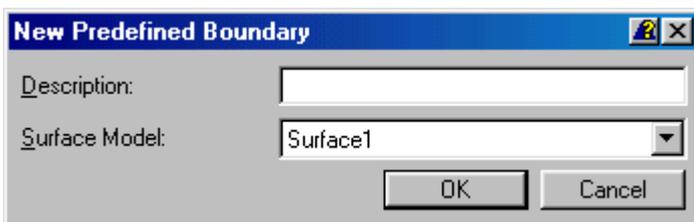
- 1) Del menú descolgable de Surface Modeling, clic en **Prepare**.
- 2) Clic en **Predefined Boundaries...**, se visualiza.



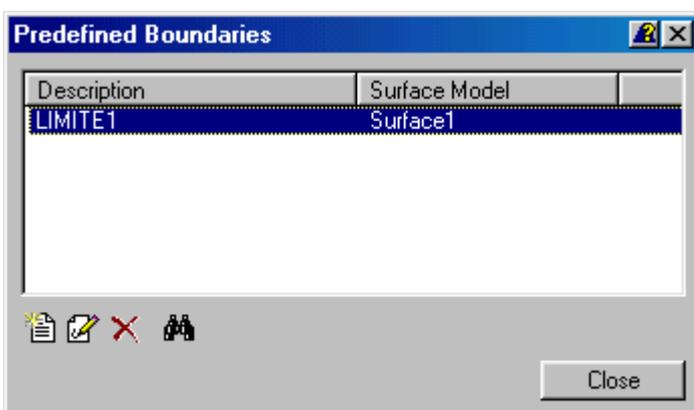
- 3) Clic en , se muestra en la zona de comandos de AutoCAD.

```
Command: *Cancel*
Command: epcommand
Select boundary:
```

- 4) Clic sobre la polilínea 2D cerrada dibujada en AutoCAD, se visualiza.



- 5) En el campo Description, tipeamos LIMITE1.
- 6) Clic en **OK**, se muestra.



- 7) Clic en **Close**.

LECCION 2.4. - REGIONES VACIAS PREDEFINIDAS.

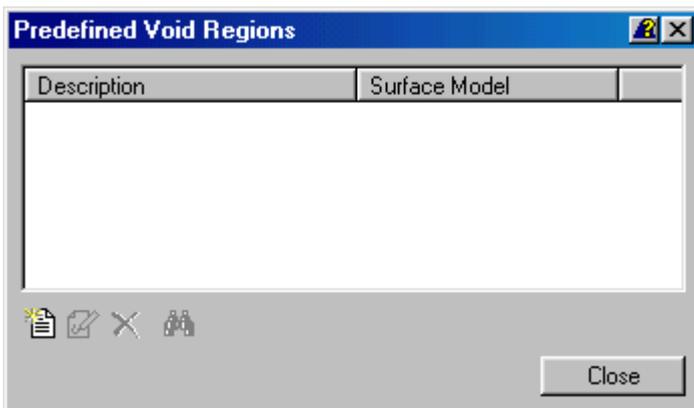
Las regiones vacías, son áreas dentro del modelo de superficie donde no se produce la triangulación.

El objeto que define una región vacía, debe ser una polilínea 2D cerrada, con elevación cero y en una capa específica (por ej. VACIO).

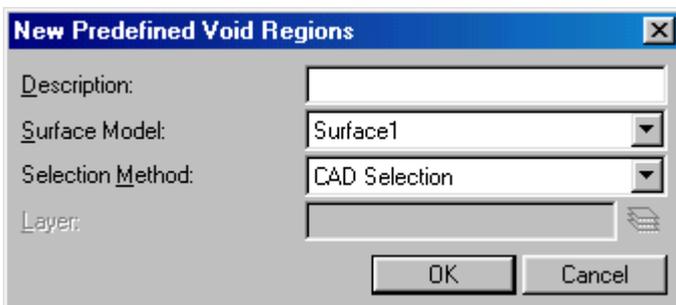
En otras palabras, una región vacía es un límite interior que se utiliza para especificar una zona donde no se deben crear los triángulos al ejecutar el comando triangulación.

Para predefinir una región vacía hacemos.

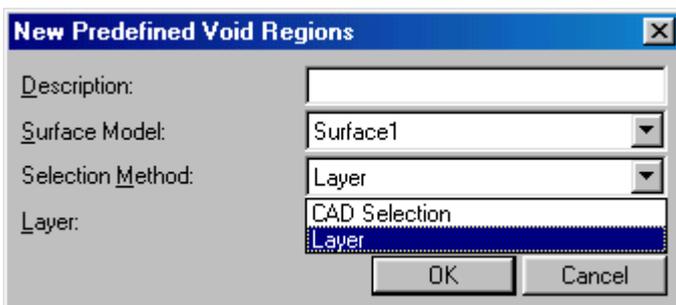
- 1) Del menú descolgable de Surface Modeling, clic en **Prepare**.
- 2) Clic en **Predefined Void Regions...**, se muestra.



- 3) Clic en , se muestra.

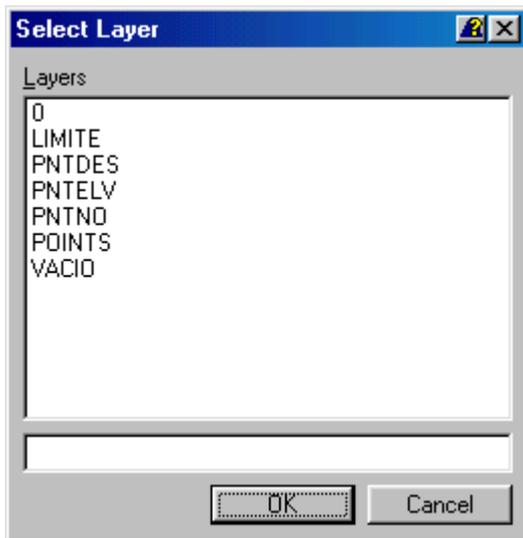


- 4) En el campo **Description** tipeamos, VACIO1.
- 5) Clic en la lista descolgable perteneciente al campo **Selection Method**, como muestra la siguiente figura.

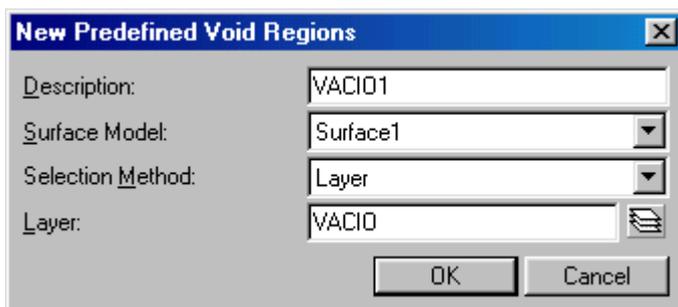


- 6) Seleccionar la opción **Layer** de la lista descolgable.

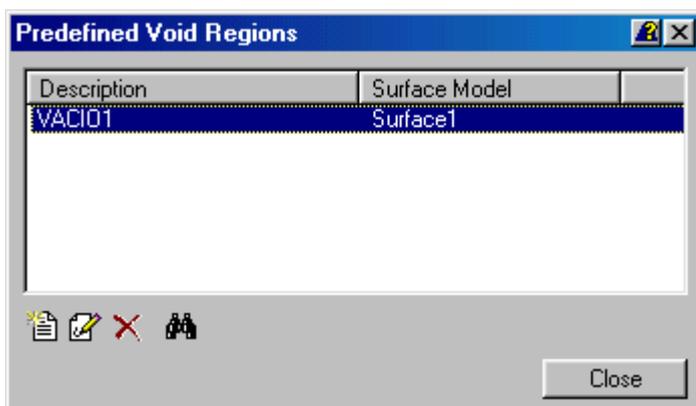
- 7) En el campo **Layer** , clic en  , para visualizar las capas que tenemos actualmente en el archivo CAD base del proyecto. Se muestra.



- 8) Clic sobre el texto VACIO de la lista de capas. Para seleccionar la capa donde se dibujó la polilínea que indica la región vacía.
- 9) Luego, clic en  , se muestra.



- 10) Clic en  , se muestra.



- 11) Clic en  .

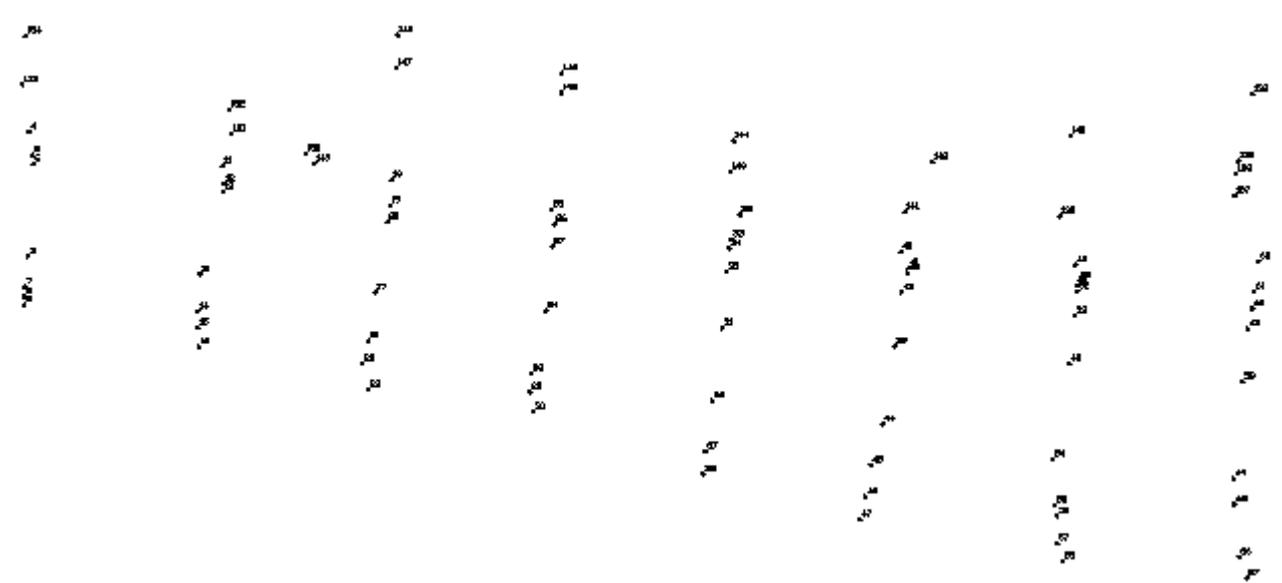
LECCION 2.5. - LINEAS DE CORTES.

Generalmente cuando se realiza el relevamiento topográfico de un terreno, el topógrafo mide los puntos donde observa un cambio de pendiente, si unimos estos puntos con una polilínea 3D, estaremos definiendo las líneas de corte.

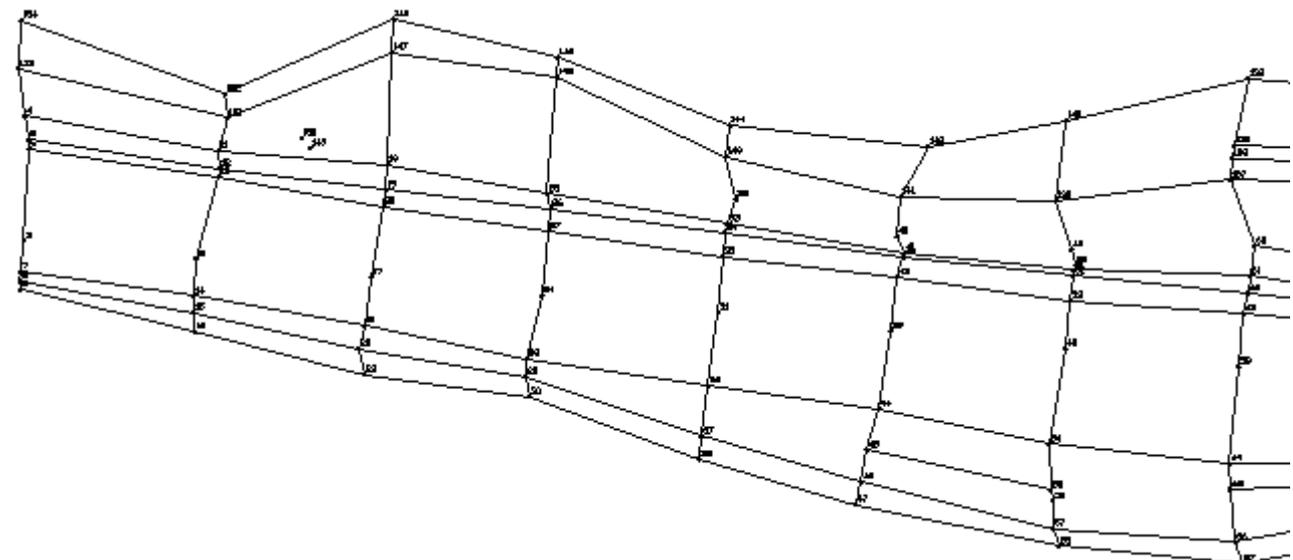
Las líneas de corte sirven para limitar la triangulación de la manera que el usuario pueda controlar la construcción de los triángulos ya que cualquier lado de un triángulo, no puede cruzar una línea de corte. Esto es muy útil porque de esa forma podemos elegir los puntos que deben formar un triángulo.

Supongamos el caso de un canal de desagüe pluvial. En el levantamiento topográfico debemos tomar los puntos que definen las líneas de cambio de pendiente, o sea las líneas de los bordes superiores y los bordes de fondo, estos puntos son los que indicarán por donde se sitúa una línea de corte.

Veamos un ejemplo práctico de los casos de levantamientos topográficos para el estudio de una carretera. Estos levantamientos, generalmente se hacen midiendo en forma de secciones transversales a una distancia determinada entre secciones, como muestra la siguiente figura.



Las líneas de corte en este caso serían.



LECCION 2.6. - ENMASCARADO DE OBJETOS.

Enmascarar objetos, es definir cómo se tratarán los objetos cuando se crea un modelo de superficie.

Al crear un modelo de superficie, Surface Modeling, nos solicita que seleccionemos los objetos que intervendrán en la triangulación y todas las líneas, arcos, polilíneas 2D y polilíneas 3D, se tratan como líneas de cortes.

El enmascarado permite especificar los puntos y líneas que se comporten de otra manera al crear el modelo de superficie.

Existen cuatro maneras de enmascarar un objeto:

Include : Es la forma en que están todos los objetos enmascarados (por defecto). Significa que todos están incluidos para participar en la triangulación.

Exclude : Excluye a los objetos enmascarados con este modo, de participar en la triangulación.

No Break : Las líneas y polilíneas enmascaradas con este modo, solo tienen en cuenta las coordenadas de sus vértices para la triangulación y no se las considera líneas de corte.

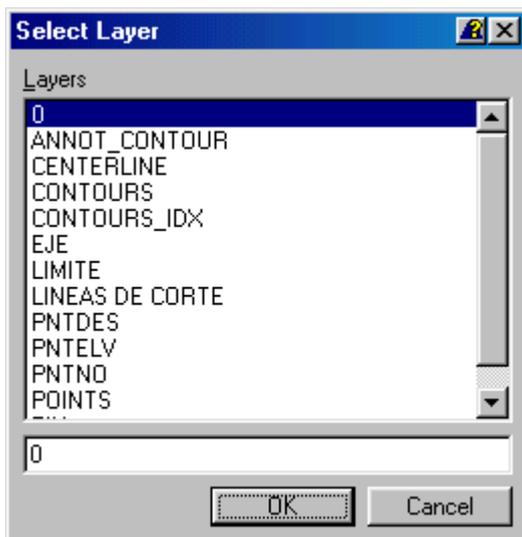
Soft Break : Las líneas y polilíneas enmascaradas con este modo, son consideradas como líneas de corte suave, o sea que no producen un cambio brusco de la pendiente del modelo de superficie como lo hace la opción incluir.

Veamos como hacemos para enmascarar las líneas de cortes de la figura anterior en modo **Soft Break**.

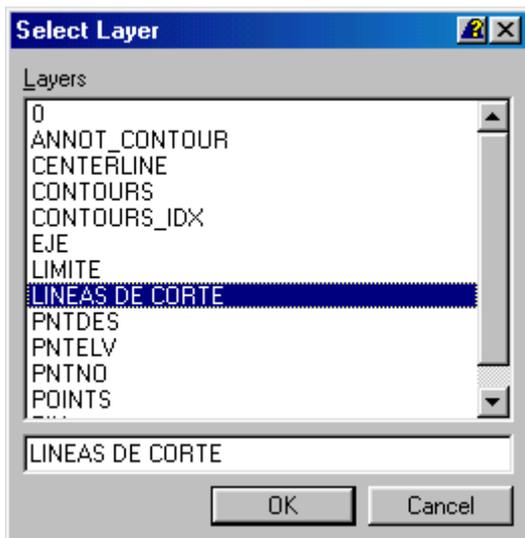
- 1) Del menú descolgable de Surface Modeling , clic en **Construct**.
- 2) Clic en **Mask Objects...**, se visualiza.



- 3) Activar la opción By layer.
- 4) Clic en , se muestra.



- 5) Clic sobre el nombre de la capa donde se encuentran dibujadas las líneas de corte.



6) Clic en , se muestra.



7) Clic en .

En caso de que existan otras líneas de corte en otra capa, y las queremos enmascarar con Soft Break, repetimos del paso 5 y para finalizar hacemos clic en .

Las curvas de nivel obtenidas con las líneas de corte enmascaradas con la opción **Soft Break**, son más suaves que las curvas de nivel obtenidas enmascaradas solo con el modo **include**.

En caso de crear el modelo de superficie y luego enmascarar los objetos, no se alterará el modelo creado. Para modificar el modelo de superficie, se deben borrar los triángulos anteriores, y generar nuevamente el modelo de superficie, luego de enmascarar los objetos.

LECCION 2.7. - DENSIFICACION DE OBJETOS.

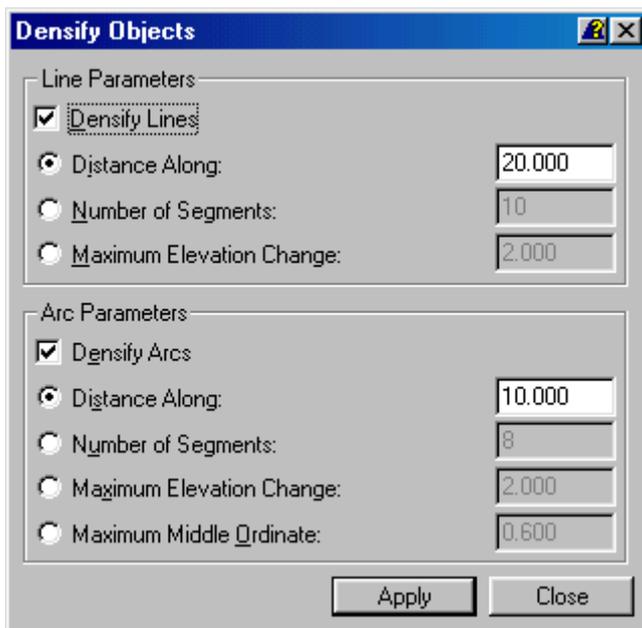
La densificación se utiliza para que el modelo de superficie represente al terreno con mayor precisión, cuando tenemos pocos puntos en el levantamiento topográfico.

Cuando densificamos objetos, insertamos puntos a lo largo de líneas y arcos, basándose en un criterio definido como el cambio en la elevación, distancia y número de puntos.

El programa enmascara el objeto densificado con el modo excluye, y crea uno nuevo en la misma capa, basándose en los criterios definidos al momento de densificar.

Para densificar vértices como líneas o arcos, completar los siguientes pasos.

- 1) Del menú descolgable del Surface Modeling, clic en **Construct**.
- 2) Clic en **Densify Objects...**, se muestra.



- 3) Si se desea densificar líneas, marcar la opción **Densify Lines**.
- 4) Seleccionar la opción deseada para densificar las líneas e ingresar un valor en el campo de edición correspondiente.
- 5) Si se desea densificar arcos, activar la opción **Densify Arcs**.
- 6) Seleccionar la opción deseada para densificar los arcos e ingresar un valor en el campo de edición correspondiente.
- 7) Clic en **Apply**, se muestra en la zona de comandos de AutoCAD.

```
Command: epcommand
Select object to densify
Select objects:
```

- 8) Una vez seleccionados los objetos, presionar la tecla ENTER.

LECCION 2.8. - TRIANGULACION.

Luego de configurar los datos para la triangulación, según vimos en lecciones anteriores, hacemos.

- 1) Del menú descolgable de Surface Modeling, clic en **Triangulate**.
- 2) Clic en **Surface Model...**, se muestra el siguiente cuadro de diálogo.

Triangulate Surface Model

Surface Model:

Boundary:

Void Regions:

Display Model

Use External Point File(s)

Display Selected Objects Details

Place Triangles

Nombre del modelo de superficie a triangular. Debe existir por lo menos un modelo de superficie para permitir la triangulación.

Forma de limitar la triangulación.
None: Sin límite.
Predefined: El límite fue definido anteriormente con el comando PREDEFINED BOUNDARY.
Select: Solicita la selección del límite en el momento de ejecutar la triangulación.

Manera de seleccionar las Regiones Vacías. Las opciones son idénticas a la opción Boundary.

Permite modificar cualquier parámetro del modelo de superficie antes de crearlo.

Coloca los triángulos del modelo de superficie en el archivo de dibujo, una vez que se generó la triangulación.

Suministra información sobre el tipo de objetos seleccionados para el modelo que se está creando.

Permite crear un modelo de superficie desde puntos que se encuentran en un archivo ASCII. De todas maneras se podrán seleccionar objetos del gráfico CAD. Tildando esta opción, se activa el acceso al cuadro de Listado de archivos.

Muestra los triángulos del modelo de superficie temporariamente, cuando se ejecuta el comando REDRAW desaparecen los triángulos.

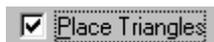
- 3) En el campo **Surface Model**, debemos seleccionar el nombre de la superficie declarada en la lección 2.1.



- 4) En el campo **Boundary**, seleccionamos la opción Predefined, para tener en cuenta el límite definido en la lección 2.3.

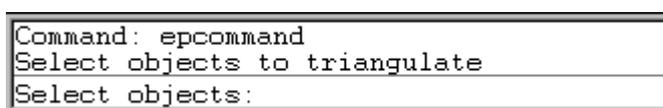


- 5) Activar la opción **Place Triangles** para que se coloquen los triángulos en el archivo de dibujo.

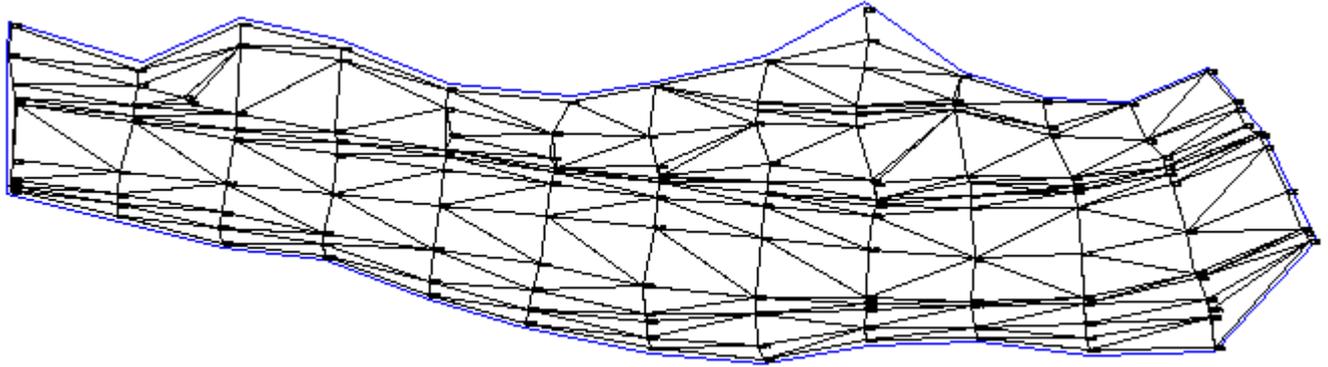


- 6) Clic en **Apply**, para crear el modelo de superficie.

Observamos en la zona de comandos de AutoCAD lo siguiente.



- 7) Seleccionamos los objetos con los métodos de selección de AutoCAD. Una vez cancelada la selección obtendremos.



- 8) Clic en , para salir de la triangulación.

LECCION 3.1. - CURVAS DE NIVEL.

Las curvas de nivel, se crean por interpolación de los lados de los triángulos del modelo de superficie, para encontrar el lugar por donde se dibujará la curva correspondiente a un intervalo especificado.

Si se especifica un factor alisador, el programa refina sus contornos para que sean más exactos construyendo sub-triángulos dentro del triángulo dado. La construcción de triángulos es una función de:

$$\text{Cantidad de sub-triángulos} = (\text{factor alisador} + 1)^2$$

Al especificar un valor mayor de 1 al factor alisador, las curvas de nivel se verán más definidas porque hay más catetos de triángulos para interpolar. El algoritmo alisador también pasa por un análisis de la pendiente para determinar cuán cóncavos o convexos son los triángulos interiores recientemente formados. Basándose en el grado de concavidad, los triángulos interiores se ajustan ligeramente en su elevación para producir un modelo menos dentado, lo cual produce contornos más lisos.

El factor polinómico es una opción adicional para suavizar los contornos. Esta opción utiliza a una ecuación polinómica para suavizar las curvas de nivel. El número que se especifica es la cantidad de vértices adicionales que se insertan entre los vértices obtenidos de la interpolación. Esto puede crear curvas más lisas, pero también puede crear curvas que se superponen, pero si le asignamos valor mayor que uno al factor suavizador, no se producirán las superposiciones. Al crear las curvas de nivel el algoritmo aplica primero el factor alisador y luego el factor polinómico.

Un factor importante para tener en cuenta es que el programa Surface Modeling no realizará juicios de diseño. De manera, que la exactitud de las curvas de nivel obtenidas dependerá de la información que el usuario le proporcione, como para distinguir el terreno existente y los rasgos especiales. El programa, sin embargo, permite editar el modelo de superficie desarrollado para corregir la información topográfica faltante o la interpolación incorrecta que el modelo de superficie puede haber desarrollado.

Veamos los pasos a seguir para construir las curvas de nivel del modelo de superficie generado en la lección 2.8.

- 1) Del menú descolgable de Surface Modeling, clic en **Contours**.
- 2) Clic en **Make Intermediate & Index...**, se visualiza.

Lista descolgable que contiene los nombres de los modelos de superficies declaradas

Coloca las curvas de nivel, sólo en el área de pantalla que está visible.

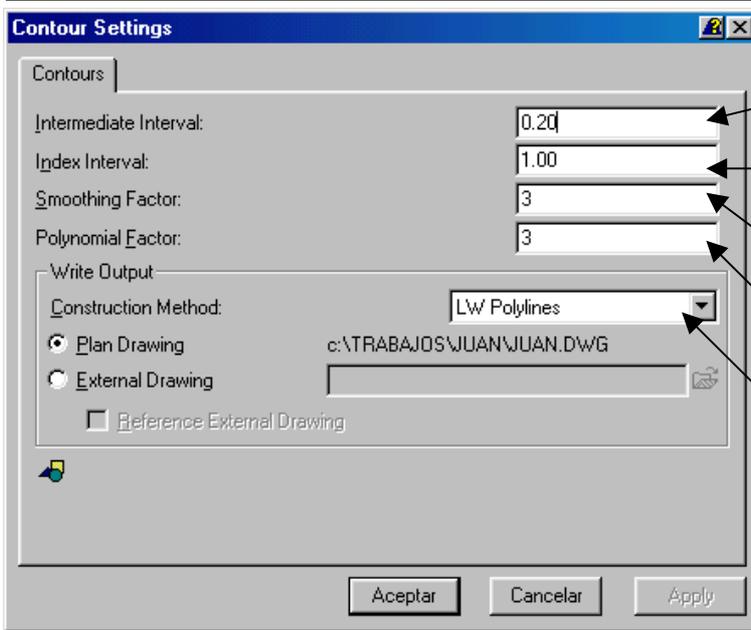
Permite especificar un objeto cerrado, en el cual se desea dibujar las curvas de nivel.

Borra las curvas generadas anteriormente para el modelo de superficie seleccionado.

Permite modificar los parámetros de la curva de nivel como por ejemplo: intervalo, factor alisador y factor polinómico

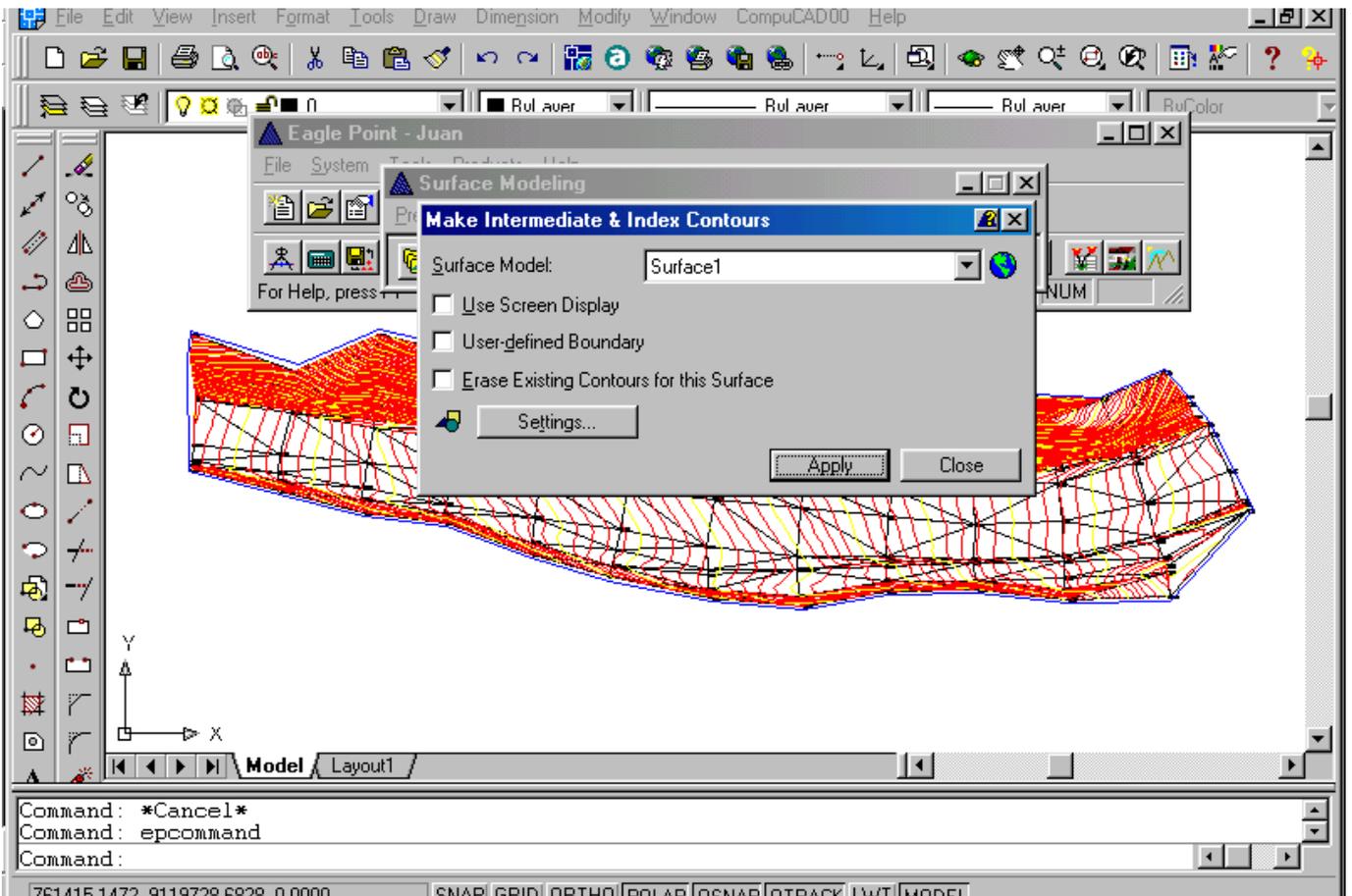
Establece la capa, tipo de línea y ancho, para la curva de nivel.

- 3) Clic en **Settings...**, se visualiza.



- Valor de equidistancia para las curvas intermedias.
- Valor de equidistancia para las curvas maestras.
- Valor numérico para refinar las curvas de nivel, para que sean más reales.
- Números de vértices agregados entre dos vértices originales de la curva de nivel.
- Tipo de objeto con el que se dibujarán las curvas de nivel en el archivo CAD.

- 4) Llenamos el cuadro de diálogo con los valores que muestra el gráfico anterior.
- 5) Clic en **Aceptar**.
- 6) Clic en **Apply** y se muestra.



- 7) Clic en **Close**, para salir del cuadro de diálogo.

LECCION 3.2. - ACOTACIÓN DE LAS CURVAS DE NIVEL.

1) Del menú descolgable clic en **Contours**, y luego clic en **Annotate...** se muestra:

Lista desplegable para seleccionar el modelo de superficie para el cual se desean escribir las elevaciones de sus curvas de nivel.

Opciones de ubicación de las anotaciones:

- **Intermedia:** escribe la elevación en las curvas intermedias
- **Indice:** escribe la elevación en las curvas maestras
- **Def.Usuario:** escribe la elevación en las curvas definidas por el usuario.
- **Otro Layer:** escribe la elevación en una polilínea que se encuentra en una capa determinada que se especifica en el campo continuo a esta opción.

Borra las anotaciones existentes en las curvas de nivel

Permite especificar las características de la anotación, como por ejemplo: si desea cortar la curva de nivel alrededor de la anotación, colocar un símbolo en la anotación o especificar la dirección de la anotación.

Escribe la elevación al final de la curva de nivel especificada.

Permite especificar un espacio a lo largo de la curva de nivel donde se ubicarán las anotaciones.

Solicita dibujar una línea que atraviese las curvas de nivel, en las intersecciones producidas por este cruce, es donde se ubicarán las anotaciones.

2) Clic en **Apply**, se muestra en la zona de diálogo de AutoCAD el siguiente mensaje:

```
Command: *Cancel*
Command: epccommand
Start of Line
```

En caso de que no se haya minimizado la ventana del EP, minimizarla.

3) Con dos clic's marcamos una línea virtual, que indicará donde se ubicarán las cotas de las curvas de nivel, esto quiere decir que en las intersecciones de la línea virtual y las curvas de nivel se escribirán las anotaciones.

Una vez realizado los dos clic's, observaremos que se escribieron las cotas de las curvas de nivel maestras que se interseccionaron con la línea virtual.

LECCION 4.1. - COLOCAR ELEVACIONES PUNTUALES.

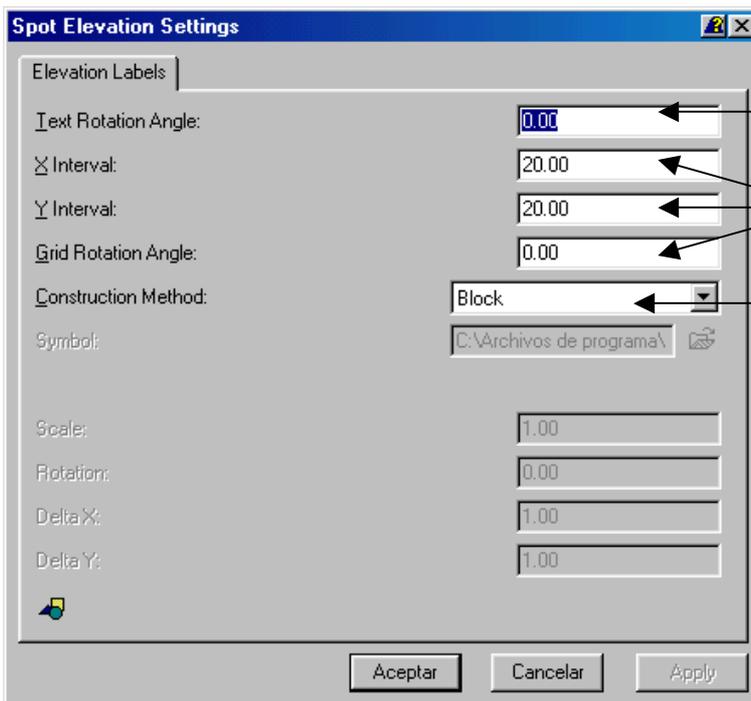
A veces resulta necesario conocer un valor de elevación en un lugar del modelo de superficie, para ello vamos a introducir la anotación de un punto, el cual moveremos por el modelo digital y observaremos que cambia su valor de elevación.

Para ingresar un punto con su valor de elevación debemos realizar el siguiente procedimiento:

- 1) De la barra de menú del Surface Modeling, clic en **Output**.
- 2) Luego clic en **Place Spot Elevation Labels...**, se visualiza el siguiente cuadro de diálogo:



- 3) Si deseamos borrar las elevaciones colocadas anteriormente en nuestro modelo digital, debemos activar la casilla **Erase Existing Elevation Labels for this Surface**.
- 4) Clic en el botón **Settings...**, para verificar los parámetros que indica el siguiente cuadro de diálogo:



Especifica el valor angular del vector direccional del texto. Un valor cero indica horizontal

Especifica los valores de configuración de la grilla de elevaciones.

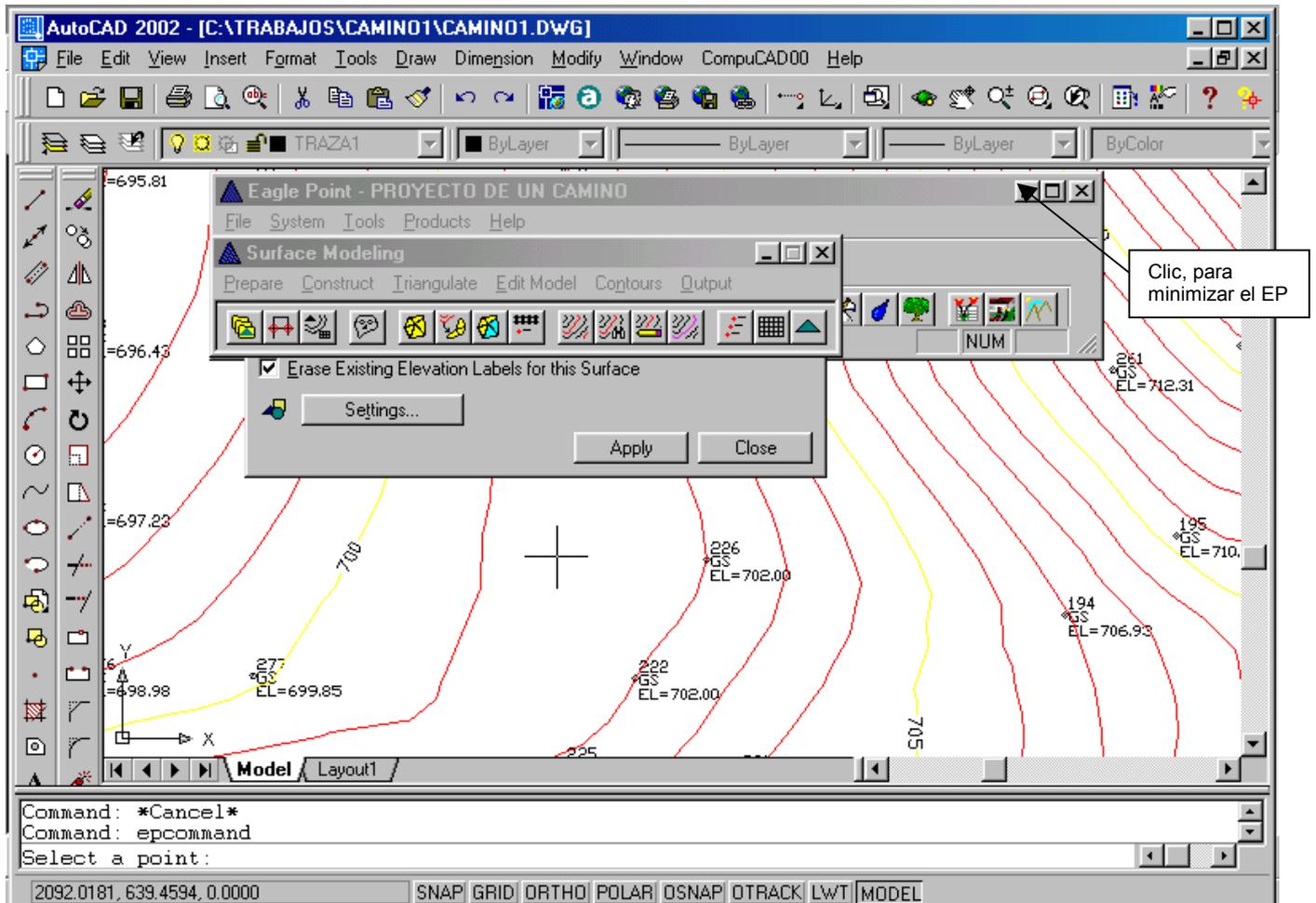
Especifica el tipo de objeto que se desea insertar en el modelo.
En caso de que luego de ingresar el punto con su elevación, necesitemos hacer un rastreo de elevaciones, es muy importante que este campo tenga seleccionada la opción **Eagle Point Object**.

- 5) Si los parámetros son los correctos, clic en **Aceptar**.
- 6) Para colocar un punto con el valor de la elevación en ese lugar, clic en **Apply**, observamos el siguiente mensaje en la zona de comandos de AutoCAD.



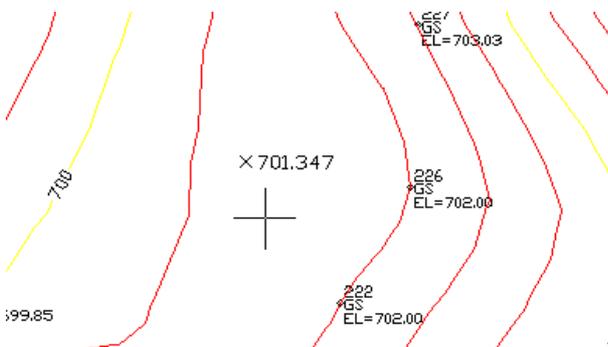
Lo que nos indica que debemos hacer un clic en el modelo de superficie.

En caso de que el cuadro de diálogo no se haya minimizado, como muestra la siguiente figura:



Hacer un clic en el botón de minimizar de la ventana de Eagle Point . (ver figura anterior). De esa manera obtenemos despejada el área gráfica para seleccionar el punto del modelo de superficie que nos interesa anotar.

- 7) Clic en el área gráfica , observaremos que en esa posición se genera un punto y un valor de elevación, correspondiente a ese punto del modelo digital. Como muestra la siguiente figura:



Podemos ingresar varios puntos con sus respectivas elevaciones.

Debemos tener en cuenta que la altura del texto de la elevación que acompaña al punto, debe ser configurada con anterioridad, de la misma forma como lo hicimos para la altura de las elevaciones de las curvas de nivel, o sea con la opción **Default CAD Settings...** de la opción **System**, de la barra de menú descolgable de Eagle Point.

- Para cancelar de ingresar puntos con elevaciones, hacemos clic en el botón **Eagle ...** de la barra de tareas de Windows para activar de nuevo el cuadro de diálogo:

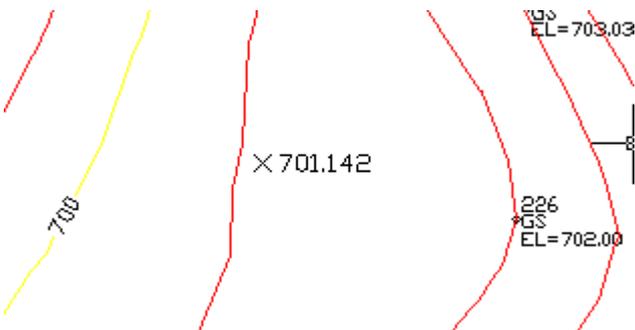


- Luego clic en **Close**.

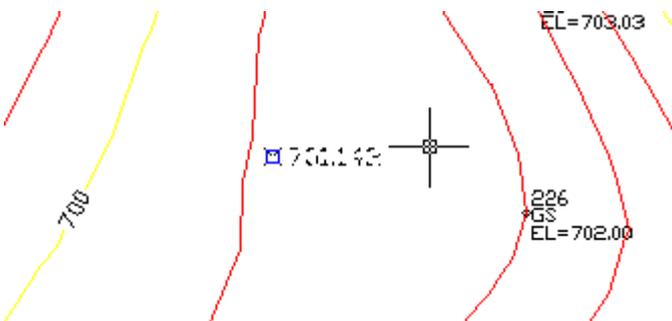
De esa forma insertamos un punto dentro del modelo de superficie, el cual lo podemos utilizar para rastrear elevaciones en diferentes posiciones del modelo de superficie con solo desplazarlo en el área gráfica de AutoCAD.

Veamos este procedimiento:

- en el área gráfica tenemos:



- Hacemos clic sobre el objeto texto de la elevación, tenemos:



- Hacemos clic en el nodo de edición que se activó (cuadrado azul),

De esa manera lo tenemos al punto tomado con el cursor gráfico (ratón), desplazamos el ratón para algún costado y observaremos que el texto cambia de valor, en realidad nos muestra el valor de elevación del punto por donde está posicionado en ese momento.

- Hacer clic en la posición que nos interese dejar fijo el valor de la elevación.
- Para cancelar este rastreo de elevaciones presionar la tecla ESCAPE.

LECCION 4.2. - COLOCAR UNA GRILLA DE ELEVACIONES PUNTUALES.

Una grilla es una disposición rectangular de objetos (matriz).

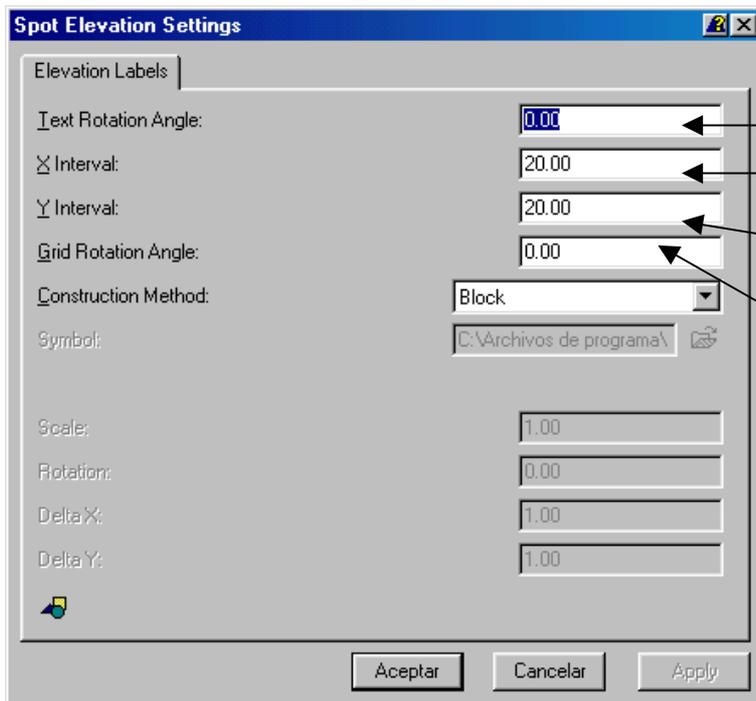
En la lección anterior vimos como introducir un punto con elevación, en un lugar específico, de similar manera introduciremos una grilla de puntos con elevaciones.

- 1) De la barra de menú del Surface Modeling, clic en **Output**.
- 2) Luego clic en **Place Grid Elevation Labels...**, se visualiza el siguiente cuadro de diálogo:



- 3) Si deseamos borrar las elevaciones colocadas anteriormente en nuestro modelo digital, debemos activar la casilla **Erase Existing Elevation Labels for this Surface**.

- 4) Clic en el botón **Settings...**, para verificar los parámetros que indica el siguiente cuadro de diálogo:



Especifica el valor angular del vector direccional del texto. Un valor cero indica horizontal

Especifica la distancia en el sentido X de los puntos.

Especifica la distancia en el sentido Y de los puntos.

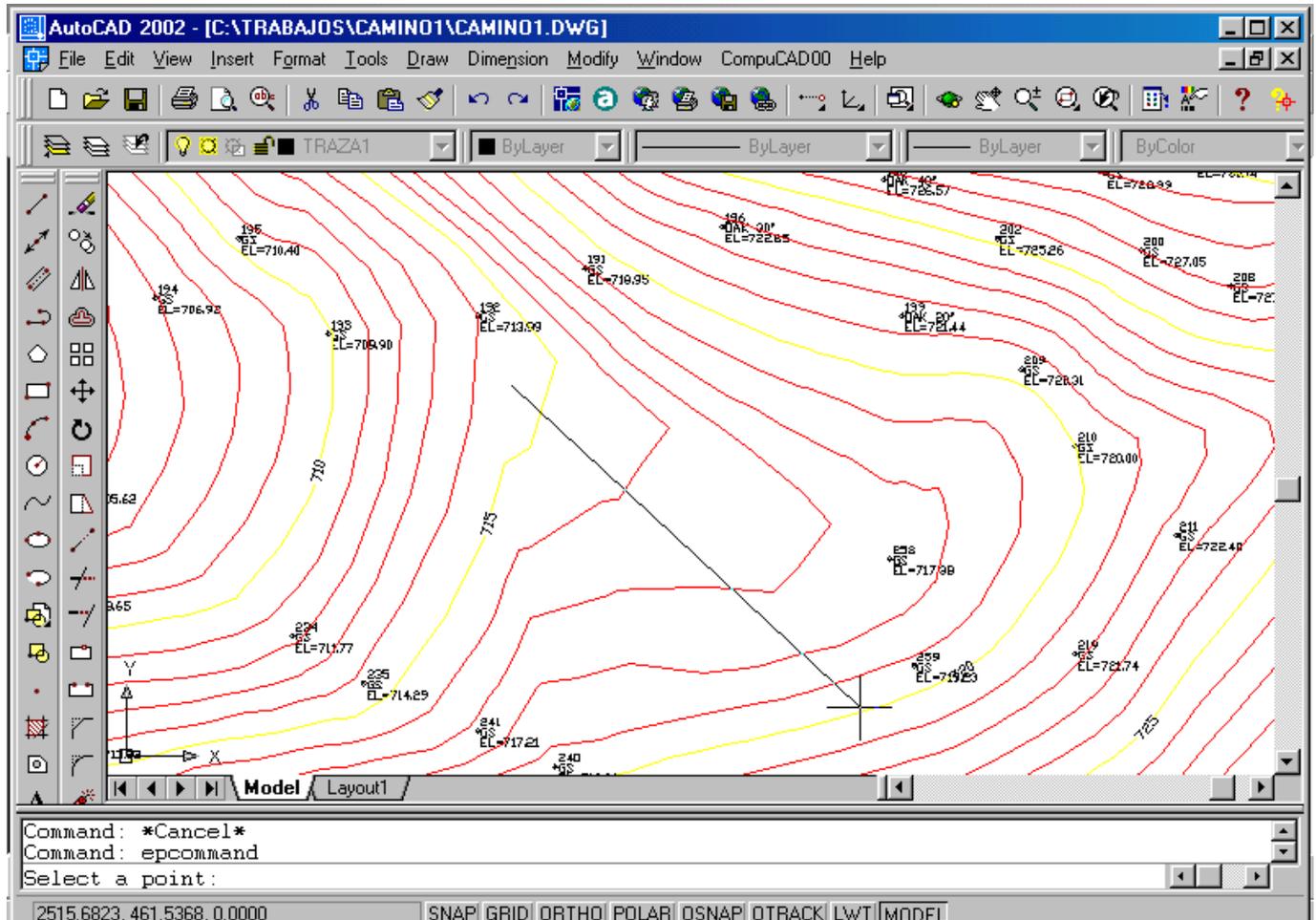
Valor angular del vector direccional de la matriz, o sea de la línea imaginaria que une los puntos en sentido X.

- 5) Si los parámetros son los correctos, clic en **Aceptar**.
- 6) Para colocar una grilla de puntos con elevaciones, clic en **Apply**, observamos el siguiente mensaje en la zona de comandos de AutoCAD.

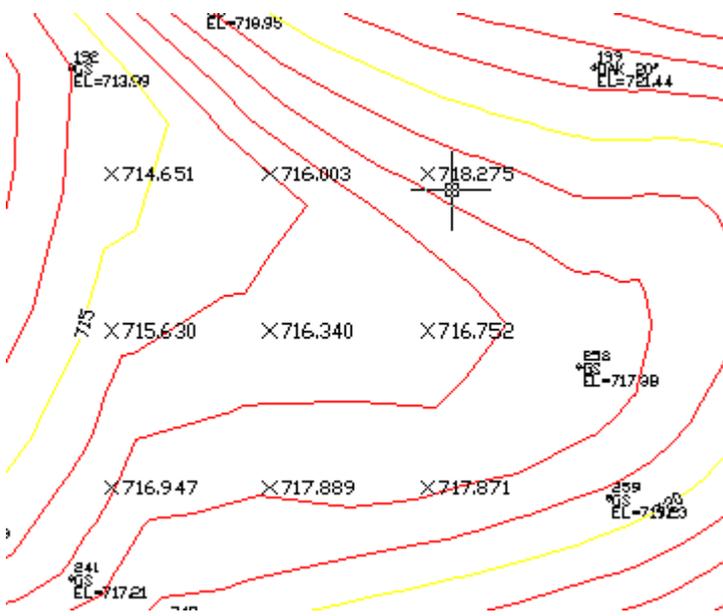


A la grilla debemos indicarla con dos puntos diagonales que indican los vértices diagonales de la grilla.

7) clic en el área gráfica, y luego nos desplazamos con el ratón como muestra la figura:



8) Clic en la nueva posición del ratón que indica el vértice diagonal de la grilla y observamos:

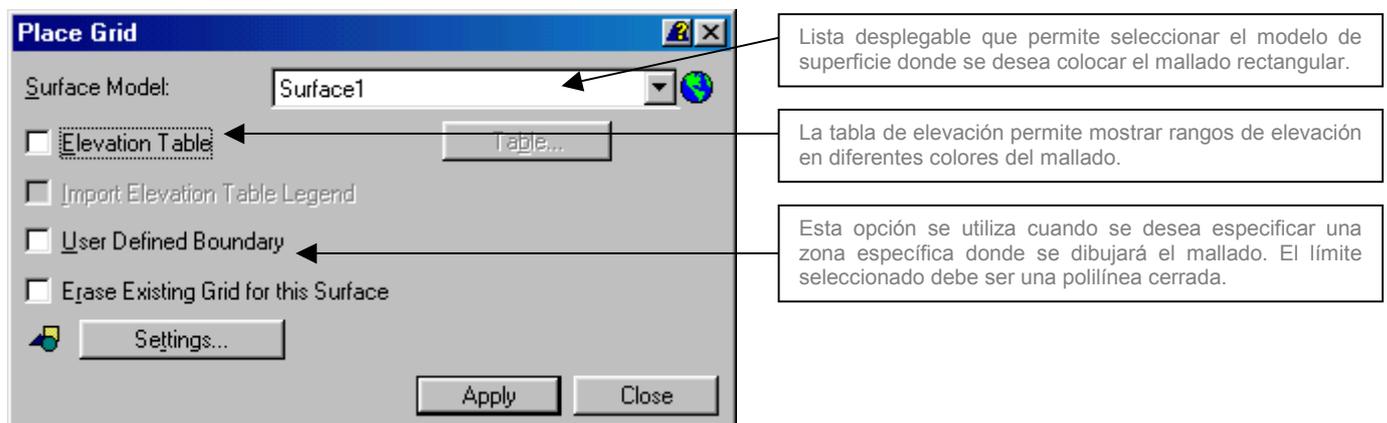


LECCION 5.1. - MALLADO RECTANGULAR DEL MODELO DE SUPERFICIE.

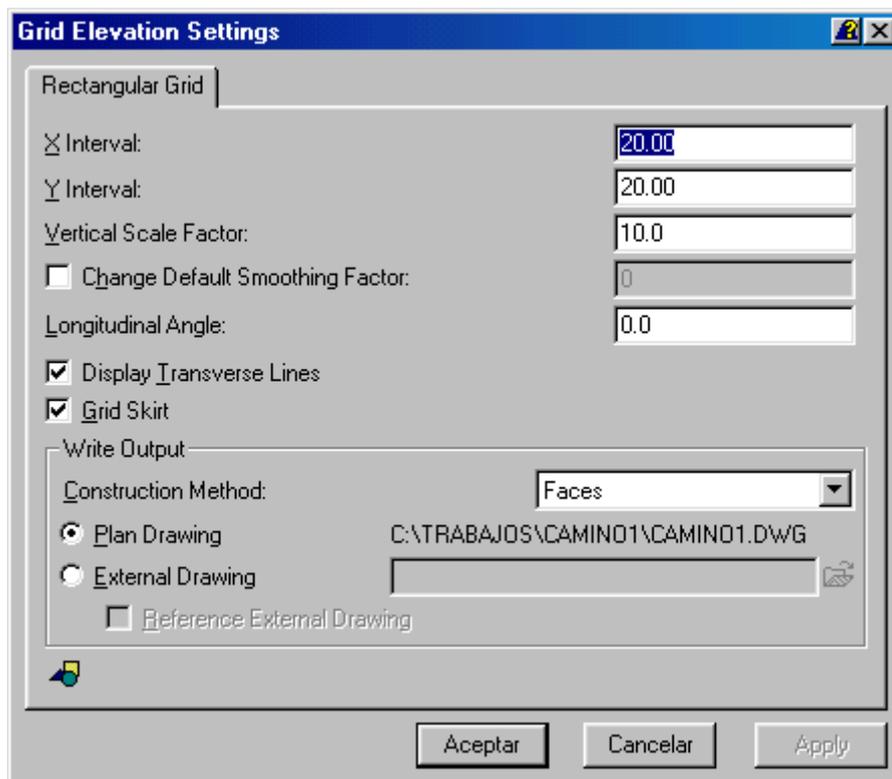
Para realizar presentaciones tridimensionales de un modelo de superficie, se puede generar un mallado rectangular especificando el tipo de objeto con los que se construirán los rectángulos, estos pueden ser: Caras 3D, líneas, objetos Eagle Point. Si se desea un tamaño mínimo del archivo de dibujo, se debe seleccionar Objeto EP, y también se reducirá el tiempo de procesamiento para construir el mallado.

Para generar un mallado rectangular del modelo de superficie, debemos seguir los siguientes pasos:

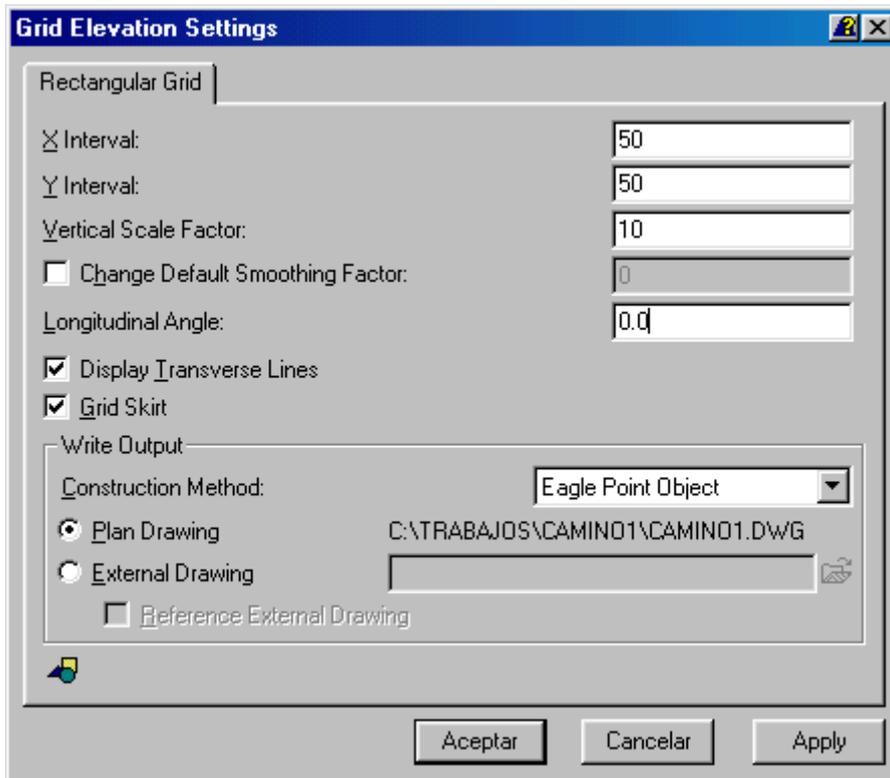
- 1) De la barra de menú del Surface Modeling, clic en **Output**.
- 2) Luego clic en **Place Grid...**, y se visualizará:



- 3) Clic en **Settings...**, para especificar los diferentes parámetros de la malla.



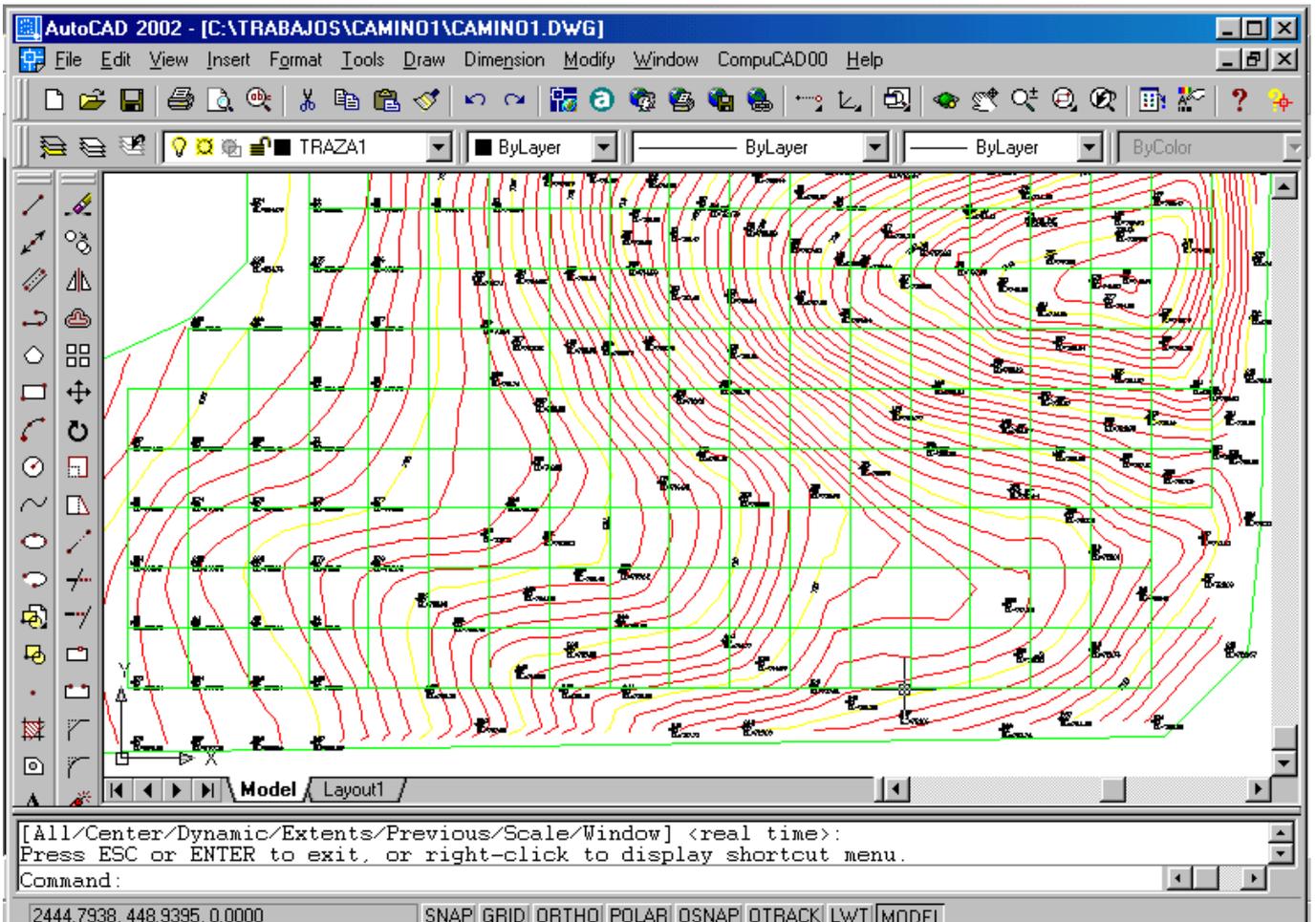
Vamos a construir un mallado de mosaicos de 50x50 metros (vistos desde arriba), deformado en el sentido vertical 10 veces su valor original y además que esté construido con objetos EP. Para ello debemos llenar el cuadro de diálogo anterior con los siguientes valores:



- 4) Luego clic en **Aceptar**.
- 5) Si deseamos borrar un mallado creado con anterioridad activamos el casillero **Erase Existing Grid for this Surface**, como muestra la siguiente figura :



- 6) Luego clic en **Apply**, y al cabo de unos segundos (el tiempo dependerá del tamaño del modelo entre otras cosas mencionadas con anterioridad), se visualizará en el área gráfica del AutoCAD.



Observamos que en la vista en planta los mosaicos del mallado son iguales, en cambio si lo vemos en una vista en perspectiva isométrica, observamos:

