



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**APLICACIONES PARA ALCANTARILLADOS
DEL PROGRAMA AUTOCAD® DESARROLLO DE
URBANIZACIONES (LAND DEVELOPMENT DESKTOP R2.®)**

SERGIO IVÁN PACAJÓJ IXQUIAC
Asesorado por Ing. Alfredo Beber Aceituno

Guatemala, mayo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIONES PARA ALCANTARILLADOS
DEL PROGRAMA AUTOCAD® DESARROLLO DE URBANIZACIONES
(LAND DEVELOPMENT DESKTOP R2.®)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO IVÁN PACAJÓJ IXQUIAC

ASESORADO POR: ING. ALFREDO BEBER ACEITUNO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Isuur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. José Eduardo Ramírez Saravia
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. René Rolando Vargas Oliva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

APLICACIONES PARA ALCANTARILLADOS DEL PROGRAMA AUTOCAD® DESARROLLO DE URBANIZACIONES (LAND DEVELOPMENT DESKTOP R2.®)

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 7 de mayo de 2004.

SERGIO IVÁN PACAJÓJ IXQUIAC

AGRADECIMIENTOS A

Dios	Por haberme dado el privilegio de finalizar mi carrera.
Mis asesores	Ing. Alfredo Beber (Guatemala) Ing. Maria Elena Baldizón (Nicaragua) Por su tiempo y experiencia brindados para el desarrollo del presente trabajo.
Mi hermano Mario Saúl	Por su apoyo en todo momento en mi formación profesional, personal y en la asesoría inicial para este trabajo
La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme las bases en la constante evolución profesional.
La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) República de Nicaragua.	Donde fue desarrollado este trabajo y se obtuvo gran apoyo de parte de las autoridades en el intercambio académico.
Mis amigos	Los de años, los amigos profesionales y los que alguna vez fueron compañeros de la carrera y aun mantenemos ese vínculo de la amistad... Gracias totales.

ACTO QUE DEDICO A

Dios	Por todas las bendiciones.
Mis padres	Mario y Maria Esther, por su apoyo incondicional hacia mi persona; que una pequeña muestra a sus sacrificios sea el culminar esta etapa tan importante en mi vida.
Mis hermanos	Por alentarme y apoyarme siempre.
La familia Pacajoj López	Infinitas gracias por permitirme estar en su hogar estos años de la universidad y compartir el calor familiar.
Mi abuela Victoria	Por su cariño y ser el vínculo de la unión de nuestra familia.
Mis tíos y sus familias	Por su consejo y solidaridad en cualquier circunstancia.
A Xela	

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCION	XXIII
1. CONSIDERACIONES GENERALES DE TOPOGRAFÍA Y TIPOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	1
1.1. Levantamiento de poblaciones.....	2
1.2. Métodos para efectuar levantamientos.....	2
1.3. Nivelación.....	3
1.4. Marcas de nivelación.....	3
1.5. Detalles.....	3
1.6. Libretas de campo.....	4
1.6.1. Libretas planimétricas.....	4
1.6.2. Libretas altimétricas.....	4
1.6.2.1. Libreta con eje central y secciones.....	5
1.6.2.2. Libretas de nivelación mediante cuadrícula.....	6
1.6.2.3. Libretas taquimétricas.....	8
1.7. Errores admisibles.....	9
1.8. Parámetros generales para la interpretación de las libretas topográficas en el ingreso de la información al programa.....	10
1.8.1. Esquemas y orientación.....	10
1.8.2. Poligonales.....	10

1.8.3.	Nivelación.....	11
1.8.4.	Revisiones.....	11
2.	NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE	
	ALCANTARILLADOS.....	13
2.1.	Tipo de sistema de alcantarillado.....	13
2.1.1.	Alcantarillado sanitario.....	13
2.1.2.	Alcantarillado pluvial.....	13
2.1.3.	Alcantarillado combinado y estimación de caudal de aguas servidas.....	14
2.2.	Aspectos generales de diseño.....	14
2.3.	Período de diseño.....	16
2.4.	Estimación de la población tributaria.....	16
2.5.	Estimación de las áreas tributarias.....	17
2.6.	Determinación del caudal de aguas servidas.....	18
2.6.1.	Caudal medio diario.....	18
2.6.2.	Caudal medio diario.....	18
2.6.3.	Caudal de hora máxima.....	18
2.6.4.	Caudal máximo de origen doméstico:.....	19
2.7.	Infiltración.....	20
2.8.	Caudal de diseño.....	21
2.9.	Diseño de secciones y pendientes.....	22
2.9.1.	Cálculo hidráulico.....	22
2.10.	Diámetros mínimos.....	23
2.11.	Velocidades máximas y mínimas.....	23
2.12.	Tirante.....	23
2.13.	Profundidades de las tuberías.....	24
2.14.	Pozos de visita.....	25

3. NOCIONES NECESARIAS DE AUTOCAD® PARA EL USO DEL PROGRAMA AUTOCAD LAND DEVELOPMENT DESKTOP®.....	27
3.1. Trabajo con la interfase de AutoCAD®.....	28
3.2. Uso de comandos y variables de sistema.....	29
3.3. Creación y edición de objetos.....	30
3.4. Creación de objetos.....	31
3.5. Dibujo de precisión.....	31
3.6. Control de la visualización del dibujo.....	33
3.7. Uso de layers (capas) y propiedades del objeto.....	34
3.8. Agregar texto a los dibujos.....	35
3.9. Acotamiento de dimensiones.....	36
3.10. Uso de <i>blocks</i> (bloques) y Xrefs (referencias externas).....	38
3.11. Impresión de planos (ploteo).....	39
3.12. Organización del espacio de papel.....	40
4. DESARROLLO DE URBANIZACIONES (LAND DEVELOPMENT DESKTOP R.2 ®.....	43
4.1. Inicio de archivo.....	45
4.1.1. Cuadros de diálogo, entorno y configuración general.....	45
4.2. Proyectos y prototipos.....	46
4.2.1. Creación de plantilla de trabajo.....	49
4.2.2. Configuración de las unidades.....	49
4.2.3. Escalas, precisión y condiciones generales.....	50
4.2.4. Carga y descarga de las plataformas.....	51
4.3. Puntos.....	49
4.3.1. Bases de datos de puntos.....	52
4.3.2. Configuración de los puntos.....	53
4.4. Grupos de puntos y listas.....	55
4.4.1. Administrador de grupos de puntos.....	55

4.4.2.	Creación de grupo de puntos.....	56
4.4.3.	Edición del grupo de puntos y puntos individuales.....	56
4.4.4.	Puntos de bases de datos externas.....	57
4.5.	Creación de puntos.....	57
4.5.1.	Ingreso de diferentes tipos de libretas topográficas con nivelación.....	57
4.5.1.1.	Ingreso manual.....	58
4.5.1.2.	Ingreso por coordenadas totales.....	59
4.5.1.3.	Ingreso por dirección y distancia.....	59
4.5.1.4.	Ingreso por deflexión o ángulo interno.....	60
4.5.2.	Ingreso de puntos en entidades de dibujo.....	61
4.5.3.	Importación y exportación de puntos.....	62
4.5.3.1.	Importación	62
4.5.3.2.	Exportación.....	64
4.6.	Líneas y curvas.....	64
4.6.1.	Dibujo de líneas y curvas con AutoCAD®.....	65
4.6.2.	Ejes de nivelación.....	65
4.6.3.	Orientación de líneas (acimut y rumbos).....	66
4.7.	Superficies.....	68
4.7.1.	Modelado de terrenos en el explorador de superficies.....	69
4.7.2.	Configuración de superficies.....	70
4.7.3.	Creación de superficies y el administrador de grupos de puntos.....	71
4.8.	Utilidades.....	73
4.8.1.	Curvas de nivel.....	75
4.8.2.	Rótulo de curvas.....	75
4.8.3.	Administrador de capas de AutoCAD LDD.....	75
4.8.4.	Textos especiales.....	76

4.8.5. Revisiones.....	77
4.8.6. Administrador de símbolos.....	77
5. CIVIL DESIGN®.....	79
5.1. Limitantes.....	79
5.2. Manejo de las aplicaciones de colectores o tuberías (pipes).....	81
5.2.1. Configuración del entorno para aplicación de las normas existentes para el diseño de drenajes.....	81
5.2.2. Rugosidades en tubería.....	84
5.2.3. Aplicación de la fórmula de Manning.....	85
5.2.4. Exageración de escalas.....	86
5.2.5. Configuración de capas (Layers) para las tuberías.....	87
5.2.6. Identificación y precisión de cotas invert.....	89
5.2.7. Editor de la librería de estructuras (pozos de visita o cajas).....	94
5.2.8. Definición de las rutas de los colectores por polilíneas y entidades de AutoCAD® utilizando las superficies existentes.....	96
5.3. Manejo de las memorias de cálculo del programa (editor de rutas de colectores).....	100
5.3.1. Edición de las rutas.....	101
5.3.2. Selección de diámetros y pendientes (máximas y mínimas).....	104
5.3.3. Condiciones hidráulicas necesarias.....	106
5.3.4. Relación de diámetro (d/D).....	107
5.4. Perfiles.....	108
5.4.1. Creación de alineamientos.....	109
5.4.2. Perfiles de alineamientos con las superficies existentes.....	111
5.4.3. Edición de perfiles.....	115

5.4.4.	Etiquetas de perfiles.....	116
5.4.5.	Utilidades de perfiles.....	117
5.5.	Revisiones y comparaciones del diseño efectuado.....	118
5.5.1.	Importación visual de colectores y pozos de visita en perfiles.....	118
5.5.2.	Diseño en planos de planta-perfil	122
6.	EJEMPLO: DIBUJO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO HIDRÁULICO.....	125
6.1.	Configuraciones iniciales.....	127
6.2.	Dibujo de entidades	129
6.3.	Creación de superficie.....	133
6.4.	Diseño hidráulico y dibujo de planta perfil con la hoja de cálculo.....	136
6.5.	Trazo de la ruta de colectores.....	140
6.6.	Edición de la hoja de cálculo.....	144
6.7.	Cálculos topográficos.....	145
6.8.	Diseño hidráulico.....	148
6.9.	Dibujo del diseño en perfil y planta.....	151
6.10.	Resultados de las hojas de cálculo y aplicación de otros programas.....	161
6.11.	Comparaciones técnicas.....	166
6.12.	Errores o problemas en el uso del programa.....	168
6.12.1.	Error sistemático.....	168
6.12.2.	Error del ingreso de la topografía.....	169
6.12.3.	Bloqueo de la base de datos de los alineamientos (<i>file locks</i>).....	169
6.12.4.	Perfiles incompletos para un alineamiento.....	171
	CONCLUSIONES.....	173
	RECOMENDACIONES	175
	BIBLIOGRAFÍA.....	177

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Eje con secciones transversales.....	6
2. Cuadrícula de niveles	7
3. Eje de levantamiento taquimétrico	9
4. Alternativas en trazos urbanos.....	16
5. Tirante.....	24
6. Profundidad de tuberías.....	24
7. Intersección e inicio de ramal.....	25
8. Cambio de diámetro.....	25
9. Cambio de gradiente.....	26
10. Distancia máxima.....	26
11. Aplicaciones de entorno AutoCAD®	27
12. Entorno de trabajo de AutoCAD®	28
13. Cuadro de diálogo inicial.....	30
14. Selector de activación de <i>snaps</i>	33
15. Representación en dibujo de los <i>snaps</i>	33
16. Cuadro administrador de capas	35
17. Cuadro de estilos de texto	35
18. Cuadro de texto múltiple (párrafo de texto).....	36
19. Administrador de estilo de dimensiones.....	37
20. Configuración de dimensiones.....	37
21. Cuadro de creación de bloques	38
22. Cuadro de inserción de bloques	39

23.	Cuadro de configuraciones para imprimir (ploteo).....	40
24.	Vistas en diferente escala para un dibujo.....	41
25.	Diagrama de flujo para uso del programa.....	44
26.	Cuadro de diálogo para crear, abrir o seleccionar un proyecto.....	46
27.	Cuadro de diálogo para crear un dibujo.....	47
28.	Cuadro de diálogo para crear un proyecto	47
29.	Cuadro de diálogo de parámetros iniciales de la base de datos.....	48
30.	Cuadro de diálogo inicial de configuración de unidades.....	49
31.	Cuadro de diálogo de unidades.....	50
32.	Cuadro de diálogo de configuración de escala.....	51
33.	Representación de características de un punto.....	53
34.	Cuadro de diálogo de configuración de puntos	53
35.	Cuadro de diálogo configuración de texto en puntos.....	54
36.	Cuadro de diálogo de administrador de grupo de puntos.....	55
37.	Cuadro de diálogo de creación de grupo de puntos	56
38.	Ejemplo de hoja electrónica para base de datos externa	62
39.	Cuadro de diálogo de administrador de formato.....	63
40.	Cuadro de diálogo para la importación de puntos del archivo de puntos.....	64
41.	Ubicación de cuadrantes	67
42.	Ejemplo de triangulación de puntos.....	68
43.	Cuadro de diálogo: explorador del modelo de terreno.....	69
44.	Subcarpeta de la carpeta <i>terrain</i>	70
45.	Subcarpetas del explorador de modelo de terreno.....	71
46.	Cuadro de diálogo para agregar grupos de puntos	72
47.	Cuadros de diálogo de creación de superficie.....	72
48.	Cuadro de diálogo de administrador de estilo de curvas.....	73

49.	Cuadro de diálogo para crear curvas.....	74
50.	Ejemplo de rotulado de curva	75
51.	Cuadro de diálogo de administrador de capas.....	76
52.	Cuadro de diálogo de editor de texto en curva	76
53.	Cuadro de administrador de símbolos	78
54.	Editor de configuración de tuberías	82
55.	Lista de coeficientes	84
56.	Selector de tabla de coeficientes	84
57.	Configuración de valores de tuberías	85
58.	Representación de exageración de escalas	86
59.	Cuadro editor de exageración de escalas.....	87
60.	Cuadro de configuración de capas en planta.....	89
61.	Resultados en planta y perfil.....	90
62.	Cuadros de edición de rótulos de tuberías.....	90
63.	Cuadro de edición de rótulos en perfil	92
64.	Cuadros de edición de rótulos de pozos de visita en planta	92
65.	Cuadros de edición de rótulos de pozos de visita en perfil	93
66.	Traducción de términos aplicados a los pozos de visita	951
67.	Editor de biblioteca de estructuras.....	95
68.	Cuadro de selección de superficie	97
69.	Cuadro de activación de superficie	98
70.	Cuadro de selección de alineamiento	99
71.	Cuadro de selección de rutas	102
72.	Hoja de cálculo de ruta de colectores	102
73.	Continuación de hoja de cálculo de ruta de colectores.....	103
74.	Traducción de términos aplicados a la hoja de cálculo.....	104
75.	Continuación de configuración de hoja de cálculo	105
76.	Cuadro de rangos de revisión	106
77.	Hoja de cálculo en columnas para caudales.....	107

78.	Cuadro para editar valor máximo de tirante.....	108
79.	Ejemplo de activación de cursor temporal	110
80.	Cuadro para definir nombre de alineamiento.....	110
81.	Ejemplo de capas de perfil	111
82.	Cuadro para asignar nombres a capas de perfiles	112
83.	Cuadro para seleccionar la superficie.....	112
84.	Cuadro de selección de entidades adicionales.....	113
85.	Cuadro de configuración de valores de perfiles.....	114
86.	Cuadro de edición de intervalo de estacionamientos	115
87.	Ejemplo de estacionamientos modificados.....	116
88.	Ejemplo etiqueta de perfil	117
89.	Cuadro de selección de ruta de colectores.....	119
90.	Ejemplo de perfil importado	120
91.	Cuadro de selección de rutas de colectores.....	121
92.	Ejemplo de planta de colectores importada.....	122
93.	Cuadro resumen de unidades	128
94.	Cuadro de capas	128
94.	Plano de planta de eje topográfico	128
96.	Secuencia de creación de grupo de puntos.....	133
97.	Secuencia de creación de superficie	134
98.	Cuadro para crear curvas	134
99.	Plano planta de curvas de nivel.....	135
100.	Seleccionar menú	140
101.	Activar superficie	140
102.	Dirección del colector	142
103.	Secuencia para crear alineamiento de la ruta	143
104.	Selección de la ruta	144
105.	Hoja de cálculo del colector.....	144
106.	Hoja de cálculo edición de valores	146

107.	Descripción gráfica de información de pozos.....	148
108.	Vista diseño topográfico.....	148
109.	Vista diseño hidráulico	149
110.	Hoja de cálculo en vista de caudales.....	150
111.	Cuadro de dibujo de perfil.....	151
112.	Plano perfil de terreno.....	152
113.	Selección de menú	153
114.	Cuadro selección de ruta	153
115.	Plano de perfil tramo indicado A.....	154
116.	Plano de perfil tramo indicado B.....	155
117.	Plano de perfil tramo indicado C.....	156
118.	Selección de menú para planta.....	157
119.	Cuadro selección de ruta	157
120.	Planta de diseño de tramo indicado A	159
121.	Planta de diseño de tramo indicado B	159
122.	Hoja de cálculo a exportar	161
123.	Archivo de hoja de cálculo exportada	162
124.	Administrador de proyectos	170
125.	Cuadro de bloqueo de proyectos	170
126.	Interpolación de un eje.....	171
127.	Puntos adicionales para interpolación	172

TABLAS

I.	Libreta con eje central y secciones	5
II.	Libreta topográfica de cuadrícula.....	7
III.	Libreta taquimétrica	8
IV.	Entidades básicas	30
V.	Órdenes de edición	31

VI.	Opciones de selección	32
VII.	Opciones de visualización	34
VIII.	Nomenclatura de exportación	63
IX.	Lista de símbolos	77
X.	Configuración de rótulos de tuberías.....	91
XI.	Configuración de PV	93
XII.	Configuración de librería de estructuras.....	96
XIII.	Orientación y niveles del colector principal	126
XIV.	Valores de configuración de unidades de proyecto	127
XV.	Caudal de diseño	137
XVI.	Análisis hidráulico	138
XVII.	Caudales de diseño por tramos	149
XVIII.	Resultados de diseño topográfico.....	163
XIX.	Resultados de vista de propiedades de PV's.....	164
XX.	Resultados de vista de diseño hidráulico.....	165
XXI.	Comparación de resultados del diseño hidráulico.....	167

LISTA DE SÍMBOLOS

PVS o PV	Pozo de visita
CR	Caja de registro
NT	Nivel de terreno
NE	Nivel de entrada de tubería
NS	Nivel de salida de tubería
%S	Pendiente en porcentaje
Ø	Diámetro
PI	Punto de intersección
d/D	Tirante
v/V	Relación de velocidades
q/Q	Relación de caudales
csv	Extensión de archivo de datos delimitado por comas

GLOSARIO

Algoritmo	Conjunto de procedimientos mediante los cuales se consigue un efecto.
Altimetría	Parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia. Con ella se consigue representar el relieve del terreno.
Base de datos	Conjunto de datos relacionados que se almacenan de forma que se pueda acceder a ellos de manera sencilla, con la posibilidad de relacionarlos y ordenarlos en base a diferentes criterios.
BMP	Formato estándar de imágenes de mapa de <i>bits</i> en los equipos compatibles con Windows®.
CAD	(<i>Computer Aided Design</i>). Diseño Asistido por Ordenador. Técnicas que permiten a los diseñadores, ingenieros, arquitectos, etc., utilizar en su trabajo herramientas informáticas para acortar los tiempos necesarios en el diseño de productos.

Carácter	En una definición academicista, sería cualquier signo - letra, número o símbolo que puede visualizarse en una pantalla e imprimirse.
Comando	Es una orden lógica ejecutada por el usuario en un sistema o <i>software</i> informático
Coordenada geográfica	Cada uno de los valores de latitud, longitud y altura que indican la situación relativa de un punto sobre la superficie de un globo.
Coordenadas UTM	Unidad Técnica de Mercator, proyección de sistema de coordenadas geográficas, la característica más destacable de esta proyección es que tanto los meridianos como los paralelos son líneas rectas y se cortan perpendicularmente.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior e interior del tubo ya instalado.
Cuadro de diálogo	Es una ventana de tamaño generalmente invariable, muy específica que se emplea para brindar u obtener información del usuario y que necesita Windows® para ejecutar una acción determinada para modificar las propiedades de un objeto.
Digitalizar	Convertir información física en una representación computarizada.

DWG	Formato de archivos gráficos bidimensionales y tridimensionales, utilizado por el programa AutoCAD®
Nivel freático	Agua libre en una zona de saturación que se encuentra o discurre a través del suelo y en los estratos inferiores.
Ícono	Representación de una orden por medio de un símbolo representado en una barra de herramientas.
Línea de comando	Es el punto indicador donde el usuario trabaja con el computador. Es en este donde se digitan y ejecutan las órdenes.
Menú	Es una lista de opciones disponibles en una ventana o en un programa.
Modelo digital de terreno	Determinación de la superficie de un territorio mediante un conjunto denso de puntos topográficos, en el que sus coordenadas (x, y, z) son registradas digitalmente para poder ser procesadas y obtener así las curvas de nivel, perfiles topográficos, bloques diagrama, etc. Abreviadamente: MDT o DTM.
Puntero	Cursor que generalmente es una flecha, pero que la misma puede variar en dependencia de la zona por donde se pase y el tipo de aplicación que esté activa, que sigue el movimiento del <i>mouse</i> (ratón).

RESUMEN

El siguiente trabajo titulado Aplicaciones para el diseño de alcantarillados del programa AutoCAD® Desarrollo de Urbanizaciones (Land Development Desktop® R2.), es presentado como una guía para la utilización de este programa y las aplicaciones adicionales que son empleadas para el diseño de redes de drenaje sanitario.

Este trabajo fue desarrollado en la Ciudad de Managua, República de Nicaragua a través del Programa de Intercambio y Movilidad Académica, en la Universidad Nacional de Ingeniería en la Facultad de Tecnología de la Construcción; por la naturaleza de este trabajo, es aplicable para las normas nicaragüenses (Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados) y guatemaltecas (Instituto de Fomento Municipal) .

Se realizó un ejemplo para el diseño de un colector principal, basado en un diseño existente, para establecer parámetros de comparación. Esta guía puede ser utilizada por estudiantes o profesionales de la Ingeniería Civil que son usuarios del programa AutoCAD®.

Por las características que presenta este programa, como herramienta para el manejo de la información gráfica, muchos aspectos son necesarios previo a utilizarla como una herramienta de diseño. Por la metodología empleada, se estableció en los primeros dos capítulos los conceptos utilizados en el uso del programa relacionados a la topografía y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal de Guatemala, en el capítulo tres se hace una revisión de los conocimientos necesarios de AutoCAD® para poder utilizar el programa Land Development Desktop®.

En el capítulo cuatro y cinco se analizan los pasos principales para el uso del programa, posteriormente en el capítulo seis se desarrolla el ejemplo, basado en lo que establecen los capítulos anteriores.

OBJETIVOS

General

Establecer mediante un ejemplo de diseño de una red de drenaje sanitario, una guía para el uso de las aplicaciones del Programa AutoCAD Land Development Desktop R2® para el diseño de alcantarillados; para estudiantes o profesionales de Ingeniería Civil que son usuarios del programa AutoCAD® de cualquier versión, tomando en consideración las ventajas y desventajas que se pueden presentar, así como los conceptos profesionales necesarios para su uso.

Específicos

1. Aplicar las normas existentes y los criterios profesionales respectivos para el uso del programa.
2. Establecer los parámetros generales para la interpretación de las libretas topográficas en el ingreso de la información al programa.
3. Aplicar las secuencias para el ingreso de la información y establecer modelos en dos y tres dimensiones para su análisis, en diseño para la generación de superficies y perfiles de terreno
4. Revisar los principales aspectos del diseño que establecen las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

5. Adaptar la aplicación de otros programas en el diseño como métodos auxiliares (hojas de cálculo).
6. Obtener los resultados y los alcances mediante la visualización de planta- perfil del diseño aplicado.
7. Establecer las soluciones para los posibles errores que se puedan presentar en el manejo del programa y la base de datos del módulo estudiado.

INTRODUCCIÓN

Muchas de las actividades realizadas para el campo de la Ingeniería Civil han sido auxiliadas mediante el uso de *software*; los programas de Diseño Asistido por Computadora (CAD) han evolucionado y de ser una herramienta para la elaboración de planos, han surgido programas para las principales ramas de la Ingeniería Civil.

Las nuevas versiones de diferentes programas es una retroalimentación que parte de las bases o principios fundamentales de las distintas ciencias que auxilian a la ingeniería, desde un teorema fundamental de geometría hasta el más complejo algoritmo, han ido aplicándose a los programas para mejorarlos, a su vez, la experiencia de profesionales es el complemento continuo que genera un producto que parte de las necesidades a un objetivo: realizar una tarea de forma sencilla y en el menor tiempo. Hay que recalcar que sin el conocimiento de las bases no servirían estas herramientas, su objetivo es facilitar una tarea, no hacerla, bajo este principio se sabe que el conocimiento humano es la más poderosa herramienta para el desarrollo de una tarea. Las áreas de vías terrestres y estructuras fueron las primeras que tuvieron un soporte bajo el sistema CAD, las nuevas herramientas brindan ahora la oportunidad de dar soporte a una de las principales áreas de trabajo: Ingeniería Sanitaria.

En este trabajo se elaboró una guía del programa AutoCAD® Desarrollo de Urbanizaciones (Land Development Desktop R2®) y las aplicaciones adicionales que son herramientas para utilizarlas en el diseño de sistemas de drenaje sanitario, en esta guía se establecen todos los pasos para la configuración inicial del programa, para el ingreso de la información topográfica y el procesamiento de esta; por medio de la representación en modelos digitalizados, posteriormente, los parámetros para configurar las herramientas para el diseño de drenaje sanitario, de acuerdo a lo que establecen las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM); también se presentan los resultados de un ejemplo de un diseño existente y la comparación de los resultados obtenidos, utilizando el programa.

1. CONSIDERACIONES GENERALES DE TOPOGRAFÍA Y TIPOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Cuando se inicia con el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario intervienen muchos factores, estos conducen a una investigación para establecer condiciones que se reflejan en estudios; entre los estudios más utilizados se pueden mencionar: los estudios geológicos, geotécnicos, sanitarios, hidrológicos, obras existentes, topográficos y otros estudios misceláneos.

Dada la naturaleza del programa AutoCAD Land Development Desktop® que tiene como utilidad principal ser una herramienta para el manejo de la información gráfica, los estudios topográficos son empleados por el programa como base para el inicio de un diseño. En el campo de trabajo existen muchas alternativas para determinar la topografía en un proyecto, ya que actualmente existen instrumentos de medición más precisos que simplifican el proceso de obtención de la información, sin embargo, empleando cualquier instrumento de medición, la información se traduce a bitácoras o libretas que contienen la representación topográfica del proyecto.

La información topográfica es especificada en forma de planos urbanísticos, para establecer los posibles trazados de los colectores.

En este capítulo se revisan de forma general las normas y la teoría de topografía aplicada para los levantamientos utilizados para el diseño de sistemas de alcantarillado

1.1. Levantamiento de poblaciones

En los levantamientos topográficos de la población, se debe tener en cuenta el área edificada y de desarrollo futuro, incluyendo la localización exacta de todas las calles y zonas edificadas o no; edificios, alineación municipal, carreteras, cementerios, todos los pavimentos anotando su clase y estado, parques públicos, campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños. Tanto en los levantamientos topográficos de la población, como en los correspondientes a las líneas de descarga, se tendrán en cuenta las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones, depresiones, etc.

1.2. Métodos para efectuar levantamientos

La norma establece que: los levantamientos se harán por métodos aerofotogramétricos con control terrestre o totalmente por métodos topográficos con tránsito y nivel. No serán aceptables los levantamientos taquimétricos, a excepción, para algunos detalles secundarios, pero que deben nivelarse con aparatos de precisión.

Dentro del área urbana actual, debe instalarse como mínimo, una referencia de tránsito cada 5 hectáreas, en puntos que aseguren su permanencia inalterable, fija o permanente.

1.3. Nivelación

La nivelación debe ser con instrumentos y métodos que permitan una precisión de 1 cm. por kilómetro o menor. Se efectuará sobre el eje de las calles, tomado elevación en:

- a) Todos los cruces de calles
- b) A distancia no mayores de 20 metros
- c) Los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno
- d) Los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones
- e) Las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua en el que se proyecte efectuar la descarga

1.4. Marcas de nivelación

Las marcas de nivelación (BM) deben colocarse con anterioridad a los trabajos de nivelación y en tal forma que se asegure completamente su conservación, deben ser referenciadas a las del Instituto Geográfico Nacional y a obras fijas o permanentes. Las marcas de nivelación serán perdurables, accesibles y cuya identificación no ofrezca lugar a dudas.

1.5. Detalles

Los detalles topográficos se tomarán a modo de obtener curvas de nivel que indiquen exactamente la altimetría del terreno, ya sea, en las calles, zonas suburbanas y de desarrollo futuro, patios, solares, en donde existe cambios de pendiente, zanjas, etc.

1.6. Libretas de campo

Toda la información recopilada en campo es transferida a las libretas, los datos de todo el levantamiento topográfico debe quedar claramente consignados en libretas de campo, las cuales estarán libres de borrones, manchas, etc. Es indispensable que se acompañen los esquemas correspondientes, los cuales deben ser ejecutados en el campo y a medida que avanza el trabajo, en una misma libreta solo se anotarán los datos referentes a localidades de un mismo lugar. Los tipos de libreta más utilizados son: las libretas planimétricas y altimétricas.

1.6.1. Libretas planimétricas

Los datos de nivel no son tomados. Estas libretas son comunes cuando la intención es determinar el área de una propiedad o cuando se pretenden distribuir espacios en un área determinada; pueden ser medidas directamente con cinta, taquimétricamente o localización de puntos.

1.6.2. Libretas altimétricas

Estos levantamientos son usados cuando se requiere conocer y modelar detalladamente la forma del terreno. Estas nivelaciones son realizadas con nivelación compuesta. Existen diversas formas de tomar los datos de nivel, según el grado de confiabilidad que se les quiera dar a estos. La clasificación común es:

- Libretas con eje central y secciones (calles, terrenos, carreteras)
- Libretas de nivelación mediante cuadrícula (terrenos)
- Libretas taquimétricas

1.6.2.1. Libreta con eje central y secciones

Se utilizan para conocer la tendencia de un terreno a lo largo de un pasillo o espacio de proporción de longitud mucho mayor que el ancho; un pasillo puede ser: un camino, una carretera, un canal, una calle, etc.

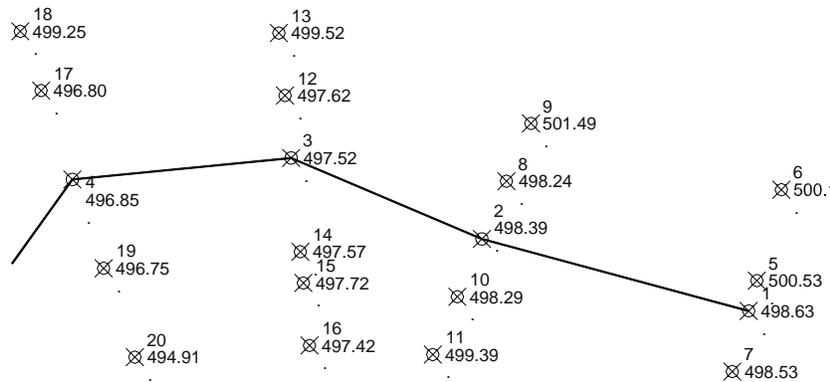
La división común de esta libreta es:

- Levantamiento horizontal del eje (orientación de un eje con distancias horizontales)
- Nivelación del eje
- Secciones transversales (con estacionamientos sobre el eje horizontal) como se muestra en la siguiente tabla y la figura 1.

Tabla I. Libreta con eje central y secciones

			CENTRO			
- 0.60	0.30	0.00	5+980	- 0.50	0.40	- 0.20
11.00	6.00	1.00		5.00	9.20	15.00
- 0.80	- 0.70	0.30	5+960	- 0.50	- 0.30	- 0.10
12.40	10.60	5.40		5.00	11.00	15.00
Cerco	Fondo de Cuneta	Orilla Camino		Fondo de Cuneta	Cerco	
- 0.60	- 0.70	0.10	5+940	0.00	- 0.50	- 0.50
9.00	8.00	4.40		0.80	5.00	10.00
Cerco	Fondo de Cuneta	Orilla Camino		Fondo de Cuneta	Cerco	Cerco
- 0.90	- 1.30	0.10	5+920	0.00	- 0.40	- 0.40
10.00	7.00	3.30		1.50	5.00	10.00

Figura 1. Eje con secciones transversales



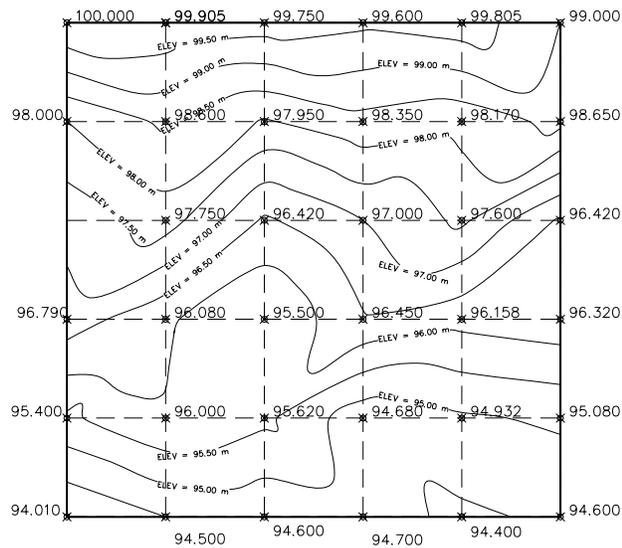
1.6.2.2. Libretas de nivelación mediante cuadrícula

Se utiliza para terrenos comunes que no presentan características de un camino o tramo de calle, su aplicación más directa es para el diseño preliminar de proyectos como obras de infraestructura o proyectos urbanísticos, este tipo de libreta es parecido al de la libreta con eje central, pero el intervalo de las secciones puede ir incrementándose de acuerdo a la precisión que se requiera en el comportamiento topográfico del terreno, el eje puede ser utilizado como referencia o utilizar varios ejes, como se muestra en la tabla II y la figura 2.

Tabla II. **Libreta topográfica de cuadrícula**

Eje 0 (principal) Est	+	HI	-	COTA
BM=0+000	0.15	100.15		100.000
0+020			0.551	99.599
0+040			0.884	99.266
0+060			0.502	99.648
0+080			2.106	98.044
0+100			3.455	96.695
Eje 1 (Perpendicular)				
0+000=0+000				
0+000			0.150	100.000
0+020			0.907	99.243
0+040			1.628	98.522
0+060			2.101	98.049
0+080			3.008	97.148
Eje 2 (Perpendicular)				
0+000=0+000				
0+000			0.551	99.599
0+020			0.877	99.273
0+040			1.350	98.800
0+060			1.973	98.177
0+080			2.850	97.300

Figura 2. **Cuadrícula de niveles**



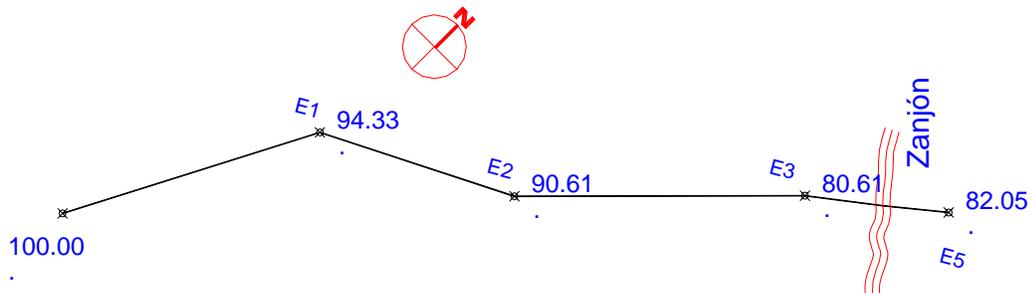
1.6.2.3. Libretas taquimétricas

La utilidad de este tipo de libreta se aplica generalmente para la medición de un eje. También se le conoce como nivelación trigonométrica, en esta se requiere de la observación del ángulo vertical y de la distancia horizontal o inclinada existente entre dos puntos. A partir de estos datos puede calcularse la diferencia de elevación, como se muestra en la tabla III y la figura 3.

Tabla III. Libreta taquimétrica

Est	Po	Ángulo Hor.	Hilos	Ángulo Vert.	Descripción
Hi=1.47 E0	E1	27°30'40"	1.756 1.378 1.000	94°23'20"	Estaca
Hi=1.432 E1	E2	63°11'40"	1.584 1.292 1.000	98°43'40"	Estaca
Hi=1.521 E2	E3	44°53'20"	1.822 1.411 1.000	97°07'10"	Estaca
Hi=1.459 E3	E4	52°22'40"	1.234 1.117 1.000	104°53'20"	Zanjón
Hi=1.419 E4	E5	50°47'20"	1.186 1.093 1.000	83°50'40"	Corona

Figura 3. Eje de levantamiento taquimétrico



1.7. Errores admisibles

Los errores de cierre admisibles que establecen las normas son los siguientes:

a) **Error angular: $E_a = (n)5$**

Donde: E_a = Error angular permisible, en minutos:

n = Número de estaciones del polígono o poligonal.

b) **Error Lineal: $E_l = 0.003 \times L$**

Donde: E_l = Error Lineal de cierre del polígono, en metros.

L = Perímetro del polígono.

c) **Error de nivelación: $E_n = 24(L)(0.5)$**

Siendo: E_n = Error de cierre de la nivelación, en milímetros.

L = Longitud total nivelada, en kilómetros.

1.8. Parámetros generales para la interpretación de las libretas topográficas en el ingreso de la información al programa.

Existen muchos métodos para ingresar la información topográfica, los métodos que se presentan en esta sección son los más utilizados en el campo de trabajo, sin embargo, es necesario establecer parámetros para ingresar la información; es decir, revisar aspectos generales previos a ingresarlas. Estos parámetros son los mismos que se aplicarían para el ingreso de la información por métodos convencionales.

1.8.1. Esquemas y orientación

Generalmente en el campo de trabajo, las libretas topográficas se dividen en dos partes, la información o datos matemáticos y el esquema planimétrico y altimétrico del levantamiento en análisis. La orientación del levantamiento es importante, debido a los distintos métodos de orientación que se utilizan (Norte magnético, geográfico o astronómico), ya que el programa utilizará la orientación de los ángulos en acimut, es necesario verificar si el método utilizado es otro diferente al de conservación de acimut, en caso contrario, es necesario establecer la orientación de todos los ejes, referida a un solo norte (magnético o arbitrario).

1.8.2. Poligonales

Si existen uno o varios polígonos auxiliares, o poligonales abiertas es necesario tener una buena identificación de las estaciones o puntos de referencia, ya que en primera instancia se dibujará la planimetría en el programa (ejes con orientación o polígonos) y todas las referencias que existan en la libreta.

Debe existir un orden en el ingreso de la información, de esta forma es necesario establecer todos los cálculos previos o necesarios de las libretas, por ejemplo: de existir una poligonal cerrada todos los cálculos para la compensación y determinación de las coordenadas deben efectuarse previamente. Para el caso de poligonales abiertas, en que las distancias fueron determinadas por trigonometría, se deben efectuar los cálculos previamente para obtener la distancia y así ingresarlas al programa.

1.8.3. Nivelación

La ubicación de los BM's cuando se ingresa la información al programa es necesaria, ya que estos son los puntos de partida para el inicio de un levantamiento y su representación debe mostrarse en todos los planos topográficos. De esta forma los puntos topográficos formarán la base de datos inicial del proyecto, por lo que es necesario establecer la diferencia entre datos de cálculo y referencias.

1.8.4. Revisiones

Por la naturaleza que tiene el programa, de ser de desempeño totalmente gráfico, es necesario mencionar que la corroboración de la información en campo es un paso que no debe omitirse, al obtener los resultados en la representación del comportamiento del terreno (curvas de nivel o perfiles) es recomendable efectuar una visita de campo, la mayor parte de errores que existen en el uso del programa son de carácter sistemático, el diseñador debe tomar en cuenta que la información que ingrese será sobre la que se trabajará, hasta la determinación de los resultados del diseño.

2. NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS

En este capítulo se presenta un resumen de la sección 2.0 de las Normas Generales que establece el Instituto de Fomento Municipal para el Diseño de Alcantarillados del año 2001, las normas listadas en este capítulo serán aplicadas en el desarrollo de los capítulos cinco y seis.

2.1. Tipo de sistema de alcantarillado

Existen dos sistemas de alcantarillado: sanitario y pluvial. Los sistemas se diseñarán como sistemas por gravedad, con los conductos funcionando como canales parcialmente llenos.

2.1.1. Alcantarillado sanitario

Consiste en una red de tuberías para la recolección de agua negra proveniente del consumo doméstico, comercial, industrial, infiltración y conexiones ilícitas. Esta agua es conducida a una planta de tratamiento y luego al cuerpo receptor.

2.1.2. Alcantarillado pluvial

Este sistema se diseña cuando ya existe el alcantarillado sanitario. Este recolecta y conduce las aguas de lluvia que caen en techos, patios y calles. A veces se le llama separativo, debido a que las aguas pluviales son conducidas por separado de las aguas negras.

2.1.3. Alcantarillado combinado y estimación de caudal de aguas servidas

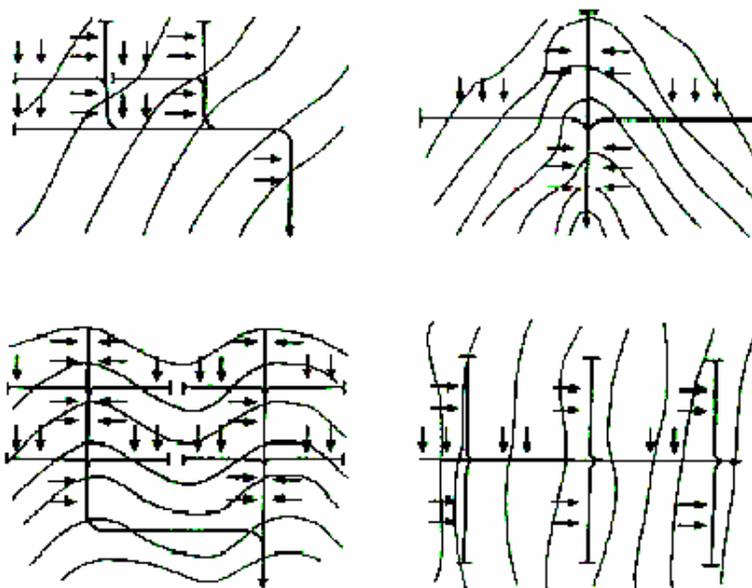
Si la población tiene una salida única para las dos clases de aguas (negras y de lluvia), se tendrá que diseñar un sistema combinado, que consiste en una tubería que conduce ambas aguas. Debe tomarse en consideración para el sistema de tratamiento la estimación del caudal total, ya que en combinación se produce un volumen mayor y las obras deben diseñarse para la capacidad que conduzcan las tuberías.

2.2. Aspectos generales de diseño

Sin duda uno de los principales aspectos a considerar para el diseño de alcantarillados, cuando se tienen todos los estudios respectivos, es el trazo de los colectores, muchos criterios son aplicados para establecer un trazo, ya que existen factores que afectan, es decir, se establecen condiciones previo al análisis del trazo, de esta forma es necesario mencionar que la evolución de los programas para simulación hidráulica no ha logrado alcanzar satisfactoriamente las necesidades de los diseñadores para este caso en particular. Obtener una o varias soluciones para un diseño es producto de la experiencia y criterio de los diseñadores, sin embargo, se pueden mencionar algunos aspectos en cuanto al trazo de los colectores, que generalmente se toman en cuenta:

- Es necesario contar con un plano del área de estudio, en donde se analiza el sentido del escurrimiento por medio de las curvas de nivel, así como también se puede visualizar de una forma rápida las opciones de diseño de los colectores que se pueden plantear, de acuerdo a la topografía de terreno.
- Es importante que todas las tuberías se proyecten, en donde sea posible, con el mismo sentido que la pendiente natural del terreno, esto permitirá que los costos de excavación sean menores. También se debe procurar siempre un drenaje por gravedad, evitando el uso de bombeo, por los costos elevados que se incurriría con el uso de este tipo de sistema.
- El colector principal debe estar a una elevación en la cual sea capaz de recibir las descargas de todos los colectores secundarios, evitando las excesivas excavaciones.
- Generalmente, en la elaboración del trazado de colectores, un factor determinante para el diseño es la diferencia de elevación entre el punto de descarga y el punto del extremo superior. Es aconsejable para el diseño tener bien definida esta condición antes de proceder a proyectar colectores secundarios y laterales, ya que ello puede evitar el tener que rediseñar totalmente el sistema.

En la figura 4 se muestran opciones de trazado para sistemas de alcantarillado, de acuerdo con las características topográficas.

Figura 4. **Alternativas en trazos urbanos**

2.3. Período de diseño

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante el período de 30 a 40 años, a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño.

2.4. Estimación de la población tributaria

En sistemas sanitarios combinados, la población que tributará caudales en el sistema al final del período de diseño, será estimada utilizando alguno de los siguientes métodos:

- a) Incremento geométrico de población

- b) Incremento aritmético de población
- c) Incremento o porcentaje decreciente de población
- d) Proyección gráfica de la población

Para la selección de método a utilizar, el ingeniero proyectista deberá hacer estimaciones, donde utilizará, por lo menos, dos de los métodos citados en el numeral anterior, trazando los resultados en papel para gráficos e indicando cuál de los métodos fue adoptado. En la descripción del proyecto deben indicarse suficientes razones que justifiquen la adopción del método seleccionado para estimar la población de diseño.

Las fuentes básicas de información serán los censos de población, realizados por el Instituto Nacional de Estadística; sin embargo, el ingeniero proyectista reforzará sus estimaciones relacionando el número de habitantes con actividades de las cuales exista información, tales como población escolar, censos de viviendas, estadísticas de consumo, encuestas sanitarias, etc.

2.5. Estimación de las áreas tributarias

Las áreas tributarias al sistema de alcantarillado serán estimadas de acuerdo a los siguientes criterios:

- La localidad estudiada será considerada como área total, que incluye las áreas adyacentes y que sean tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas.

- Deben tenerse en cuenta para el diseño, al fijar la capacidad y profundidad de los colectores, áreas de futura expansión que puedan llegar a ser tributarias al sistema.

2.6. Determinación del caudal de aguas servidas

En sistemas sanitarios el caudal de diseño será determinado de acuerdo con lo siguiente:

2.6.1. Población tributaria

La población tributaria será calculada según el número de habitantes al final del periodo de diseño de acuerdo a lo indicado en la sección 2.4.

2.6.2. Caudal medio diario

El caudal medio diario se calculará con una contribución mínima de 200 litros diarios por habitante/día, considerando la población de diseño. En cada caso se harán consideraciones con el fin de establecer si es necesaria la adopción de un caudal mayor que el arriba anotado, por existir industrias, o en previsión de desarrollos industriales, recreativos u otros.

2.6.3. Caudal de hora máximo

Es el caudal de agua potable estimado para la hora de máximo consumo. La norma establece que si no existen registros que indiquen un valor más alto, se considerara que es el caudal medio multiplicado por 2.5

2.6.4. Caudal máximo de origen doméstico

La norma establece que será calculado para cada tramo en base al número de conexiones futuras que contribuyan al tramo, el que es expresado en litros por segundo será:

- Para tramos que tengan una contribución de menos de 100 conexiones futuras, se determinará según la fórmula:

$$q = 0.45 * \sqrt{n - 1}$$

donde: q = Caudal máximo

n = Número de conexiones

- Para tramos que tengan contribución de 100 a 1000 conexiones futuras, se determinará según la fórmula:

$$q = 0.75 * qm * \frac{18 + p^{1/2}}{4 + p^{1/2}}$$

donde: qm = Caudal medio

q = Caudal máximo

p = población tributaria, en miles de habitantes.

Expresado en función de las conexiones (n) es:

$$q = \frac{0.75 * n * 6 * 200}{86400} * \left[\frac{18 + p^{1/2}}{4 + p^{1/2}} \right] \text{ o bien}$$

$$q = \frac{0.75 * n * 6 * 200}{86400} * \left[\frac{18 + (n * 0.006)^{1/2}}{4 + (n * 0.006)^{1/2}} \right]$$

- Para tramos que tengan contribución de más de 1,000 conexiones se usará el caudal de hora máxima

$$q = \left[\frac{(n * 6 * 200 * 2.5)}{86400} \right]$$

Se usará la relación de 6 habitantes por conexión para determinar el número de conexiones cuando solo se tenga la población. Para el caso de centros educativos, hospitales, cuarteles etc., se hará una correlación de población con conexiones. Para áreas de desarrollo futuro se estimará la población en función de la densidad que se observe en la población actual, o se podrá estimar entre 20 a 40 conexiones por hectárea en bruto.

2.7. Infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que se introduce a las alcantarillas, se tomará en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea, con relación a la profundidad de las tuberías y al tipo de tubería. Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya al tramo se estimarán, calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar, en litros por segundo, así:

a) Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático

Tuberías de cemento: $q_i = 0.025 * \text{diámetro en pulgadas}$ Tuberías de PVC: $q_i = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas}$

b) Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático

Tuberías de cemento: $q_i = 0.15 * \text{diámetro en pulgadas}$ Tuberías de PVC: $q_i = 0.02 * \text{diámetro en pulgadas}$ **2.8. Caudal de diseño**

El caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario será la suma de:

- a. Caudal máximo de origen doméstico
- b. Caudal de infiltración
- c. Caudal ilícito por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos, por este concepto se agregará un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto, estos valores están en función de la precipitación de la región en análisis.

2.9. Diseño de secciones y pendientes

2.9.1. Cálculo hidráulico

En general se usará en el diseño, secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena. El máximo que se permite lleno para diseño, es un 74% del diámetro del tubo.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning, para secciones circulares así:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Para el sistema métrico la fórmula equivalentes sería:

$$V = 0.03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

De donde:

V= velocidad del flujo a sección llena (m/seg.)

R= radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D=diámetro de la sección circular (metros)

S= pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n= coeficiente de rugosidad de Manning

0.014 para tubos de concreto

0.010 para tubos de PVC.

Con los gráficos de relaciones de sección parcial o de preferencia por métodos analíticos se calcularán las condiciones hidráulicas de los tubos parcialmente llenos. Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en su extremo más bajo.

2.10. Diámetros mínimos

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC.

2.11. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad debe ser suficientemente alta para prevenir la deposición de sólidos en el tubo, pero no tan alta como para inducir turbulencia excesiva. La velocidad mínima con el caudal de diseño será de 0.60 m/seg. La velocidad máxima con el caudal de diseño será de 2.50 m/seg.

2.12. Tirante

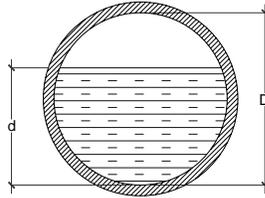
Los tirantes se miden sobre el eje vertical de la tubería, relacionándose con el diámetro de la tubería así:

$$\frac{d}{D} \text{ máximo} = 0.74$$

d = Tirante o profundidad de flujo, medido desde la cota invert del tubo hasta la superficies del líquido

D = Diámetro de la tubería

Figura 5. **Tirante**

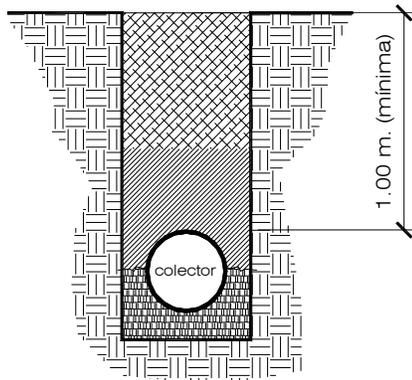


El área no ocupada por el flujo, sirve para la ventilación, movimiento de gases y flujos excepcionales no considerados.

2.13. Profundidades de las tuberías

La norma establece que la profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie de terreno será de 1.00 metro.

Figura 6. **Profundidad de tuberías**



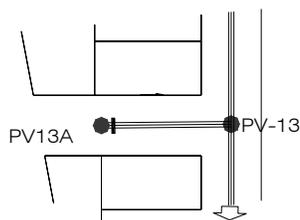
Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal resulte a una profundidad mayor de 3.00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar, sobre la principal para las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

2.14. Pozos de visita

La norma establece que se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

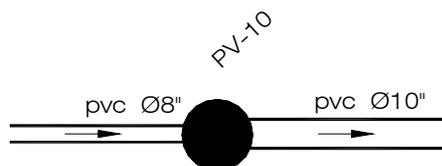
- En el inicio de cualquier ramal

Figura 7. **Intersección e inicio de ramal**



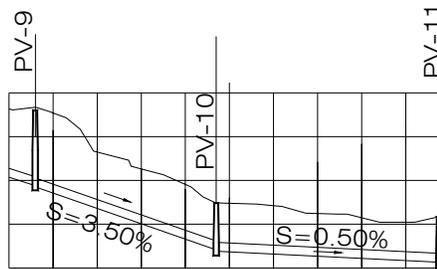
- En las intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro

Figura 8. **Cambio de diámetro**



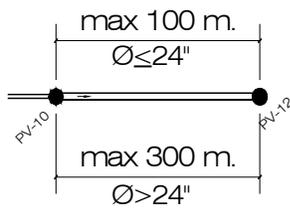
- En distancias no mayores de 100 m.
- En las curvas de no más de 30 m.
- En cambio de gradiente.

Figura 9. **Cambio de gradiente**



- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24".

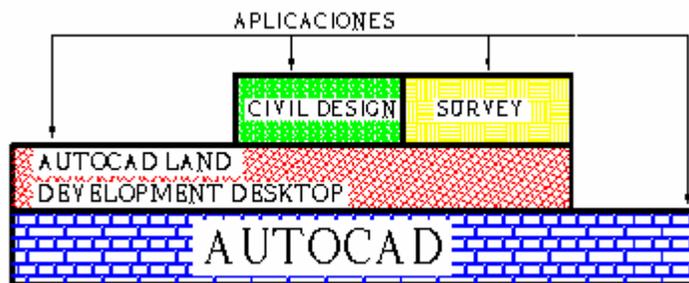
Figura 10. **Distancia máxima**



3. NOCIONES NECESARIAS DE AUTOCAD® PARA EL USO DEL PROGRAMA AUTOCAD LAND DEVELOPMENT DESKTOP®

AutoCAD Land Development Desktop® es un conjunto de programas que funciona bajo la interfase de AutoCAD®, para su uso correcto y funcional es necesario tener los conocimientos de un usuario promedio de AutoCAD®, así como los conocimientos y criterios del profesional de la Ingeniería Civil. En este capítulo se dará una revisión general de las nociones necesarias antes de iniciar con el uso de *Land Development Desktop®*.

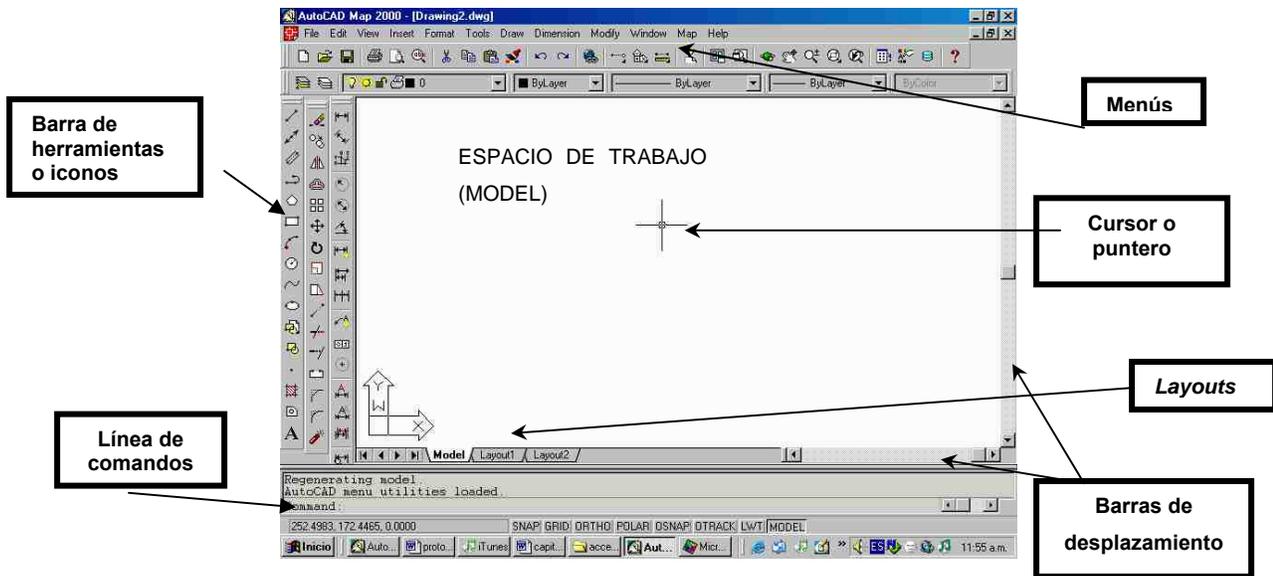
Figura 11. Aplicaciones de entorno AutoCAD®



3.1. Trabajo con la interfase de AutoCAD®

El usuario debe conocer el entorno *model space* y *layouts*, también el manejo de los menús, así como las distintas opciones de selección de rutinas en la barra de herramientas(iconos) como alternativa a la ejecución de tareas comunes, todas las tareas realizadas en el programa serán ejecutadas por medio del puntero de selección o cursor del programa que accederá a todas las opciones de trabajo, siendo el entorno general como se muestra en la siguiente figura:

Figura 12. Entorno de trabajo de AutoCAD®



3.2. Uso de comandos y variables de sistema

Las diferentes versiones que ha tenido AutoCAD®, desde su creación, han conservado el uso la línea de comandos (línea de órdenes), en esta se ingresan las órdenes que ejecutan las distintas rutinas de creación y edición de entidades; las órdenes en la línea de comandos pueden ejecutarse también en las barras de herramientas (íconos) y menús que son variables del sistema, queda a criterio del usuario establecer qué método es el más apropiado para mejor desempeño del programa.

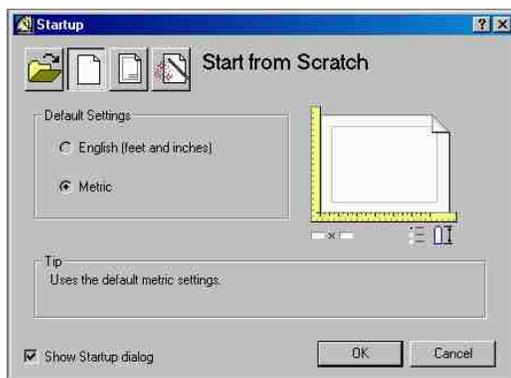
En los capítulos posteriores se darán ejemplos de cómo se muestra la línea de comandos en determinadas rutinas, simplificando su visualización con el texto que aparece en esta, cuando se acepta alguna opción en la línea de comandos se presiona la tecla *enter*, esta será representada en la línea de comandos con el símbolo ↵, como se muestra en el siguiente párrafo:

<i>Command: Line</i>	↵
<i>Specify first point:</i>	+

También existirán opciones llamadas cursor de selección, que significa seleccionar con el puntero o cursor una entidad, o también un punto en el espacio de trabajo, este será representado con el símbolo +.

Al acceder a determinadas rutinas u órdenes, el programa AutoCAD® ingresa a cuadros de selección de configuraciones adicionales, estos cuadros se conocen con el nombre de **cuadros de diálogo**, a través del uso del programa se presentarán distintos cuadros de diálogo, para configurar distintas opciones, dependiendo de la variable a ejecutar; por ejemplo, al iniciar el programa se presenta el primer cuadro de diálogo, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 13. Cuadro de diálogo inicial



3.3. Creación y edición de objetos

La creación y edición de objetos, como se mencionó anteriormente, puede hacerse por medio de la línea de comandos, íconos o menús, los objetos en el programa son conocidos como entidades, las entidades son objetos con propiedades geométricas que en conjunto representan un dibujo de precisión. El usuario promedio debe conocer la forma de crear y editar las entidades básicas de AutoCAD®, en sus distintos métodos; las entidades básicas en AutoCAD® y órdenes de edición se listan en las siguientes tablas.

Tabla IV. Entidades básicas

Español	Inglés
Línea	<i>Line</i>
Polilínea	<i>Polyline</i>
Multilínea	<i>Multiline</i>
Polígono	<i>Polygon</i>
Arco	<i>Arc</i>
Círculo	<i>Circle</i>
Elipse	<i>Ellipse</i>
Achurado	<i>Hatch</i>

Tabla V. **Órdenes de edición**

<i>Español</i>	<i>Inglés</i>
Copiar	<i>Copy</i>
Pegar	<i>Paste</i>
Mover	<i>Move</i>
Borrar	<i>Erase</i>
Rotar	<i>Rotate</i>
Duplicar objetos paralelos	<i>Offset</i>
Crear imagen inversa	<i>Mirror</i>
Reproducción múltiple	<i>Array</i>
Estrechar	<i>Stretch</i>
Escarlar	<i>Scale</i>
Recortar	<i>Trim</i>
Extender	<i>Extend</i>
Biselar	<i>Fillet</i>

3.4. Creación de objetos

Existen distintos métodos para la creación de objetos o entidades en AutoCAD®, por ejemplo, la entidad básica línea tiene distintas formas de crearse: por coordenadas (X & Y), con una dirección y distancia, uniendo dos puntos etc, la entidad círculo que posee también distintas formas de dibujarse: de un punto y su diámetro, de un punto y su radio, de dos líneas tangentes y su radio, etc. Las distintas formas de creación de objetos está en función de las propiedades geométricas que posea la entidad. Queda a criterio del usuario saber aplicar los distintos métodos para la creación de entidades.

3.5. Dibujo de precisión

Todas las entidades creadas en AutoCAD® poseen propiedades geométricas que son utilizadas para el dibujo con precisión, por ejemplo, una línea posee dos extremos y un punto medio, un círculo posee un centro y cuatro cuadrantes, un arco posee un centro y dos extremos.

Estas propiedades geométricas se utilizan para las opciones de selección y se les conoce con el nombre de *snaps*, el dibujo de precisión es obtenido a base de los *snaps*; ya que con estos se puede seleccionar un punto exacto en una entidad, los *snaps* pueden ser activados o desactivados dependiendo la frecuencia de la aplicación, las opciones de listan en la siguiente tabla.

Tabla VI. **Opciones de selección**

Español	Inglés	Símbolo
Punto Final	<i>Endpoint</i>	□
Punto Medio	<i>Midpoint</i>	△
Centro	<i>Center</i>	●
Punto o Nudo	<i>Node</i>	⊗
Cuadrante	<i>Quadrant</i>	◇
Intersección	<i>Intersection</i>	×
Extensión	<i>Extensión</i>	---
Inserción	<i>Insertion</i>	⊞
Tangente	<i>Tangent</i>	○
Cercano	<i>Nearest</i>	⊗
Intersección aparente	<i>Apparent intersection</i>	⊠
Paralela	<i>Parallel</i>	∥

Figura 14. Selector de activación de *snaps*



Figura 15. Representación en dibujo de los *snaps*



3.6. Control de la visualización del dibujo

El control de la visualización del dibujo es conocido como *zoom*, esta es la herramienta que es utilizada para el desplazamiento gráfico en el dibujo, dado que el espacio de trabajo en AutoCAD® es ilimitado, por medio de las opciones de visualización se puede elegir la porción de un dibujo que se desee enfocar en el sentido de acercamiento o distanciamiento visual, el control de visualización es adaptado a criterio del usuario para la mejor proporción visual que se requiera.

En la sección 3.1 se hizo mención de las barras de desplazamiento, la función de estas es el desplazamiento visual del dibujo en el sentido vertical y horizontal. Las opciones se muestran en la siguiente tabla.

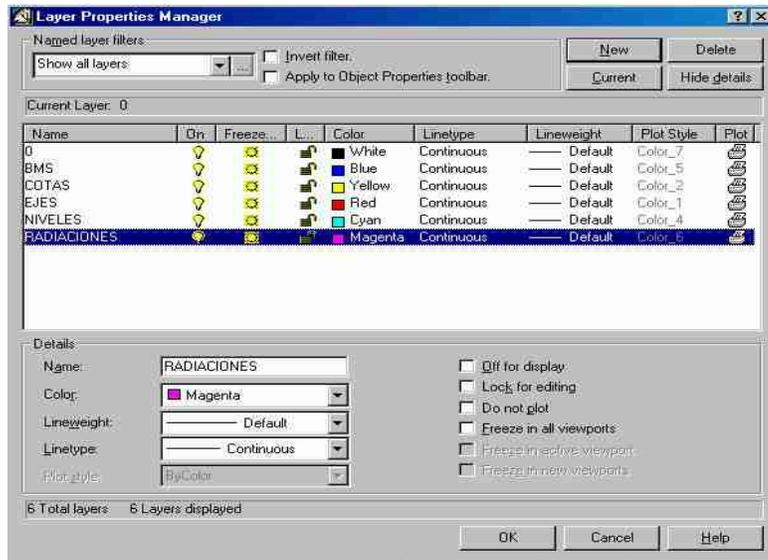
Tabla VII. **Opciones de visualización**

<i>Español</i>	<i>Inglés</i>
Total	<i>All</i>
Dinámico	<i>Dynamic</i>
Extendido	<i>Extend</i>
En ventana	<i>Window</i>
En escala	<i>Scale</i>
En tiempo real	<i>Real time</i>

3.7. Uso de layers (capas) y propiedades del objeto

Las distintas entidades creadas en un dibujo pueden ser administradas por medio de capas, una capa es el método para establecer un orden en las entidades, su utilización permite sobreponer objetos en el espacio de trabajo. Una capa tiene un nombre, color, tipo de línea y control de visualización (encendida o apagada), el Administrador de Propiedades de Capas es el cuadro de diálogo que controla todas las opciones para la creación y edición de las capas. La creación de capas es un recurso muy importante ya que desde las mismas se puede establecer, por medio de los colores, el grosor que deben tener las entidades o las líneas que conforman un dibujo.

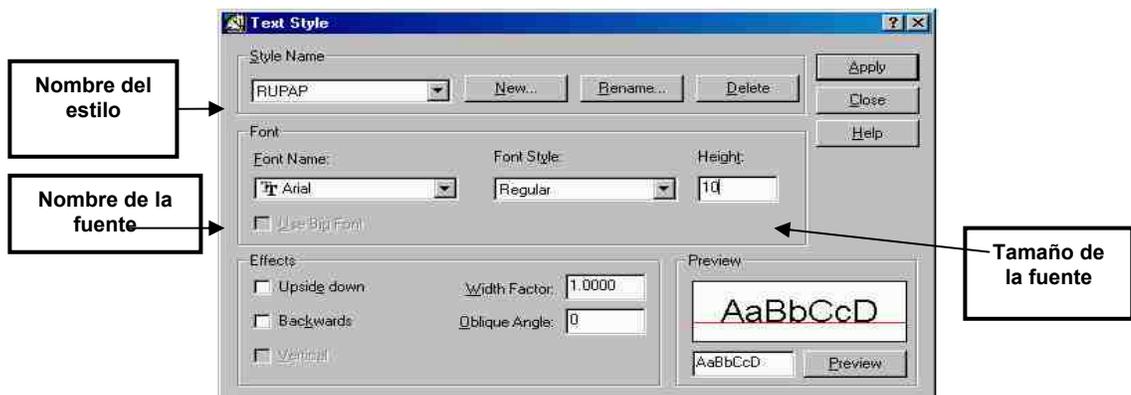
Figura 16. Cuadro administrador de capas



3.8. Agregar texto a los dibujos

Para agregar textos a los dibujos es necesario definir un estilo de texto, los estilos de texto serán definidos con un nombre y un tipo de fuente (letra), para agregar un estilo de texto se ingresa al cuadro de diálogo **estilos de texto**.

Figura 17. Cuadro de estilos de texto



Los textos en los dibujos son entidades independientes que pueden agregarse por dos métodos:

- Línea simple de texto
- Párrafo de texto

Las propiedades de la línea de texto simple son asignadas en la línea de comandos y las propiedades de párrafo de texto en el cuadro de diálogo **editor de texto multilinea**; en cualquiera de las dos opciones la ubicación del texto es definida con el cursor.

Figura 18. Cuadro de texto múltiple (párrafo de texto)



3.9. Acotamiento de dimensiones

Los estilos de dimensiones o acotamientos son definidos en el cuadro de diálogo **administrador del estilo de dimensiones**, en este cuadro se configurarán las propiedades geométricas del estilo de cotas: longitud de la línea de extensión, estilo de flecha de dimensión, tipo y tamaño de texto de dimensión, posición del texto de dimensión, etc. Pueden crearse diferentes estilos de dimensión dependiendo el número de escalas que se trabajen en un dibujo.

Figura 19. **Administrador de estilo de dimensiones**

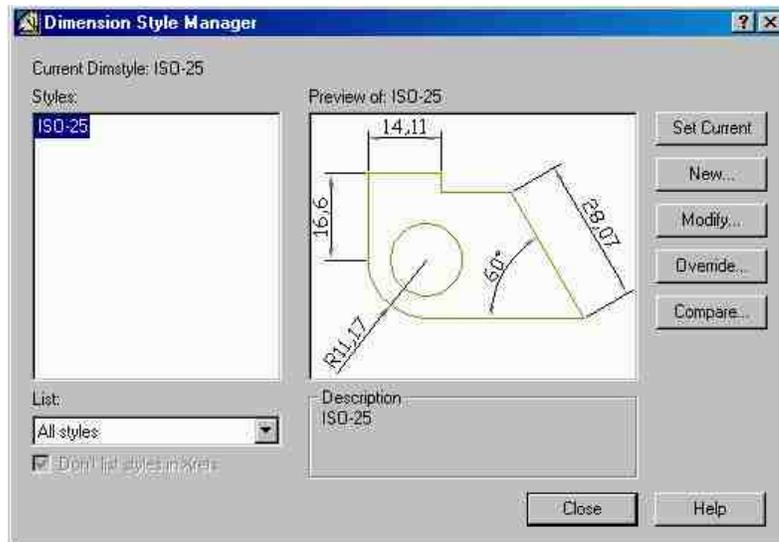
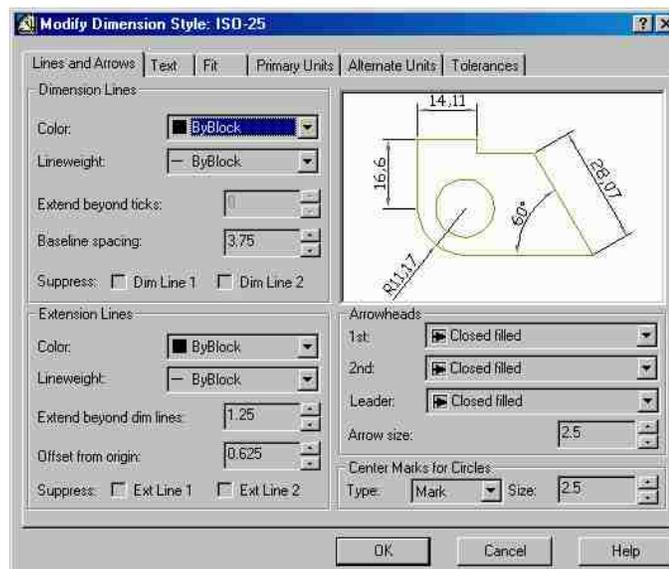


Figura 20. **Configuración de dimensiones**



3.10. Uso de *blocks* (bloques) y *Xrefs* (referencias externas)

Los bloques son agrupaciones de entidades para formar un dibujo que se puede utilizar varias veces, existen dos tipos de bloques: bloques de un mismo dibujo y bloques para guardar en un archivo; los bloques de un mismo dibujo son aquellos que pueden ser utilizados en el mismo archivo de dibujo y pueden ser editados en este archivo, los bloques para guardar en un archivo son los bloques que desde un archivo son importados a un nuevo dibujo. Por medio del cuadro de diálogo *block definition* se acceden a las opciones de configuración de bloques y para insertar bloques en el cuadro de diálogo *insert*. Por ejemplo, para elaborar un juego de planos puede crearse un bloque para el formato, dado que el cajetín, los márgenes y las dimensiones es información que se repite en todos los planos, puede crearse un bloque que puede utilizarse en un mismo archivo.

Figura 21. Cuadro de creación de bloques

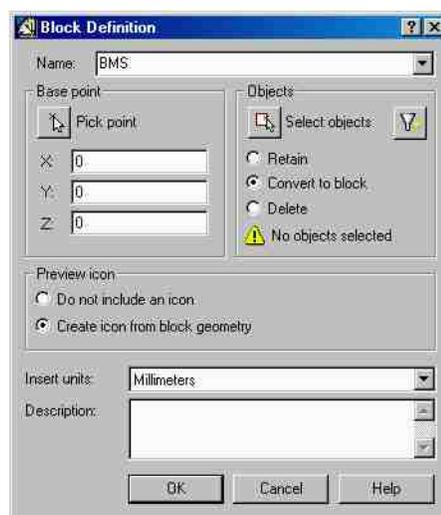
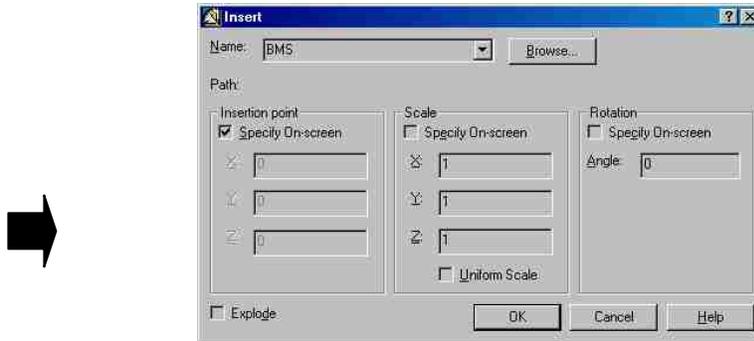


Figura 22. Cuadro de inserción de bloques

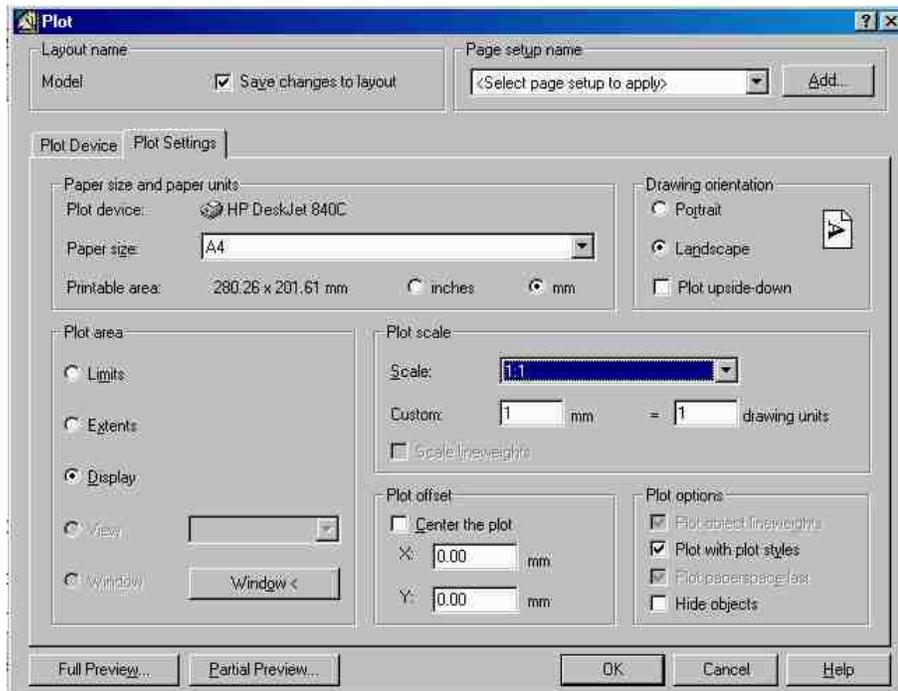


3.11. Impresión de planos (ploteo)

Quando se finaliza un dibujo, los resultados deben imprimirse o plotearse a un valor determinado de escala establecida por el usuario, los pasos para imprimir en la mayoría de los casos siguen esta secuencia:

- Configurar el dispositivo de impresión
- Configurar el tamaño del papel
- Asignar un valor de escala
- Seleccionar el área a imprimir
- Configurar el estilo de impresión, por medio de la asignación de puntas (grosos).
- Imprimir

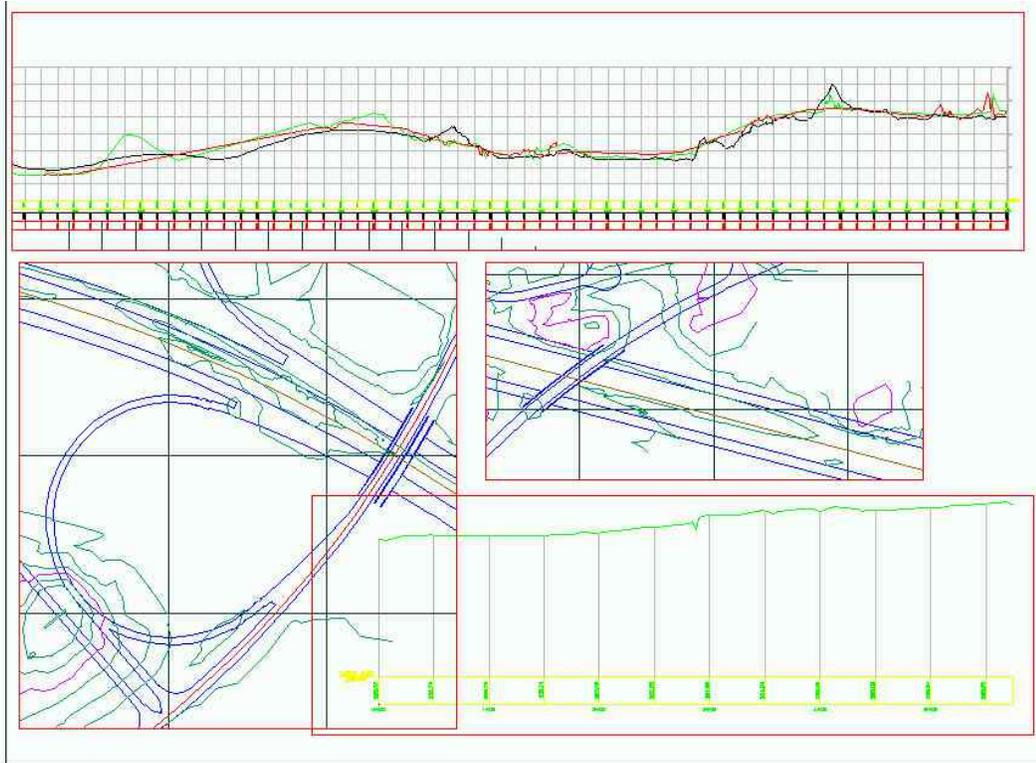
Figura 23. Cuadro de configuraciones para imprimir (ploteo)



3.12. Organización del espacio de papel

El espacio de papel podría considerarse como el espacio ilimitado de un dibujo, este espacio puede organizarse de manera que al momento de imprimir por medio de la selección de cuadros o ventanas puedan elegirse diferentes puntos o vistas de un archivo, a diferente escala, conocidos como *viewports*, la forma de organizar estas vistas es a través de los *layouts*, los *layouts* son espacios de dibujo donde se organizará el espacio de papel, la forma común de utilizar los *layouts* es para el dibujo de los formatos y cajetines del dibujo, dentro de los formatos se generan las vistas y se les asigna un valor de escala, de esta forma se pueden trabajar escalas diferentes en una misma impresión.

Figura 24. **Vistas en diferente escala para un dibujo**



4. DESARROLLO DE URBANIZACIONES (LAND DEVELOPMENT DESKTOP R.2®)

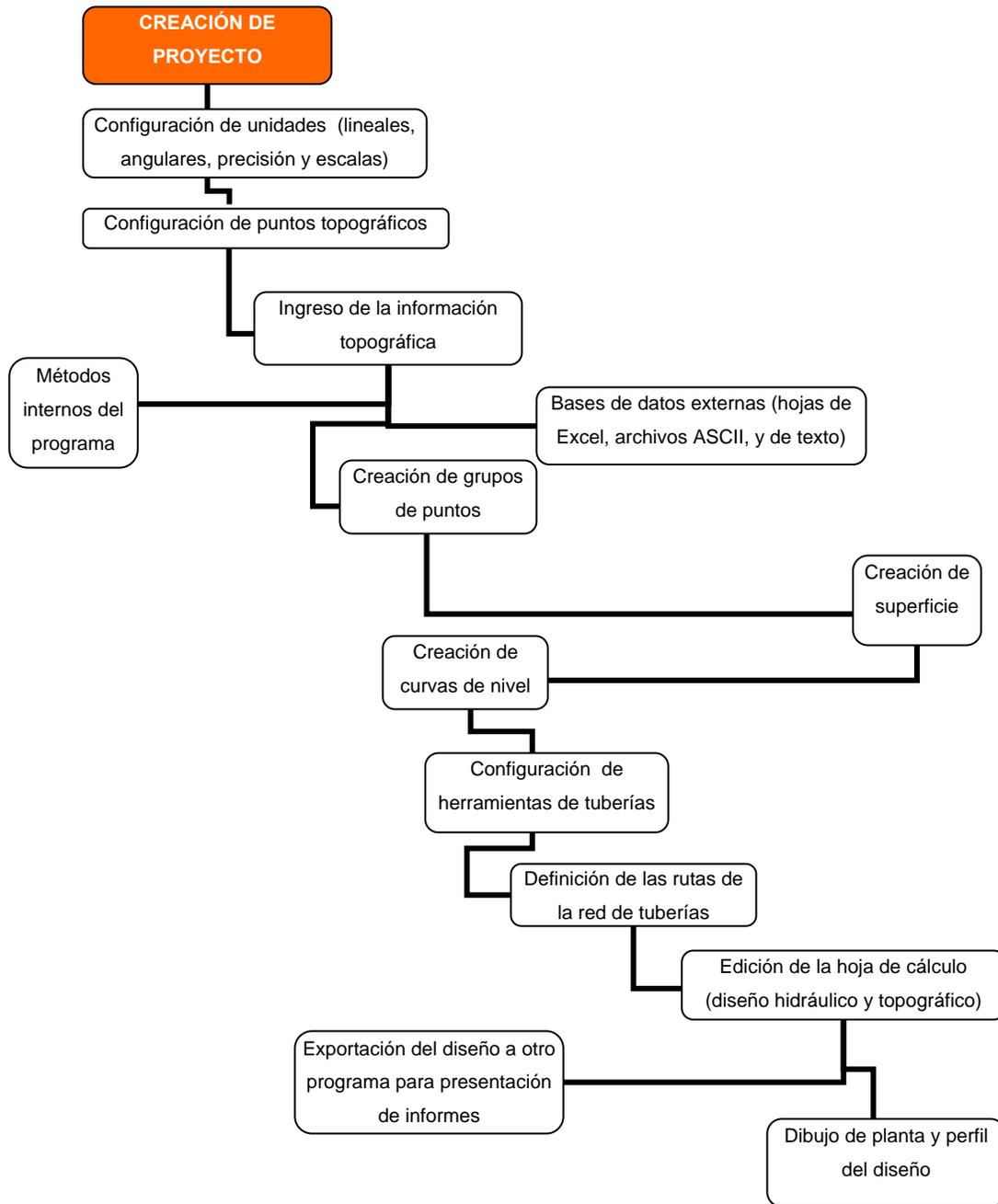
AutoCAD Land Development Desktop R.2® (en adelante LDD), es un conjunto de aplicaciones para ingeniería civil, que funciona a través de la interfase del programa AutoCAD®, anteriormente se mencionó que el proceso para utilización del programa inicia con el ingreso de la información topográfica, a través de esta información se generan modelos bidimensionales y tridimensionales (curvas de nivel, perfiles etc.), posteriormente estos modelos son utilizados por el programa y el proyectista para diseños o cálculos específicos de determinada área (vías terrestres, topografía, ingeniería sanitaria, etc.). Esta información es administrada por el programa como un proyecto.

El proyecto es la unidad básica de LDD. Esta es una estructura de directorios que contienen todo los datos y configuraciones relevantes al trabajo que se está diseñando. Los datos incluyen: puntos, superficies, dibujos u otros datos que son creados o referenciados al trabajo.

LDD trabaja sobre la interfase de AutoCAD®, este a su vez funciona con dos programas adicionales *Civil Design®* y *Survey®*; *Civil Design®* son aplicaciones para vías terrestres, hidrología e ingeniería sanitaria y *Survey®* para aplicaciones de topografía (movimiento de tierras, conformación de terrenos, etc.).

El siguiente diagrama muestra la secuencia que se utiliza en el programa.

Figura 25. Diagrama de flujo para uso del programa



En este capítulo se explorarán las distintas opciones de ingresar la información topográfica con LDD y ver modelos que el programa muestra, se explorarán los pasos más importantes en *civil design* para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario adecuando el entorno a las normas.

Posteriormente se mostrarán dos ejemplos y se hará una comparación de resultados.

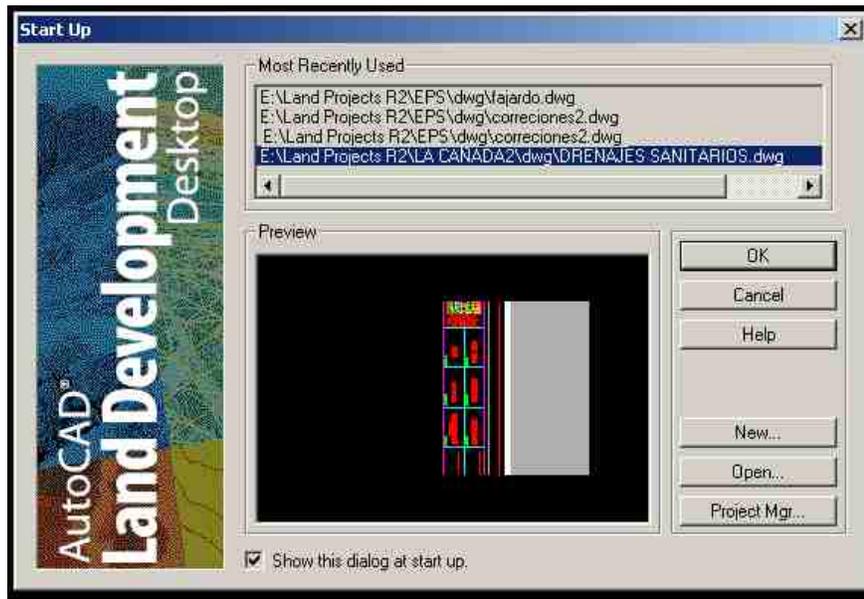
4.1. Inicio de archivo

De acuerdo al diagrama de flujo los primeros pasos se refieren a la configuración del archivo, los siguientes incisos muestran la secuencia a utilizar en el inicio de este.

4.1.1. Cuadros de diálogo, entorno y configuración general

Cuando se inicia el programa, el cuadro de diálogo, como lo muestra la figura 26, es desplegado. Este cuadro de diálogo se puede utilizar para abrir un dibujo existente, crear un nuevo dibujo, o ingresar al *project manager*.

Figura 26. Cuadro de diálogo para crear, abrir o seleccionar un proyecto



4.2. Proyectos y prototipos

Para inicio o creación de un archivo se selecciona la opción *new* el cual desplegará otro cuadro de diálogo en el que se asignará un nombre al archivo de dibujo, este archivo estará ubicado dentro de la carpeta del proyecto, dado que también se iniciará un nuevo proyecto se selecciona la opción *create project* que inicia un nuevo cuadro de diálogo

Figura 27. Cuadro de diálogo para crear un dibujo

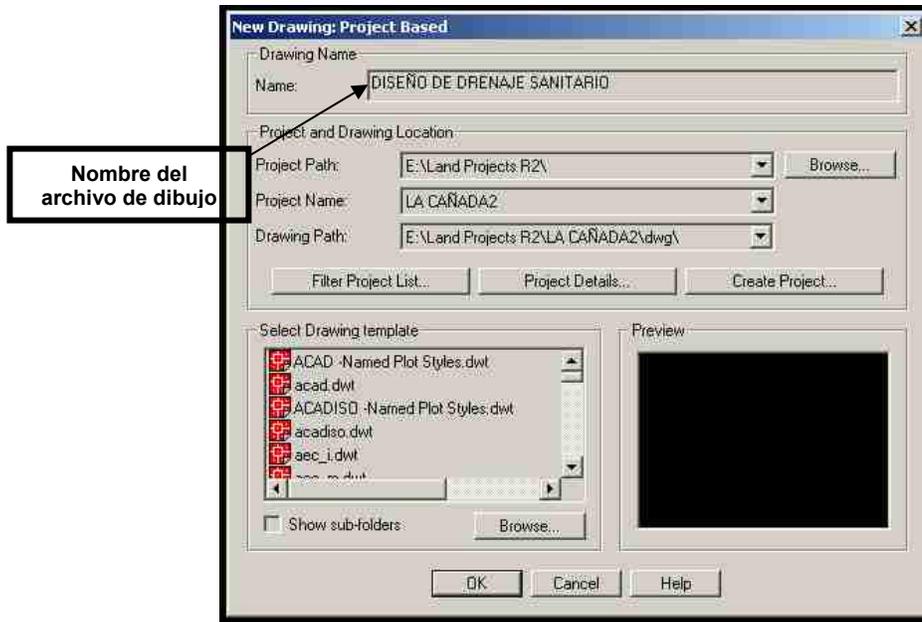
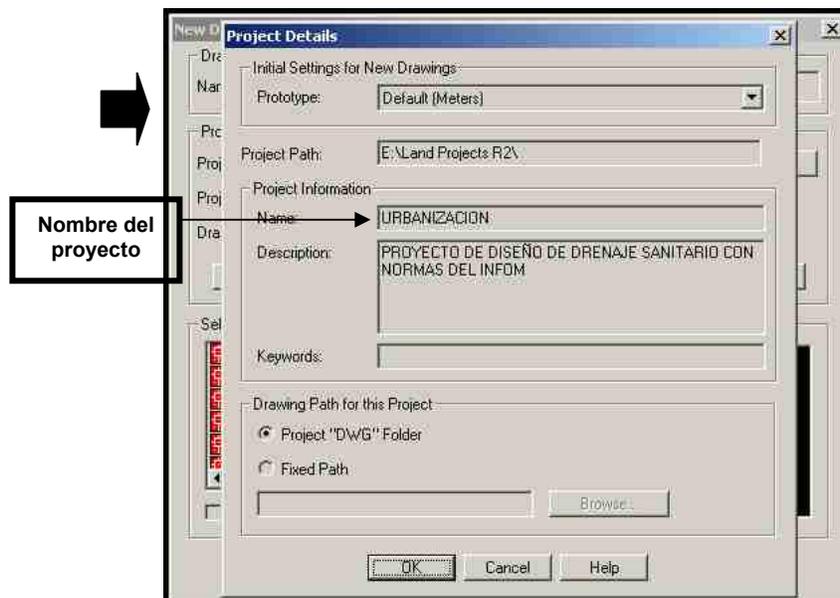


Figura 28. Cuadro de diálogo para crear un proyecto



En la figura 28 se observa que la opción *prototype* tiene dos opciones a elegir, se selecciona la opción *meters*, la casilla *project path* indica la ruta de ubicación de la carpeta del proyecto, cuando el programa es instalado la carpeta *land projects R2* es creada automáticamente; en la casilla *name* se asigna un nombre al proyecto; la siguiente casilla: *description*, servirá para ingresar una descripción del proyecto y para referencias como: ubicación, responsable, fecha, etc.

Las demás opciones no se alterarán. Se selecciona OK en los dos cuadros de diálogo que da inicio a la configuración del proyecto, desplegando el cuadro siguiente:

Figura 29. **Cuadro de diálogo de parámetros iniciales de la base de datos**

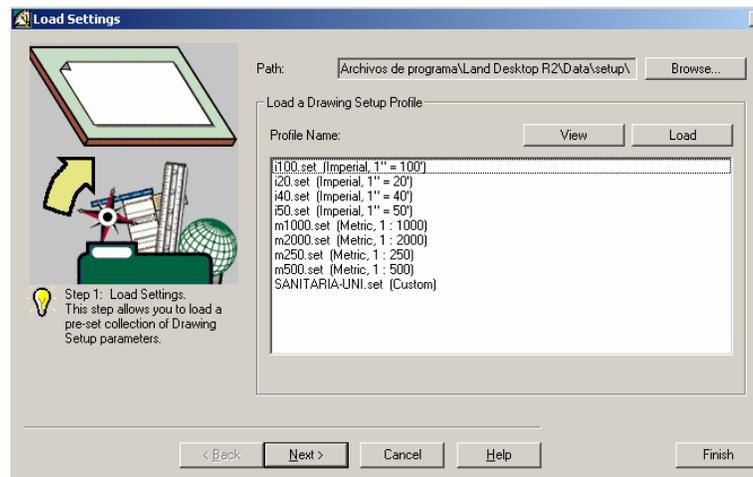


En este cuadro se colocan los parámetros iniciales de la base de datos.

4.2.1. Creación de plantilla de trabajo

Continuando con el proceso de configuración del proyecto se desplegará un cuadro interactivo que servirá para definir: el sistema de unidades a utilizar en ángulos (grados sexagesimales o centesimales), orientación de los mismos (rumbos o acimuts), la precisión numérica necesaria en distancias lineales en coordenadas (X, Y), y precisión de ángulos (grados; grados-minutos o grados-minutos-segundos), son ocho pasos los que se deben seguir, presentados por un cuadro diferente como se muestra en la figura 30.

Figura 30. Cuadro de diálogo inicial de configuración de unidades



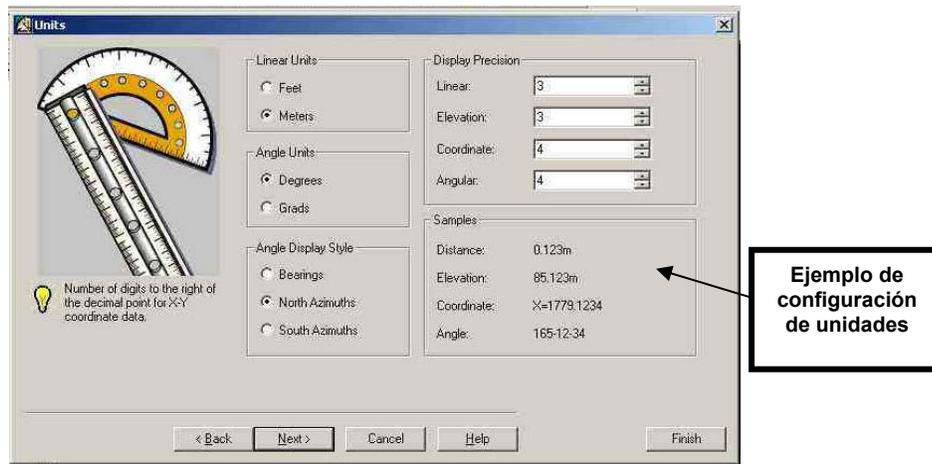
4.2.2. Configuración de las unidades

El primer cuadro dinámico muestra las unidades predeterminadas por el programa y la ubicación del archivo de esta configuración, dado que se están configurando nuevas unidades, se selecciona la opción *next*, en la cual se desplegará un cuadro que definirá el sistema de unidades a trabajar.

4.2.3. Escalas, precisión y condiciones generales

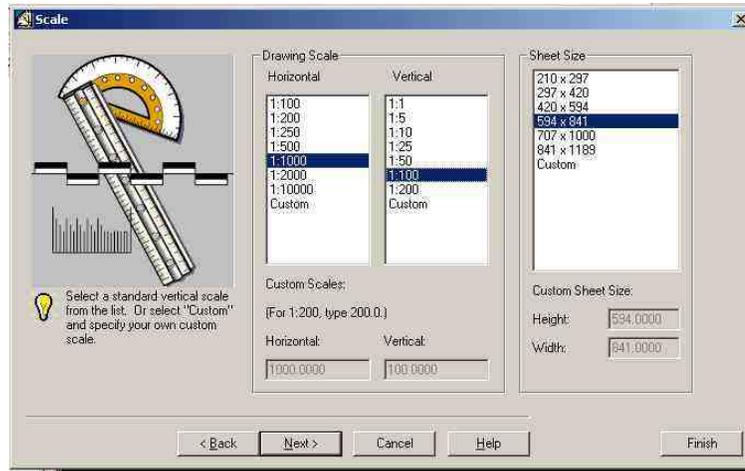
Estos cuadros son dinámicos en la configuración de cualquier opción; aplicado a las condiciones o precisión de los instrumentos de medición, tal como se muestra en la figura 31, se configurará de la siguiente forma: precisión lineal (distancia) de 3 decimales, precisión de elevaciones (nivelación) 3 decimales, precisión de coordenadas 3 decimales, precisión angular 4 unidades (grados-minutos-segundos), tipo de ángulo a utilizar: acimut norte, (*north azimuths*); en la parte derecha inferior de este cuadro se observa un ejemplo de cómo quedarán configuradas las unidades.

Figura 31. Cuadro de diálogo de unidades



El siguiente cuadro será utilizado para la configuración de las escalas, dado que se trabaja en AutoCAD® en el espacio de modelado a la escala horizontal puede asignársele cualquier valor, sin embargo, la escala vertical será afectada en la proporción que se necesite al momento de dibujar los perfiles, por ejemplo se configurará la escala vertical en 1:100 y la horizontal 1:1000, o sea una proporción 1:10.

Figura 32. Cuadro de diálogo de configuración de escala



Los siguientes cuatro cuadros no serán afectados o modificados por ningún valor, ya que son condiciones o valores que pueden ser utilizados para esta configuración, se selecciona la opción *finish*. Una vez seleccionada la opción anterior, se desplegará un cuadro resumen de la configuración, se da por aceptada y el entorno está listo para trabajar.

4.2.4. Carga y descarga de las plataformas

LDD está dividido en dos módulos: *civil design* y *survey*; estos módulos pueden ser cargados y descargados mediante el submenú: *menu palets* ubicado en el menú: *projects*, estos podrán ser seleccionados uno a la vez.

4.3. Puntos

Los levantamientos topográficos, no importando el método que se utilice, proporcionan los datos de coordenadas (x, y, z).

El topógrafo recolecta los niveles, los vértices, los cambios y todos aquellos datos que pueden definir con claridad el objeto de estudio. Esto lo hace mediante puntos, los cuales tienen características propias que definen la forma del lugar o la intensidad del cambio que sufre respecto a su entorno. De esta forma los puntos son el resumen de cualquier levantamiento.

4.3.1. Bases de datos de puntos

Los puntos son elementos que el programa administra como una base de datos, la que puede ser modificada y puede ser administrada por diferentes métodos, es decir, diferentes formas de ingresar la información (directo en el dibujo, base de datos externas, etc.). Esta base de datos almacena los puntos como elementos que se desglosan en 5 características importantes:

- **Número:** todos los puntos tienen un número único y diferente entre los demás, con el objetivo de distinguirlo en el conjunto.
- **Coordenada X**
- **Coordenada Y**
- **Coordenada Z o elevación,** todos los puntos pueden tener un dato de elevación, independiente de su ubicación en el plano XY
- **Descripción:** un punto puede tener una descripción que sirve para identificar o administrar la información recolectada.

Estos puntos cuando son insertados en el proyecto, por cualquier método existente en el programa, son representados en el dibujo por un bloque con atributos que es representado por un símbolo y tiene la siguiente información: número, elevación y la descripción. La figura 33 muestra la representación de un punto en el dibujo.

Figura 33. **Representación de características de un punto**

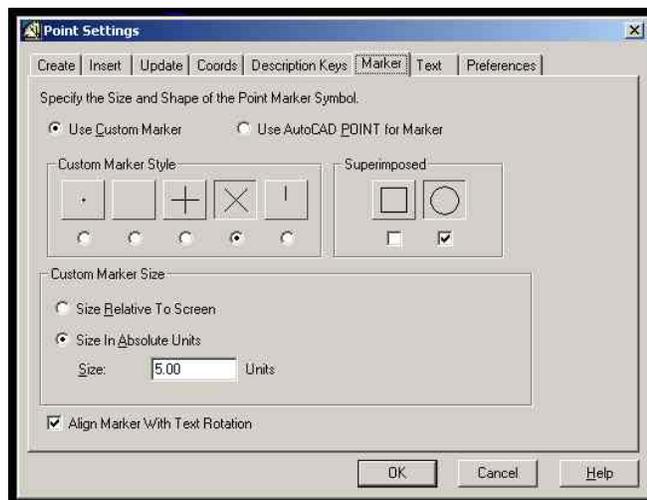


Los bloques son insertados en la capa actual y de esta forma pueden ser visualizados de acuerdo al uso que se le da a los puntos.

4.3.2. Configuración de los puntos

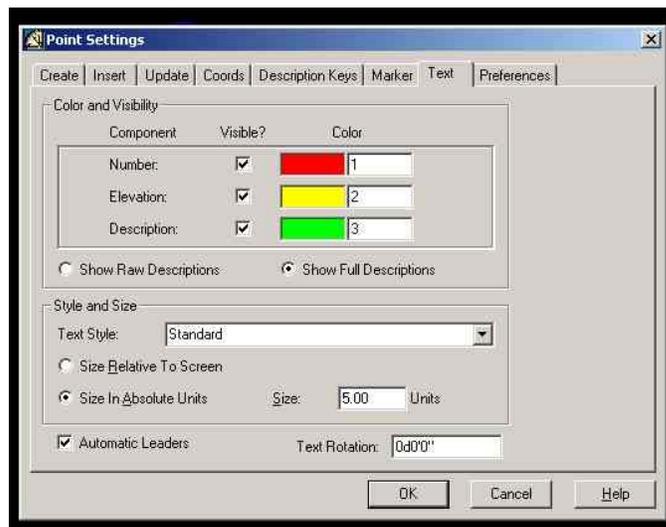
Para ingresar la información de los puntos se necesita configurar previamente cómo se visualizarán estos, en el menú *points* está ubicado el submenú para configuración que es *point settings*, en este se seleccionan las opciones *marker* y *text* que están representadas en pestañas de diálogo como se muestran en la siguiente figura:

Figura 34. **Cuadro de diálogo de configuración de puntos**



En la opción *marker* se selecciona el símbolo que representará gráficamente al punto y el tamaño del mismo, si será relativo a la pantalla o en unidades absolutas de dibujo, el tamaño del símbolo quedará a discreción del usuario, ya que este símbolo es un bloque en el cual tendrá información adicional, como se muestra en la figura anterior. La siguiente opción es *text*, en esta se selecciona qué propiedades tendrá la información del punto y se puede asignar un color (independiente a la capa actual) así como si se desea ver esta información en el dibujo, paralelo a esto se configura el estilo de texto a utilizar; es recomendable crear un estilo de texto para los puntos que se ingresen para mantener un orden adecuado en el dibujo y proyecto.

Figura 35. Cuadro de diálogo configuración de texto en puntos



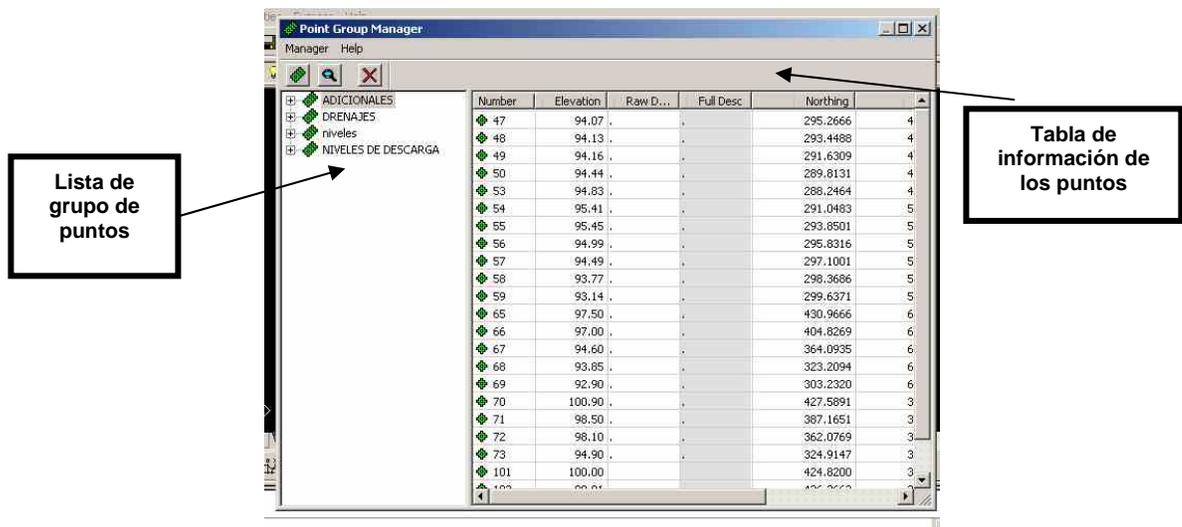
4.4. Grupos de puntos y listas

De acuerdo a los parámetros establecidos anteriormente en la configuración de puntos, todos los puntos que se insertan en el proyecto podrán ser agrupados en colecciones. Estas colecciones podrán tener un nombre que se asigna de acuerdo a la información que se posea, por ejemplo, para detalles como: cunetas, bordillos, cauces de ríos, taludes, cercos, etc., se asignan los nombres mencionados, ver figura 36, la utilidad de esto conlleva a que se tiene un orden para todos los detalles que tenga la libreta, para el caso levantamientos de caminos, se podrían agrupar todos los puntos que corresponden al eje central, bancos de marca y secciones transversales, en diferentes listas de puntos.

4.4.1. Administrador de grupos de puntos

En el menú *points* la opción *point group manager* se desplegará el siguiente cuadro de diálogo; este cuadro desplegará las distintas listas de puntos creadas en el proyecto.

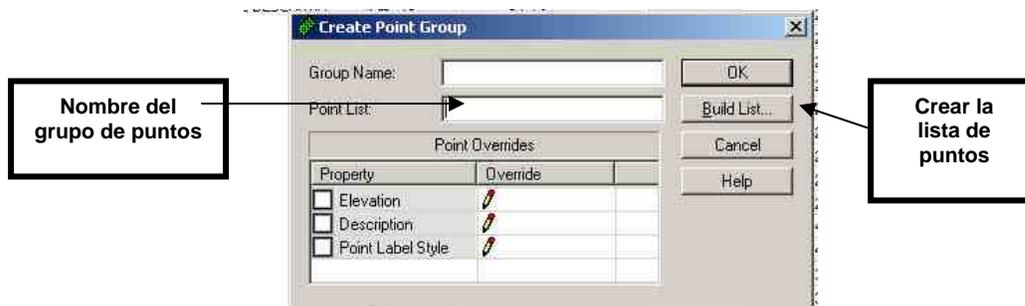
Figura 36. Cuadro de diálogo de administrador de grupo de puntos



4.4.2. Creación de grupo de puntos

Cuando se inicia un nuevo proyecto no existirán listas, en el menú *Manager* de este cuadro de diálogo se selecciona la opción *create point group*, que desplegará un nuevo cuadro de diálogo que servirá para seleccionar los puntos que integrarán al nuevo grupo; se asigna un nombre y se selecciona la opción *build list*, que se utiliza para agregar los puntos mediante la selección directa con el cursor.

Figura 37. Cuadro de diálogo de creación de grupo de puntos



4.4.3. Edición del grupo de puntos y puntos individuales

Se pueden también editar los grupos o puntos individuales a través del submenú *edit points*, recapitulando, se mencionó que todos los puntos actúan como parte de una base de datos interna de los archivos del proyecto y por esta razón los comandos o rutinas de edición de AutoCAD® solo modificarán los puntos en el entorno de dibujo, más no en la base de datos; por lo que es necesario utilizar estas órdenes de edición del programa LDD, que para puntos individuales pueden ser: rotar, copiar, mover, borrar, reenumerar, etc. Para el caso de grupo de puntos se selecciona la opción *edit points* que desplegará un cuadro de diálogo parecido al anterior, pero este cuadro permite la edición de la información de los puntos: elevación, número de orden, descripción y posición, cualquier punto a editar será modificado automáticamente en la base de datos.

4.4.4. Puntos de bases de datos externas

Existen diferentes formas para ingresar la información de las libretas topográficas por métodos externos y directos, los métodos externos brindan la opción de ordenar la información a través de un editor de texto u hoja electrónica, como se mencionó anteriormente, los puntos son la base de los levantamientos, de esta forma, no importando la fuente, los puntos pueden ordenarse de forma que contengan las 5 características mencionadas en el numeral 4.3.1.

4.5. Creación de puntos

Dentro los métodos directos de dibujo de puntos que existen en el programa, podrían mencionarse entre los más importantes los siguientes: manual (directo con el cursor), por coordenadas (X & Y de las coordenadas totales de AutoCAD®), por dirección (acimut y distancia), por deflexión o ángulo interno, sobre una línea o curva y sobre un alineamiento o polilínea.

4.5.1. Ingreso de diferentes tipos de libretas topográficas con nivelación

Los diferentes tipos de libretas topográficas explicadas en el capítulo 1, son un punto de partida para saber qué método utilizar en el programa para insertar la información. La topografía como auxiliar para estudios preliminares y ejecución de proyectos de Ingeniería Civil ha modernizado sus métodos en cuanto a la recopilación de información; mediante el programa se digitalizará esa información para su posterior utilización en análisis y diseño. Se plantearán los métodos del numeral anterior y quedará a criterio del usuario seleccionar el adecuado para proceso y optimización del programa.

4.5.1.1. Ingreso manual

Es el método tradicional de ingreso del punto, este es un método directo, ya que los puntos tienen un proceso para agregarse al dibujo, directamente el usuario ubica el punto con el cursor y luego se ingresará la información correspondiente, de esta manera se ingresará:

del menú *points* se selecciona *create points* ► *manual*, la línea de comandos se mostrará así:

```
next point:                +
```

Se utilizará el cursor para ubicar el punto donde se necesite, una vez ubicado, la línea de comandos requerirá una descripción del punto a insertar:

```
description: estación1    ↵
```

Luego se asigna el valor correspondiente a la elevación:

```
elevation<0.000>(or .): 100.980 ↵
```

y nuevamente requerirá con el cursor el nuevo punto a insertar

```
next point:
```

4.5.1.2. Ingreso por coordenadas totales

Del menú *points* se selecciona *create points* ► *northing/easting*, la línea de comandos se mostrará así:

northing:

easting:

Se asigna los valores de coordenadas totales en Y y X respectivamente y continuará para ingresar la información del punto

description:

elevation<0.000>(or .):

4.5.1.3. Ingreso por dirección y distancia

Del menú *points* se selecciona *create points* ► *direction*, la línea de comandos se mostrará así:

starting point:

Se ubica con el cursor el punto de salida de la ubicación y luego la línea de comandos se mostrará así:

azimuth (bearing/points):

Se anota el valor del acimut para la orientación del punto, luego requerirá el valor de la distancia:

distance:

Y continúa para ingresar la información adicional

description:

elevation<0.000>(or .):

Ingresado este último dato nuevamente inicia la secuencia, los puntos se dibujarán continuos, es decir, el primero sirve de punto de referencia del anterior y así sucesivamente.

4.5.1.4. Ingreso por deflexión o ángulo interno

Del menú *points* se selecciona *create points* ► *turned angle*, la línea de comandos se mostrará así:

select line (or points):

Se activará la opción de selección **cercano**, se selecciona con el cursor el extremo donde estará orientada la proyección angular de la línea (deflexión) y la línea de comandos requerirá ingresar el tipo de ángulo: *deflexion* o ángulo interno (*turned*), mostrando la línea de comandos así:

type of angle [deflection/<turned>]:

Se escribe con la letra inicial mayúscula la opción a elegir y la línea de comandos se mostrará así en espera de ingresar los datos adicionales:

type of angle [deflection/<turned>]: d

angular units: degrees/minutes/seconds (dd.mmss)

angle:

distance:

description:

elevation <0.000> (or .):

4.5.2. Ingreso de puntos en entidades de dibujo

Los puntos se dibujarán sobre la entidad línea o curva, es importante saber a partir de qué extremo los puntos serán ingresados, ya que el programa activará la opción de *snap nearest* y se elige un extremo de la línea, esta opción de ingreso sobre una línea o curva tiene utilidad específica para ingresar ejes de nivelación, ya que los puntos son ingresados en distancias o estacionamientos, a partir de su origen. Del menú *points* se selecciona *create points* ► *along line/curve/spiral* la línea de comandos ordenará seleccionar la línea (eje) en el extremo de inicio de nivelación:

select curve or line: (se selecciona con el cursor)

Luego:

distance:

Se ingresa la distancia donde se quiere el punto. Posteriormente se ingresará la información adicional:

description:

elevation <0.000> (or .):

Y nuevamente iniciará la secuencia con la distancia siguiente (siempre a partir del extremo de la línea seleccionada).

distance:

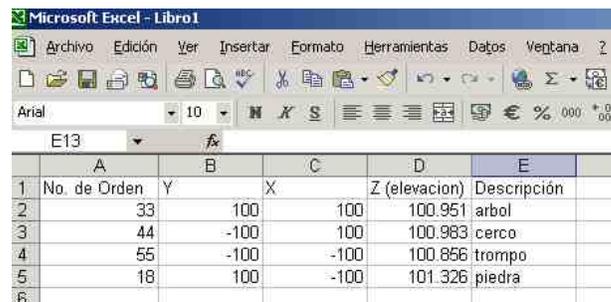
4.5.3. Importación y exportación de puntos

La importación y exportación de puntos es un tema que no debe dejar de mencionarse ya que la utilidad de este, es fundamental en el manejo de base de datos externas, es necesario que el usuario este familiarizado con los tipos de archivos que se utilizan dentro del sistema operativo Windows®.

4.5.3.1. Importación

Es importante saber que los formatos de archivos que se utilicen como hojas electrónicas, archivos de texto, información de GPS o estación total mantienen parámetros similares; por ejemplo, información de posición y descripción de puntos, que pueden ser archivados con formato de texto separado por espacios o comas (x,y,z), esta información será ordenada automáticamente por cualquier programa en columnas y filas como se muestra en la siguiente figura:

Figura 38. Ejemplo de hoja electrónica para base de datos externa



	A	B	C	D	E
1	No. de Orden	Y	X	Z (elevacion)	Descripción
2	33	100	100	100.951	arbol
3	44	-100	100	100.963	cerco
4	55	-100	-100	100.856	trompo
5	18	100	-100	101.326	piedra
6					

Una vez establecido el archivo a importar, en la hoja electrónica la información será guardada con extensión de archivo *.csv (archivo separado por comas), este es el formato de archivo que reconocerá el programa. Del menú *points* se selecciona *import/export points*►*import points* que desplegará el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 39. **Cuadro de diálogo de administrador de formato para la exportación de archivo de puntos**



Las dos opciones presentadas son *format* y *source file*, en *format* se selecciona la opción *PENZD (comma delimited)*, la nomenclatura anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla VIII. **Nomenclatura de exportación**

Inicial	<i>Description</i>	Descripción
P	<i>Point number</i>	Número del punto
E	<i>Easting value</i>	Valor de X
N	<i>Northing value</i>	Valor de Y
Z	<i>Elevation value</i>	Elevación o cota de terreno
D	<i>Description</i>	Descripción del punto

La segunda opción es la ubicación del archivo con extensión *.csv; una vez seleccionado, se dan por aceptadas todas las opciones y los puntos serán insertados al proyecto y dibujo con las características con que fueron referidos.

4.5.3.2. Exportación

Los pasos para exportación de puntos son similares. Del menú *Points* se selecciona *import/export points* ► *export* que desplegará el siguiente cuadro de diálogo.

Figura 40. Cuadro de diálogo para la importación de puntos del archivo de puntos



En la opción *destination file* se asigna una ruta y nombre del archivo a exportar, se dan por aceptadas todas las opciones y todos los puntos del proyecto serán exportados al archivo con nombre y extensión asignados.

4.6. Líneas y curvas

Son entidades básicas utilizadas en general para la representación de objetos en todo el entorno, poseen propiedades que pueden ser modificadas y representan la base de cualquier dibujo.

4.6.1. Dibujo de líneas y curvas con AutoCAD®

En AutoCAD® las entidades líneas y curvas son dibujadas por medio de órdenes especiales, por ejemplo, para dibujar una línea con un acimut de $315^{\circ}20'30''$ y distancia de 100.00 m. las órdenes en la barra de comandos seguirían esta secuencia:

command: l line specify first point:

specify next point or [undo]: @100<315d20'30" ↵

specify next point or [undo]:

Para las curvas las opciones son limitadas, cuando se requiere una curva con propiedades geométricas específicas (longitud de curva, longitud de subtangente, radio y external), estas propiedades son utilizadas comúnmente en el diseño de caminos o carreteras. En este trabajo no se analizan las opciones para dibujo de curvas.

4.6.2. Ejes de nivelación

LDD tiene la opción de dibujar estas entidades de una forma más dinámica. Para el caso de líneas de conducción y sistemas de alcantarillado, la topografía, en la mayoría de los casos, son ejes que son levantados como poligonales abiertas, utilizando esta opción, mediante el menú *lines/curves* se pueden acceder a órdenes especiales para dibujar estas entidades, para las aplicaciones de este trabajo se revisa la opción más utilizada en el dibujo de la entidad línea, que es cuando se dispone de la información de longitud y orientación (acimut o rumbos).

4.6.3. Orientación de líneas (acimut y rumbos)

En el menú *lines/curves* se selecciona la opción *by direction*, para el ejemplo anterior la barra de comandos se activará solicitando la información de la línea:

command:

cogo line by direction

starting point: (se ubica el punto de inicio) ↵

El ángulo será ingresado sexagesimal sin caracteres especiales (Grados. Min. Seg) y la línea de comandos se presenta así:

angular units: degrees/minutes/seconds (dd.mmss)

azimuth [bearing/points]: 315.2030 ↵

Luego la distancia:

distance: 100.00 ↵

Y nuevamente la secuencia inicia partiendo del extremo de la línea dibujada.

angular units: degrees/minutes/seconds (dd.mmss)

azimuth [bearing/points]:

Para el caso de rumbos se utiliza el ejemplo anterior en su equivalente angular, siendo el rumbo: N 44°39'30" O, nuevamente se selecciona la opción *by direction*, la barra de comandos se activará solicitando la información de la línea:

command:

cogo line by direction

starting point: (se ubica el punto de inicio) ↵

luego se cambia el sistema de orientación a rumbos (*bearing*)

angular units: degrees/minutes/seconds (dd.mmss)

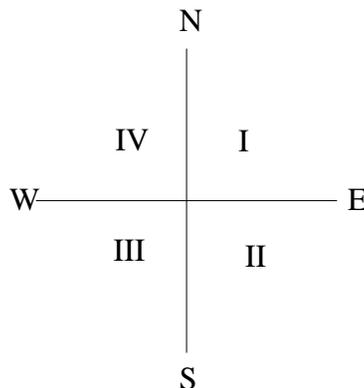
azimuth [bearing/points]:b (seleccionar b) ↵

La barra de comandos se mostrará así:

quadrant(1-4)(azimuth/points): 4

Se elige el cuadrante donde está ubicado el ángulo, los valores son de 1 a 4 según lo utilizado en topografía.

Figura 41. **Ubicación de cuadrantes**



Posteriormente se ingresa el rumbo:

bearing (dd.mmss):44.3930

distance: 100.00

Y nuevamente la secuencia inicia partiendo del extremo de la línea dibujada.

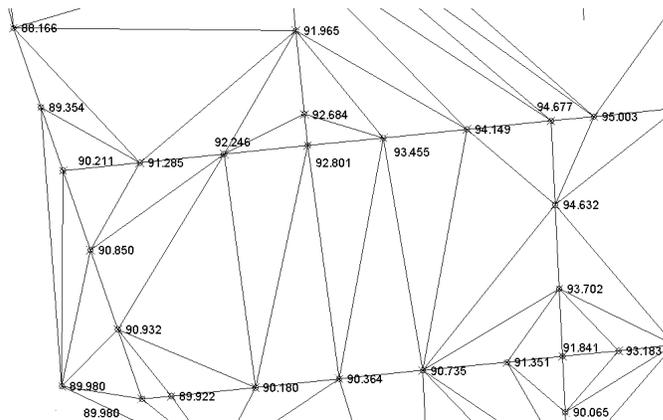
angular units: degrees/minutes/seconds (dd.mmss)

bearing [azimuth/points]:

4.7. Superficies

Una superficie en el programa LDD es la simulación tridimensional de un terreno y la realiza en la unión de puntos por medio de líneas en el espacio. La superficie puede crearse con puntos provenientes de la base de datos, creada a través de la inserción de puntos directo o con base de datos externas. Las superficies son creadas por medio de la interpolación de espacios proporcionales, esto se asume cuando se quiere saber dónde se ubicarán las curvas de nivel.

Figura 42. **Ejemplo de triangulación de puntos**



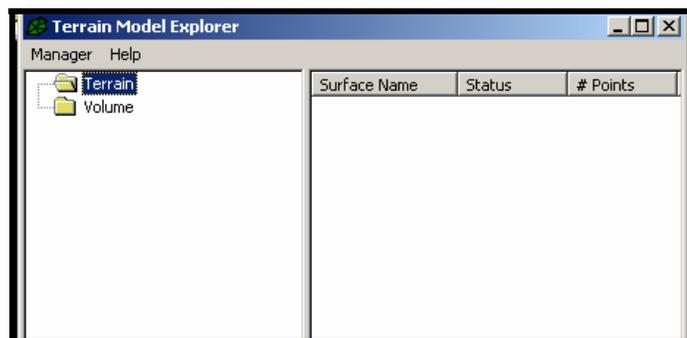
El modelado de la superficie en el programa se efectúa por medio de triángulos, mediante la unión de los puntos se crea una red irregular triangular, con siglas en inglés “TIN”, estas uniones son efectuadas automáticamente con líneas.

Una superficie en el programa puede ser creada por medio de la base de datos de los puntos ingresados en el dibujo y el proyecto. En los numerales anteriores se han examinado los diferentes métodos de ingreso de puntos y la forma de agruparlos; los grupos serán de utilidad, ya que los cuadros de diálogo que intervienen en la creación de una superficie serán auxiliados por estos.

4.7.1. Modelado de terrenos en el explorador de superficies

Para la creación de una nueva superficie se selecciona el menú *terrain* la opción *terrain model explorer*, que desplegará el siguiente cuadro de diálogo.

Figura 43. Cuadro de diálogo: Explorador del modelo de terreno



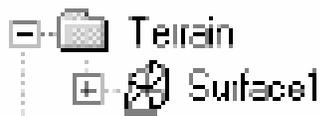
Para el usuario que esté familiarizado con el Sistema Operativo Windows® este cuadro de diálogo es muy dinámico, ya que funciona como el explorador de Windows®.

4.7.2. Configuración de superficies

La carpeta *terrain* desglosa otras carpetas, estas carpetas contienen información que existe en la base de datos del proyecto, los pasos a seguir son:

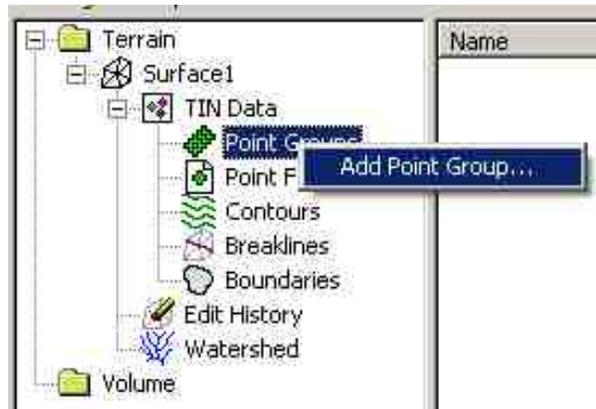
- Se selecciona con el botón derecho del ratón la carpeta *terrain*.
- Se desplegará un menú auxiliar: *new surface* que se selecciona con el cursor.
- Una carpeta para la superficie es creada en el *terrain model explorer*.
- Predefinidamente se asignará un nombre automático a la Superficie siendo este: *Surface1*, que puede ser renombrado, haciendo doble selección (doble clic izquierdo) en este.

Figura 44. **Subcarpeta de la carpeta terrain**



Se puede acceder a la carpeta creada para la superficie para ver las subcarpetas que la integran, cada subcarpeta es un acceso directo a la información de la base de datos de los puntos.

Figura 45. Subcarpetas del explorador de modelo de terreno



4.7.3. Creación de superficies y el administrador de grupos de puntos

Para el caso anterior, se elige la subcarpeta *point groups*. En la sección 4.4.1 y 4.4.2 se establecieron los parámetros para la creación de un grupo de puntos por medio del **administrador de grupos de puntos**, estos serán de utilidad en la creación de la superficie.

Con el cursor se selecciona en el botón derecho del ratón (*mouse*) en la carpeta *point files*, se selecciona el menú auxiliar *add point group* que despliega el cuadro de diálogo que se utiliza para elegir el grupo de puntos de la lista:

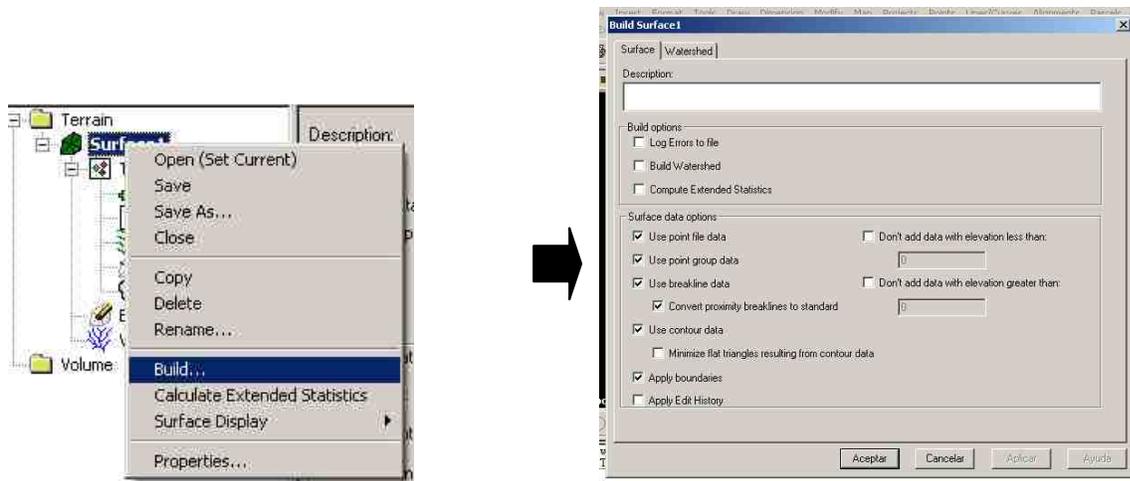
Figura 46. Cuadro de diálogo para agregar grupos de puntos



Se selecciona OK; si es necesario agregar un nuevo grupo de puntos se repiten los pasos anteriores. Nuevamente aparece el cuadro *terrain model explorer*, en la parte derecha aparece el grupo de puntos que se agregará.

Ahora se selecciona con el botón derecho del ratón, la subcarpeta *surface1*, desplegando un menú auxiliar que edita la superficie, se selecciona la opción *build (construir)*, ver siguiente figura. Se selecciona OK en los siguientes cuadros de diálogo y el programa generará la superficie.

Figura 47. Cuadros de diálogo de creación de superficie



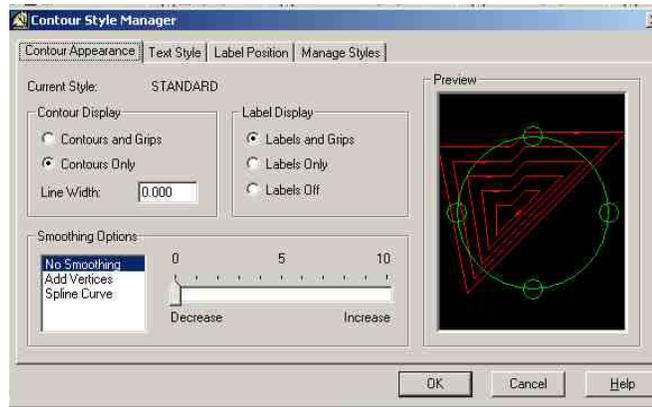
4.8. Utilidades

El programa presenta una serie de aplicaciones que pueden ser utilizadas para la mejor representación del proyecto, queda a criterio del usuario la configuración necesaria para obtener un mejor resultado.

4.8.1. Curvas de nivel

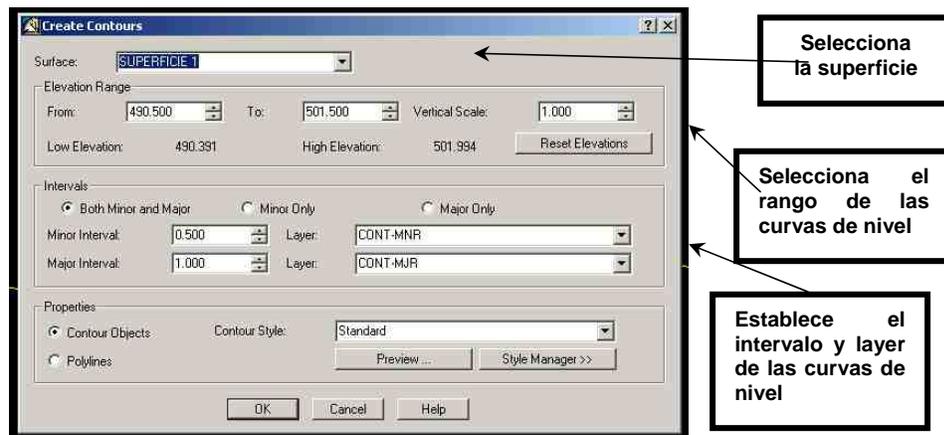
Una vez configurada y creada la superficie, el dibujo de curvas de nivel es un paso sencillo, en el menú *terrain* se selecciona el submenú *contour style manager*, el que se utiliza para configurar todas las características de las curvas de nivel: este cuadro de diálogo está desglosado en 4 características: apariencia de curvas (modifica la suavidad), estilo de texto de la etiqueta de la curva, posición de la etiqueta de la curva y administrador de estilos de curva. Se seleccionan las opciones adecuadas para las curvas de nivel y se selecciona OK.

Figura 48. Cuadro de diálogo de administrador de estilo de curvas



Luego en el menú *terrain* se selecciona el submenú *create contours* que desplegará el siguiente cuadro de diálogo.

Figura 49. Cuadro de diálogo para crear curvas

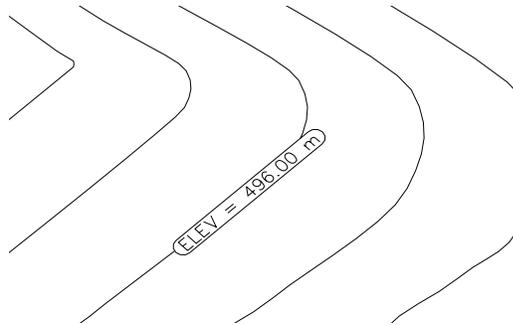


Las opciones a seleccionar son: *surface*, donde se elegirá la superficie donde estarán referidas las curvas de nivel; la opción *elevation range*, se utilizará para establecer el rango de alturas en que estarán la curvas, el programa modifica estos valores al cambiar los valores en *intervals*, donde se establece el intervalo de incremento de las curvas, es decir, a cada cuánto estarán representadas las curvas de nivel (a 1.0 m. a 5.0 m.) y también la curva intermedia. Al aceptar las opciones del cuadro de diálogo las curvas de nivel son creadas en el dibujo.

4.8.2. Rótulo de curvas

Las curvas de nivel pueden rotularse automáticamente por medio del submenú *contours labels* en el menú *terrain*, este submenú se desglosa en 4 opciones, con ellas se pueden rotular las curvas, en grupos, individualmente o en el punto que se elija sobre la curva, cualquiera de estas opciones establecen la posición de la etiqueta de las curvas de nivel; el estilo de texto y tamaño de este rótulo o etiqueta de curva fue configurado en el administrador de estilo de curvas.

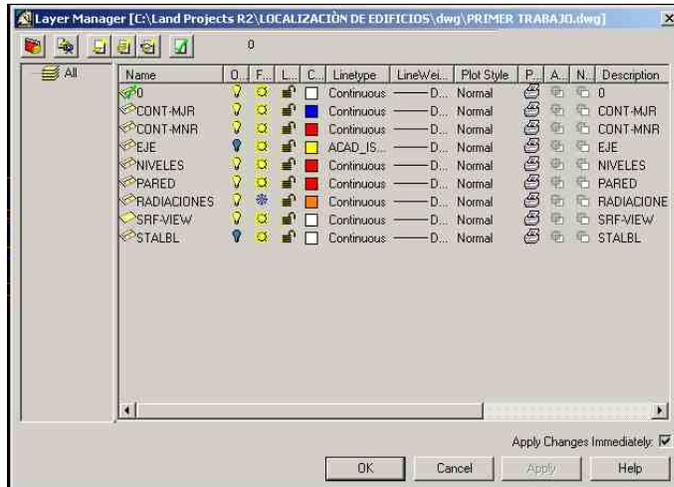
Figura 50. Ejemplo de rotulado de curva



4.8.3. Administrador de capas de AutoCAD LDD®

Para el programa AutoCAD® el *layer properties manager* modifica las propiedades de las capas, sin embargo, en la aplicación del programa muchas entidades son agregadas y por ende se agregan capas al dibujo. En el menú *utilities* se selecciona el submenú *layer manager*, el cuadro de diálogo es parecido al administrador de propiedades de capas de AutoCAD®, sin embargo, tiene opciones adicionales que permiten configurar las capas que se necesiten visualizar, agrupándolas por filtros.

Figura 51. Cuadro de diálogo de administrador de capas



4.8.4. Textos especiales

Utilizando el submenú *curve text* del menú *utilities* se puede dibujar un texto sobre un arco o curva, los pasos para agregar este texto son: seleccionar la entidad (curva), luego desplegará el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 52. Cuadro de diálogo de editor de texto en curva



En este cuadro se escribe el texto arriba y abajo que se desea en la curva, con la opción *text properties* se modifica los valores de acuerdo a lo que se requiera en el dibujo.

4.8.5. Revisiones

En algunos casos es necesario agregar anotaciones de revisión en los archivos de dibujo, por medio de esta opción, ubicada en el menú *utilities* ► *revisions* ► *add revisión bar*, se puede agregar un cuadro de revisiones, con la fecha e información sobre las revisiones efectuadas, en un archivo.

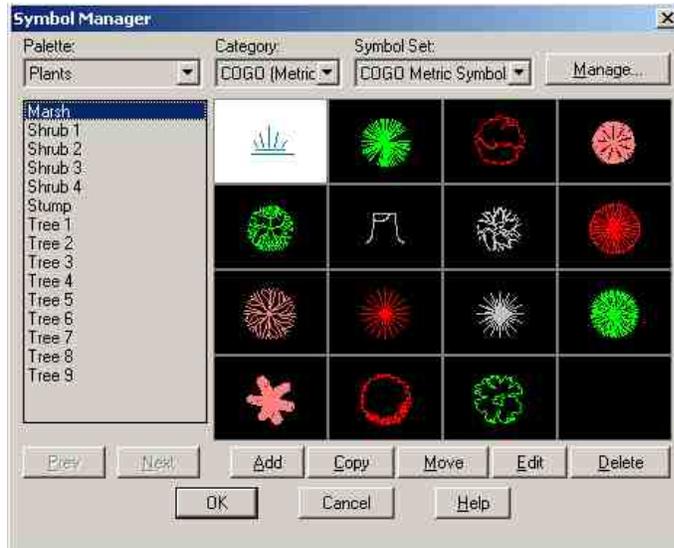
4.8.6. Administrador de símbolos

El programa posee varias librerías de símbolos, las cuales están clasificadas en el submenú *symbol manager* del menú *utilities*. Las librerías se clasifican como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IX. Lista de símbolos

<i>Annotation Symbols</i>	Símbolos de Anotación
<i>Arrows</i>	Flechas
<i>Circles</i>	Círculos
<i>Dim Pointer</i>	Punteros de dimensión
<i>Hexagons</i>	Hexágonos
<i>Miscellaneous</i>	Misceláneos
<i>North Arrows</i>	Flechas de norte
<i>Squares</i>	Cuadrados
<i>COGO Symbols</i>	Símbolos COGO
<i>Details</i>	Detalles
<i>Exterior</i>	Exteriores
<i>Miscellaneous</i>	Misceláneos
<i>Plants</i>	Plantas
<i>Structures</i>	Estructuras
<i>Survey</i>	Topografía
<i>Vehicles</i>	Vehículos

Figura 53. Cuadro de administrador de símbolos



5. CIVIL DESIGN®

Civil Design® (**Diseño Civil**) es un conjunto de programas auxiliares de *Land Development Desktop*® (en adelante LDD), con aplicaciones para vías terrestres, hidrología e ingeniería sanitaria. En el capítulo anterior, se explicaron los diferentes métodos para ingresar la información topográfica (digitalización), con esta información se puede generar un modelo interno digital y posteriormente dibujar curvas de nivel, en este capítulo se examinarán los pasos más importantes para la configuración de una plantilla de trabajo con las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) que se aplicará para el diseño de una red de drenaje sanitario, una vez configurada esta plantilla se continuará con los pasos adicionales que intervienen en el dibujo de planta y perfil de un diseño y el manejo de la hoja de cálculo interna del programa; posteriormente, se analizará un ejemplo completo para mayor entendimiento del proceso y la comparación con los resultados tradicionales que pueden efectuarse en una hoja de cálculo.

5.1. Limitantes

Los aspectos a considerar en este trabajo, sobre las limitantes del programa, que deben considerarse previo a utilizarse como herramienta para el diseño son:

- El programa no trabaja con condiciones para bombeo, solo drenaje por gravedad.

- El trazo de la ruta de colectores o la ubicación de los pozos de visita debe definirse por los criterios y normas establecidas, el proceso de planificación y diseño sobre un mapa topográfico es un paso que no se omite al utilizar el programa, es necesario ubicar previamente los PV's en el dibujo.
- En algunos casos, para un diseño hay que establecer el nivel freático, por lo que los pozos de visita o la tubería, no deben ubicarse en profundidades que excedan los niveles permisibles, no existe dentro del programa la opción para configurar la profundidad máxima de las tuberías (únicamente un nivel del pozo inicial de un tramo); para tomar en cuenta este factor, el método para evaluar podría ser directamente sobre el perfil del terreno y de esta forma establecer, según los estudios correspondientes del proyecto, a qué nivel se ubica el manto freático para tomar en cuenta las profundidades de las tuberías.
- La capacidad de la hoja de cálculo del programa es limitada, los datos son agrupados en columnas, los datos pueden ser editados a conveniencia del diseño. La información que la hoja presenta está dividida en dos grupos: el diseño topográfico y el diseño hidráulico.

5.2. Manejo de las aplicaciones de colectores o tuberías (*pipes*)

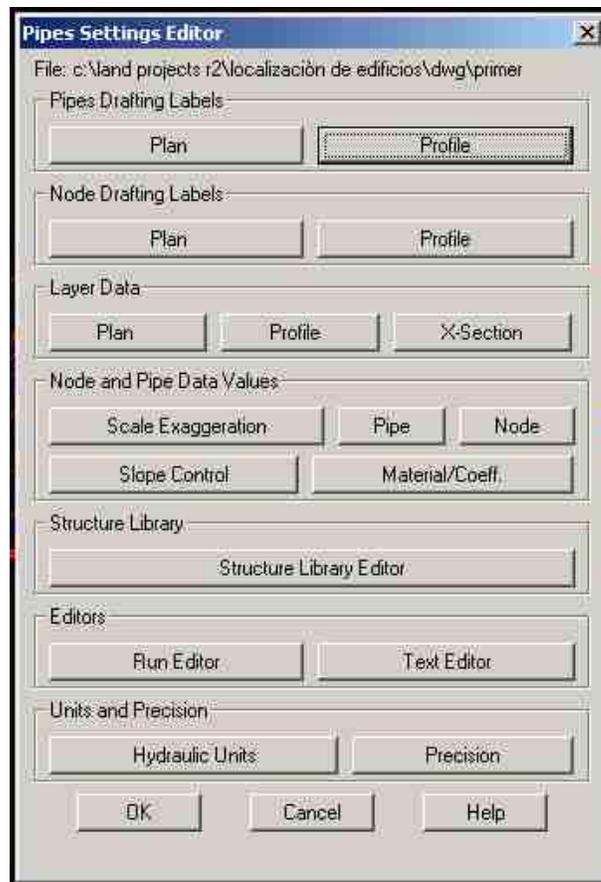
De acuerdo a lo establecido en el numeral 4.2.4 del capítulo anterior, *Civil Design*® será activado con la selección en el menú: *menu palets*, se selecciona éste y desplegará nuevos menús siendo estos: *projects*, *points*, *terrain*, *grading*, *layout*, *alignments*, *profiles*, *cross sections*, *hydrology*, *pipes*, *sheet manager*, *inquirí* y *utilities*. Los menús que se utilizan con frecuencia son *terrain*, *alignments*, *profiles* y *pipes*.

El menú *pipes* es el más importante, en este se configura la aplicación de las normas y los elementos adicionales para el dibujo de planta y perfil de la red así como la utilización de la hoja de cálculo interna del programa.

5.2.1. Configuración del entorno para aplicación de las normas existentes para el diseño de drenajes

En el menú *pipes* se selecciona el submenú *settings*►*edit*, este menú desplegará el cuadro de diálogo que muestra la figura 54, que es el editor de configuración de tuberías.

Figura 54. Editor de configuración de tuberías



Este cuadro se desglosa en los siguientes parámetros y posteriormente se seleccionará cada opción para adecuarla a las normas que rigen el diseño.

- ***Pipes drafting labels***

Parámetros de las etiquetas o rótulos en el dibujo de tuberías en planta y perfil.

- ***Node drafting labels***

Parámetros de las etiquetas o rótulos en el dibujo de pozos de visita o registros en planta y perfil (precisión de los rótulos en decimales).

- ***Layer data***

Parámetros de las distintas capas (layers) que serán creadas cuando se dibujen las diferentes entidades que intervienen en el dibujo de planta y perfil del diseño aplicado, es decir, el nombre automático que se asignará a las capas.

- ***Node and pipe data values***

Parámetros y condiciones hidráulicas del sistema como: diámetro mínimo, tipo de material de tubería, control de pendientes, coeficientes de material, etc.

- ***Structure library***

En esta opción se configuran las dimensiones de los pozos de visita, de las cajas de registro o de las estructuras existentes en los extremos de los colectores.

- ***Editors***

En esta opción se configuran las condiciones de porcentaje máximo de la sección de la tubería.

- ***Units and precision***

En esta opción se configuran las unidades hidráulicas con que se trabajará: caudal, velocidad, área, longitud, diámetros, elevación de terreno; así como la precisión numérica que se requiera en estas.

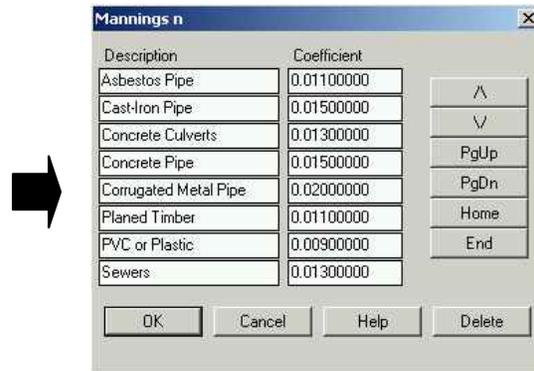
5.2.2. Rugosidades en tubería

En este punto se inicia con la configuración de la plantilla de trabajo, en el cuadro de diálogo anterior se selecciona la opción *material/coeff* ubicada en los cuadros de selección *node and pipe data values*, que desplegará los siguientes cuadros de diálogo:

Figura 55. Lista de coeficientes



Figura 56. Selector de tabla de coeficientes



De acuerdo a la norma se establece que para los cálculos hidráulicos se utiliza el coeficiente “n” de Manning, para los valores de rugosidades de las tuberías, el programa, como muestra la figura 56, posee una lista de las rugosidades de los materiales conocidos, sin embargo, se puede agregar en la lista un nuevo material (Novaloc, Rib-Loc, ADS).

Adicional a esto, se pueden seleccionar los valores análogos que establece Hazen-Williams y Darcy-Weisbach para el factor de fricción.

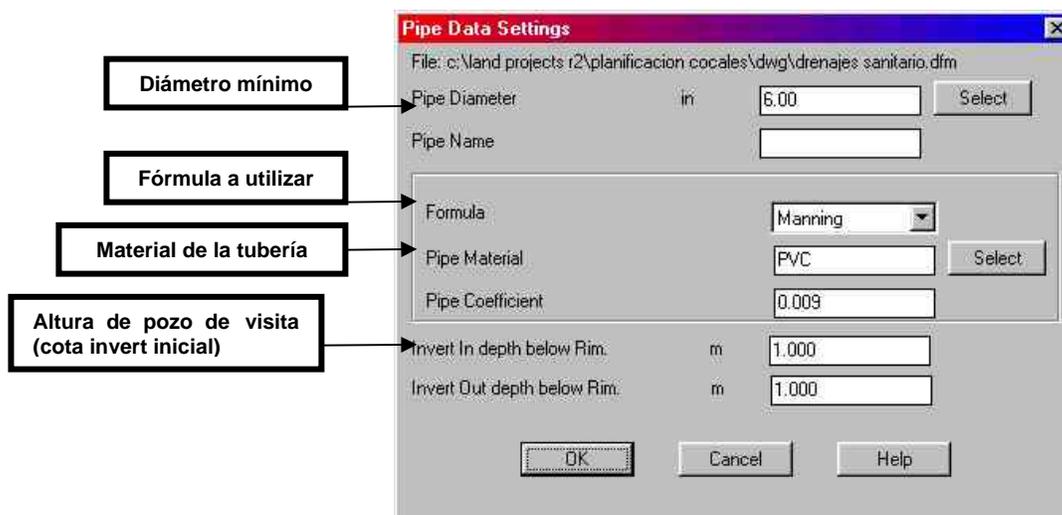
5.2.3. Aplicación de la fórmula de Manning

De acuerdo a la norma, la fórmula de Manning establece que:

$$V = (1/2)R^{2/3}S^{1/2}$$

Se selecciona la opción *pipe*, ubicada en los cuadros de selección *node and pipe data values*, la que desplegará el cuadro de diálogo que muestra la figura 57, se selecciona la fórmula a utilizar en los cálculos, además el valor del diámetro mínimo en colectores, la altura inicial de los pozos de visita, que de acuerdo a la normas que se establece en la sección 2.10, el diámetro mínimo a usar en colectores es 6 pulgadas (150 mm) para PVC y la altura inicial de pozos de visita es 1.00.

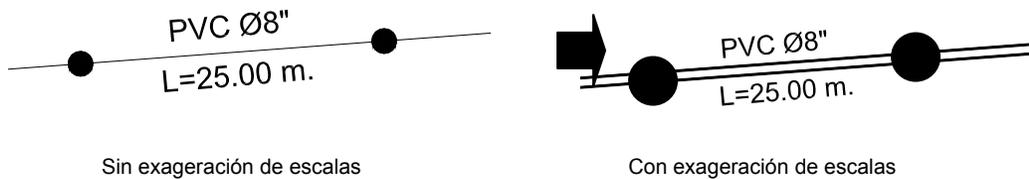
Figura 57. Configuración de valores de tuberías



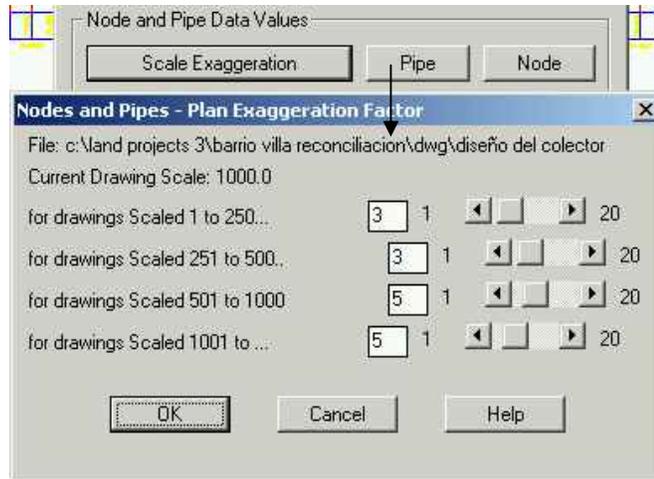
5.2.4. Exageración de escalas

Esta opción dentro del programa, es utilizada en el dibujo de los resultados del diseño, es decir, cuando se generan las entidades que componen la planta y perfil del archivo, estas entidades en algunos casos son dibujadas en la escala o dimensión real, sin embargo, para cuestiones de representación en el dibujo se necesita incrementar sus dimensiones para que esta información sea legible y entendible; por ejemplo, al dibujar en planta una tubería de diámetro de 8" se necesita incrementar la representación de esta para que represente una tubería y no una línea, en el caso de los pozos de visita, el tamaño del símbolo puede modificarse para representarlo con una escala adecuada.

Figura 58. Representación de exageración de escalas



Para modificar y adecuar la exageración de escalas en el dibujo y proyecto se selecciona la opción *scale exaggeration*, del cuadro de diálogo editor de configuración de tuberías; los valores a modificar son de acuerdo a la escala en que los planos finales se impriman (escala 1:1000, 1:1250, etc.)

Figura 59. Cuadro editor de exageración de escalas

5.2.5. Configuración de capas (*layers*) para las tuberías

La representación del diseño en el programa LDD, es el dibujo de planta y perfil de los tramos, muchas entidades son creadas en este proceso, por lo que el programa administra la creación de capas para mantener un orden en las entidades, estas capas son creadas de acuerdo a los tramos que se diseñan; por ejemplo se considera que se identifica con el nombre de PVS1-PVS10 a un tramo que inicia en el pozo de visita Num. 1 al pozo Num. 10, con este nombre que se asigna al tramo, será el prefijo del nombre de las capas que creará el programa y serán identificadas así:

Para el dibujo de entidades en planta:

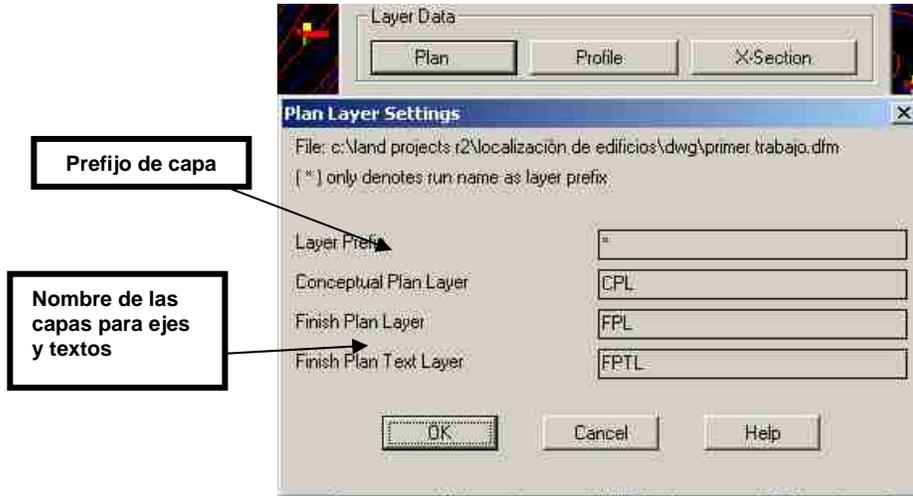
<u>PVS1-PVS10</u> CPL	Nombre de la capa que identifica al eje del tramo PVS1-PV10S
PVS1-PVS10 FPL	Nombre de la capa que identifica a la representación del tubo (grosor de tubería) del tramo PVS1-PVS10.
PVS1-PVS10 FPTL	Nombre de la capa que identifica a las etiquetas o rótulos creados para las características del tubo (diámetro, longitud, material, etc.).

Y para el caso de entidades en perfil:

PVS1-PVS10 FPRL	Nombre de la capa que identifica a la representación del tubo (grosor de tubería) del tramo PVS1-PV10S.
PVS1-PVS10 FPRTL	Nombre de la capa que identifica a las etiquetas o rótulos creados para las características del tubo (diámetro, longitud, material, etc.).

Son casos análogos para planta y perfil, los nombres de las capas quedarán asignados con un prefijo, que es el nombre del tramo; y estas pueden ser modificadas en sus propiedades básicas (nombre, color, tipo de línea, etc.) en el administrador de propiedades de capas. Para configurar los nombres de las capas que se asignarán a los tramos, se modificarán los valores que se tienen en el cuadro de diálogo siguiente:

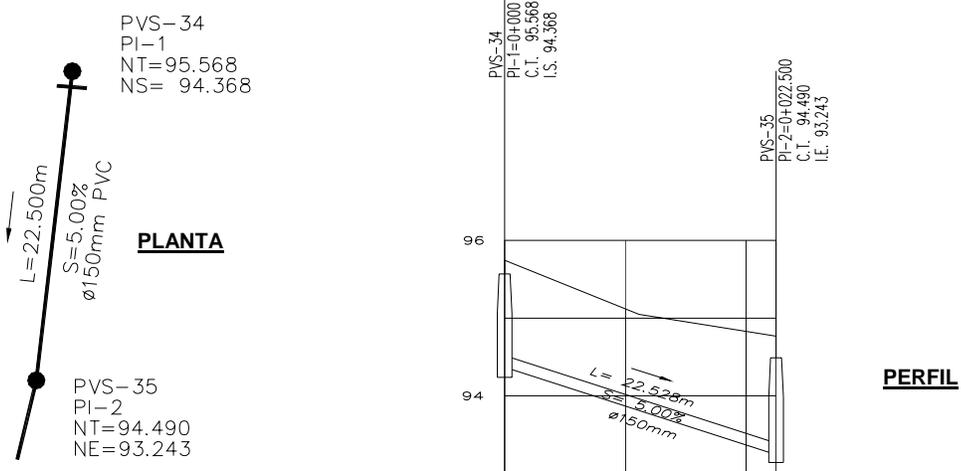
Figura 60. Cuadro de configuración de capas en planta



5.2.6. Identificación y precisión de cotas invert

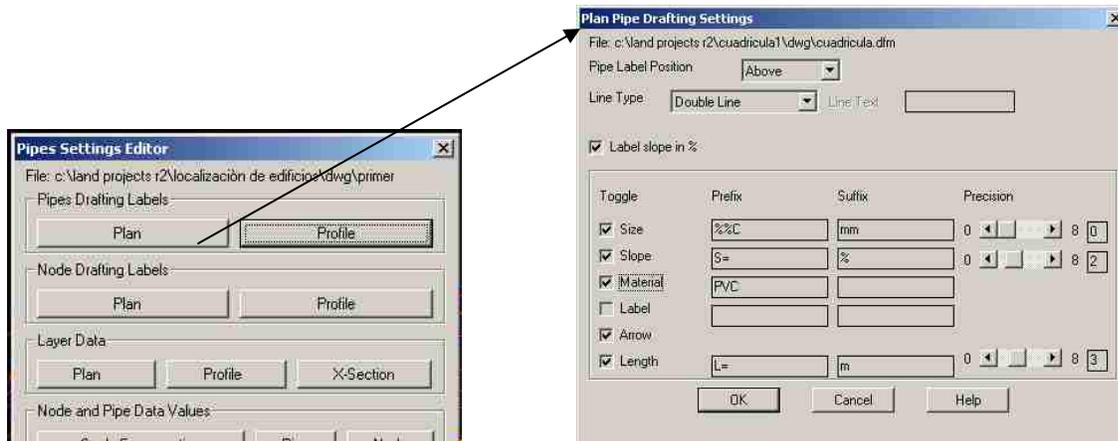
Los resultados del análisis del comportamiento hidráulico y geométrico de una red de alcantarillado sanitario se resumen en una hoja de cálculo e información en planos de planta y perfil de las distintas consideraciones que se aplican (pendientes, diámetros, ubicación de los pozos de visita, cotas invert, etc.). La representación en planos puede configurarse en el programa para presentarse de la siguiente forma.

Figura 61. Resultados en planta y perfil



Esta información es configurada en la opción *pipes drafting labels* y *node drafting labels*, la primera para el rotulado de las tuberías y la segunda para el rotulado de los pozos de visita. En el cuadro de diálogo *pipes settings editor* se selecciona la opción *plan* (planta).

Figura 62. Cuadros de edición de rótulos de tuberías



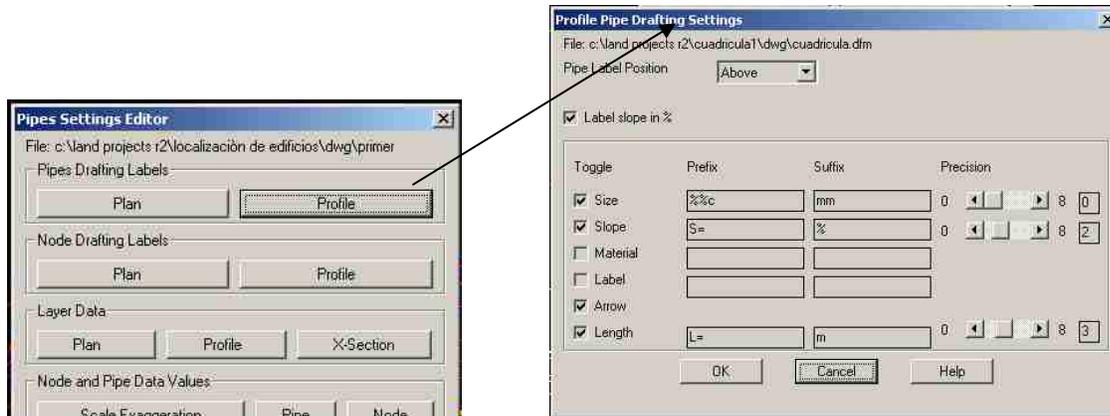
El cuadro de diálogo anterior se traduce en las siguientes configuraciones.

Tabla X. **Configuración de rótulos de tuberías**

Posición del rotulado	Encima
Tipo de línea :	Doble (se dibujara una línea doble para simbolizar la tubería) Activado Precisión de 2 decimales
Rótulo de pendiente en porcentaje	Activado, precision de 2 decimales
Tamaño o diámetro de la tubería:	
Prefijo:	%%C (código de AutoCAD® que simboliza: Ø)
Sufijo:	mm (dependiendo el caso se puede cambiar a pulgadas: ") Precisión de 0 decimales
Material:	PVC (dependiendo del diseño puede ser: Concreto, HG, HF, fibra de vidrio etc.)
Rótulo:	Desactivada (Opción si se necesita un rótulo adicional)
Flecha:	Activada
Longitud:	
Prefijo:	L= longitud
Sufijo:	m=metros, precisión de 3 decimales

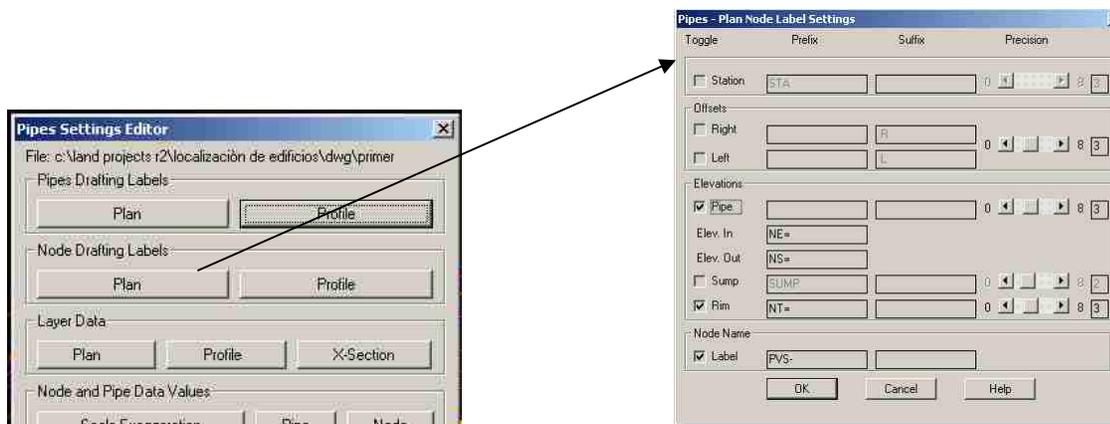
Se acepta la configuración anterior y se selecciona la opción *profile* (perfil) para configurar las opciones en perfil para tuberías, se puede configurar las mismas opciones si se quiere la misma información en los perfiles, o seleccionar las adecuadas para cada caso.

Figura 63. Cuadro de edición de rótulos en perfil



Luego se configuran los rótulos de los pozos de visita: identificación de Pl's, precisión de las cotas invert (niveles de entrada y salida), identificación de los estacionamientos para la planta, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 64. Cuadros de edición de rótulos de pozos de visita en planta



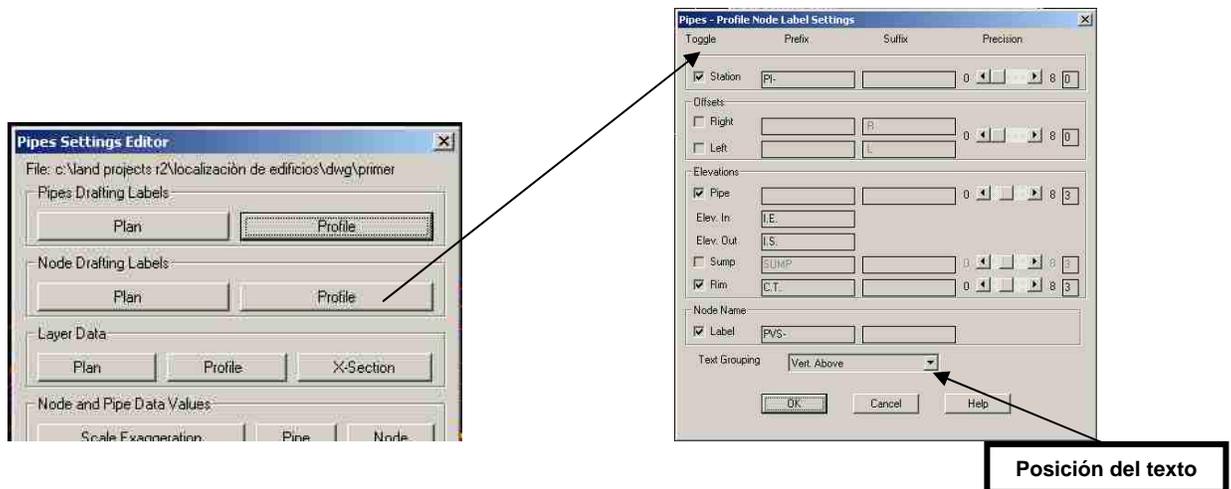
El cuadro de diálogo anterior se traduce en las siguientes configuraciones:

Tabla XI. Configuración de PV

Estacionamiento	Desactivado (Opción para rotular los estacionamientos de los tramos)
Offsets	Desactivado (Opción para rotular estructuras paralelas no aplicable en este caso)
Elevaciones de tubería	Activado, precisión de 3 decimales
Nivel de entrada	NE= (nivel de entrada o cota invert de entrada)
Nivel de salida	NS= (nivel de salida o cota invert de salida)
Trampa de grasas	Desactivado (opción para rotular el nivel del fondo del pozo de visita).
Borde	Activado precisión de 3 decimales (Opción para rotular el nivel de terreno)
Nombre del nodo	PV (opción para identificar el prefijo o sufijo de los pozos de visita)

La configuración anterior puede ser aplicada para el perfil seleccionando los valores o rótulos que se necesiten en planta o perfil. La variante para el caso del perfil es la ubicación del rótulo en el dibujo, se selecciona la opción *text grouping*, en este cuadro para ubicar la posición del texto, por ejemplo: vertical arriba del pozo (*vert. above*)

Figura 65. Cuadros de edición de rótulos de pozos de visita en perfil



5.2.7. Editor de la librería de estructuras (pozos de visita, cajas, etc.)

El cuadro de diálogo *structure library editor* (figura 67) ayudará a configurar las opciones de representación en perfil de los pozos de visitas y cajas de registro, el programa posee una librería de estructuras que pueden ser utilizadas, según sea el caso, de acuerdo a la representación tradicional utilizada, los pozos de visita son representados por medio de rectángulos que se reducen en su parte superior en forma de trapecios y las cajas, por medio de rectángulos, esta configuración es necesaria ya que los valores por definición del programa son aplicados a estándares norteamericanos, en Guatemala las consideraciones geométricas que las normas del INFOM establecen y que son aplicadas a la configuración son:

- El diámetro interno (D) del pozo de visita (PV) será 1.20 m, para alcantarillas con diámetros de 750 mm y menores; para alcantarillas con diámetros mayores de 750 mm, D deberá ser igual al diámetro + 600 mm.

- Para profundidades de rasante de tubos de 0.60 a 1.00 m se usarán cajas de registro sanitarias (CRS).

Traduciendo y aplicando términos a los parámetros que establece el programa en su lenguaje, se modifican los valores, adecuándolos a las normas:

Figura 66. Traducción de términos aplicados a los pozos de visita

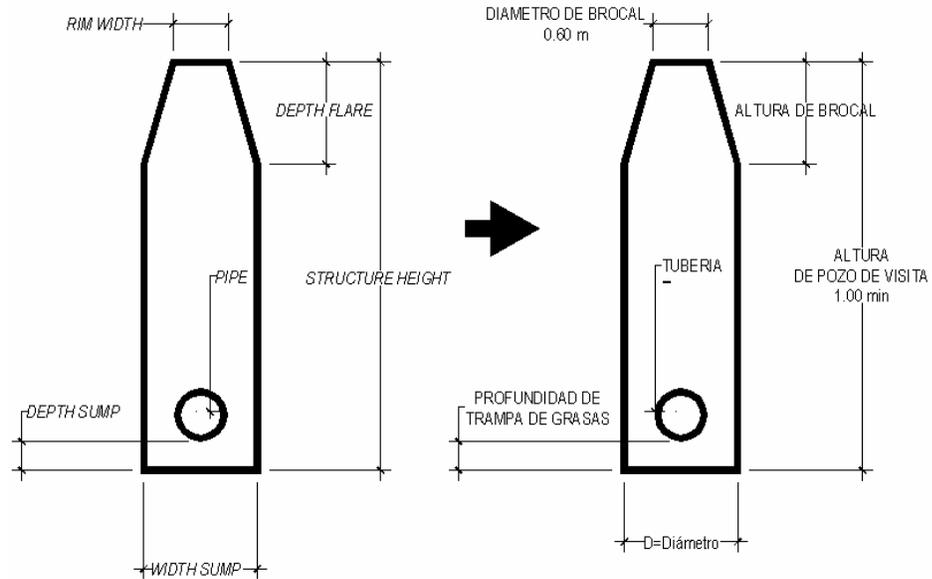
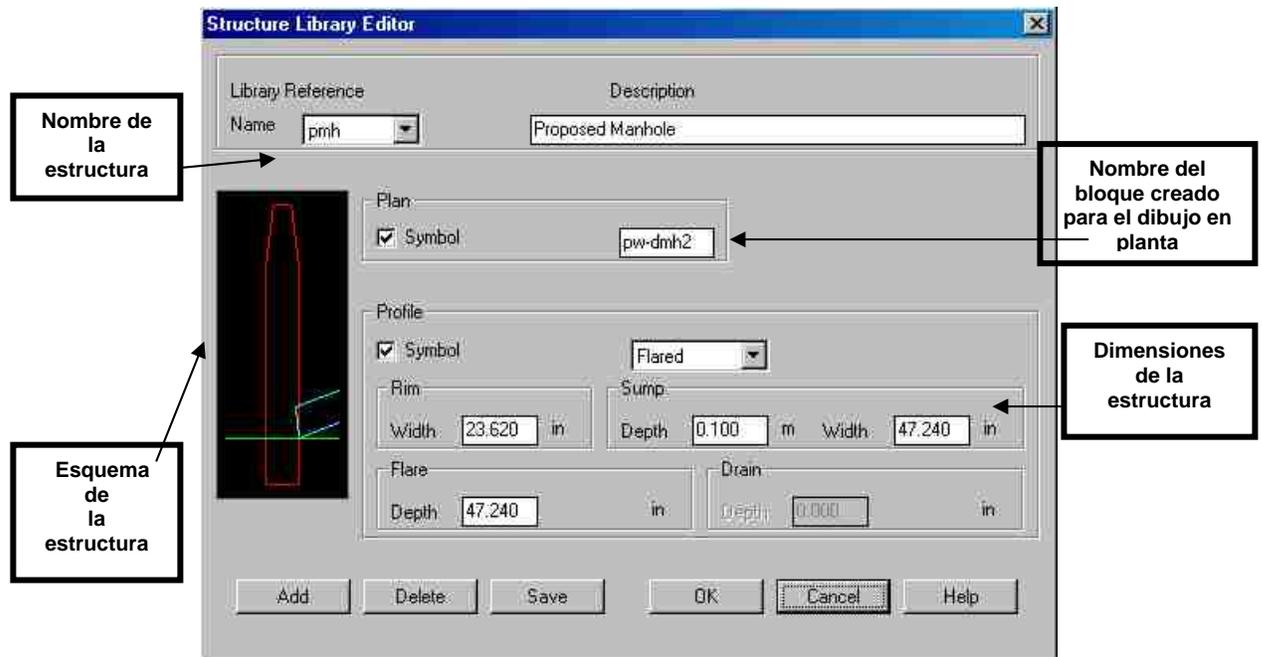


Figura 67. Editor de biblioteca de estructuras



Las opciones a elegir y modificar en este cuadro se muestran en la siguiente tabla.

Tabla XII. Configuración de librería de estructuras

Nombre de la estructura:	pmh
Planta:	Símbolo activado, nombre automático
Perfil:	Símbolo activado, nombre <i>flared</i>
Dimensiones de la estructura:	Los valores que establecen las normas (valores en pulgadas).

5.2.8. Definición de las rutas de los colectores por polilíneas y entidades de AutoCAD®, utilizando las superficies existentes

Las rutas de los colectores o tuberías están en función de la ubicación de los pozos de visita, es importante que todas las tuberías se proyecten, en donde sea posible, con el mismo sentido que la pendiente natural del terreno, los costos no se elevarán al respetar esta premisa; las condiciones a evaluar serán siempre con un drenaje por gravedad; ya que un pozo se encuentra ubicado al inicio o final de un colector, el programa posee dos métodos para definir la ubicación de los pozos y por ende la ruta de las tuberías, el primer método es la selección directa del punto donde estará ubicado el PV (selección con el cursor) y la otra por medio de la selección de una entidad dibujada previamente (polilínea), en cualquier caso, la ruta debe ser definida dentro del perímetro de la superficie, es decir, ninguna ruta puede existir fuera de donde está la interpolación de la superficie, ya que al definirse una ruta, esta posee información relacionada directamente con la superficie (longitudes, elevaciones de terreno de los pozos, elevaciones de entrada y salidas de las tuberías, etc.). Los pozos de visita o cajas de registro, son identificados en el programa por medio de nodos (*nodes*).

Para definir una ruta en el menú *pipes* se selecciona el submenú *define pipe runs* ► *draw pipe run*, con esta opción se define la ruta del colector por el método directo, es decir, seleccionando con el cursor los puntos de ubicación de los pozos de visita.

La línea de comandos se mostrará de la siguiente forma:

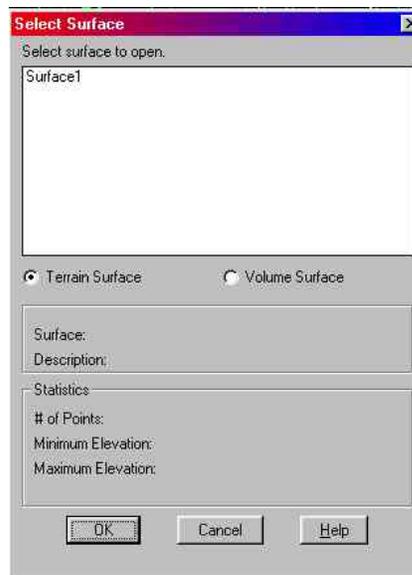
command:

enter new run name: 1-10 ↵

Se asigna un nombre a la ruta, por ejemplo: los nombres de los pozos de visita al principio y final de la ruta.

Luego se desplegará el cuadro de diálogo donde se selecciona la superficie a utilizar para la ruta de los colectores.

Figura 68. **Cuadro de selección de superficie**



Luego el siguiente cuadro de diálogo confirmará la superficie a utilizar

Figura 69. Cuadro de activación de superficie

Se selecciona *on*, luego la línea de comandos se mostrará así:

command:

select point:(exit/station): ↵

Se ubica con el cursor el primer pozo de visita, que es el inicio de la ruta de los colectores, respetando las ubicaciones que establecen las normas: en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en las intersecciones de dos o más alcantarillas, etc. Cuando se selecciona el punto, la línea de comandos sugerirá agregar un nuevo punto, mover el anterior o salir, se selecciona: *add* y se acepta esta orden.

select point:(exit/station):

exit/move/add <add>:↵

select point:(exit/station):

Nuevamente con el cursor se elegirá el siguiente punto y la línea de comandos se mostrará así:

exit/next/prev/move/delete/undo/save/add <add>:

Las opciones que pueden seleccionarse son:

exit: Finaliza la ruta que se está ingresando

next: Selecciona otra ruta

prev:	Cambia la posición del pozo anterior
move:	Cambia la posición del pozo actual
delete:	Borra la posición del pozo actual
undo:	Deshace la ultima selección del pozo actual
save:	Finaliza la ruta que se está ingresando y continúa con las siguientes configuraciones de la ruta
add:	Agrega nuevos pozos

Si todos los pozos son correctos, se selecciona la opción *exit*, que desplegará el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 70. **Cuadro de selección de alineamiento**



Se selecciona la opción *use no alignment*, que significa no utilizar alineamiento, en la sección 5.3.1 se establecerán los pasos para la utilización de los alineamientos con las rutas de colectores, la barra de comandos se mostrará así:

```

exit/next/prev/move/delete/undo/save/add <add>: x
run: 1-10          length: 60.42          nodes: 3
command:

```

5.3. Manejo de las memorias de cálculo del programa (editor de rutas de colectores)

Los procesos que se aplican para el diseño de una red de drenaje sanitario en el programa LDD son gráficos, es decir, todas las condiciones que se establecieron en los pasos anteriormente descritos servirán para analizar y efectuar un diseño adecuado y funcional, el programa maneja una hoja de cálculo conocida como **editor de rutas de colectores**. Al definir la ruta de los colectores, el usuario definió la ubicación de los pozos de visita o cajas de registro, también se establecieron las condiciones preliminares de diseño: diámetro mínimo; fórmula a utilizar; coeficiente de rugosidad; altura inicial de pozos de visita; pendientes mínima y máxima. La información anterior, servirá para determinar las condiciones hidráulicas.

Los datos que pueden modificarse o editarse para conveniencia del diseño son:

- La altura de la estructura a utilizar (pozo de visita o caja de registro)
- El valor de la pérdida de carga adicional
- El diámetro de la tubería
- La pendiente de la tubería o los valores de las cotas de entrada o salida de la tubería.
- El valor del caudal de diseño por tramo.

Con el caudal de diseño se calculan:

- Velocidad de diseño (v),
- Relación de diámetro menor y diámetro mayor (d/D),
- Velocidad a sección llena (V),
- Caudal a sección llena (Q);

Estos valores se presentarán de manera acumulada por los tramos existentes en la ruta de colectores.

De acuerdo a lo anterior, se puede establecer que la hoja posee ciertas limitantes, ya que en una hoja de cálculo estándar se pueden efectuar los cálculos determinando el caudal máximo, caudal de infiltración y un caudal especial, así como estimaciones adicionales como: proyecciones, dependiendo el período de diseño o volúmenes de excavación, sin embargo, la ventaja es que cualquier modificación, en cuanto a las propiedades geométricas o topográficas del diseño, pueden ser aplicadas rápidamente a los resultados gráficos; por ejemplo, si se modifica el valor de una pendiente y/o el diámetro de una tubería, esta información se actualizará en el dibujo de la planta y el perfil, ya que al editar o modificar un valor de pendiente esta modifica los valores de la cota de entrada o salida de la tubería.

La hoja de cálculo se divide en tres partes: Las hojas de información, (donde se ingresa los datos), los botones desplazamiento y las herramientas de edición (ver figura 72).

5.3.1. Edición de las rutas

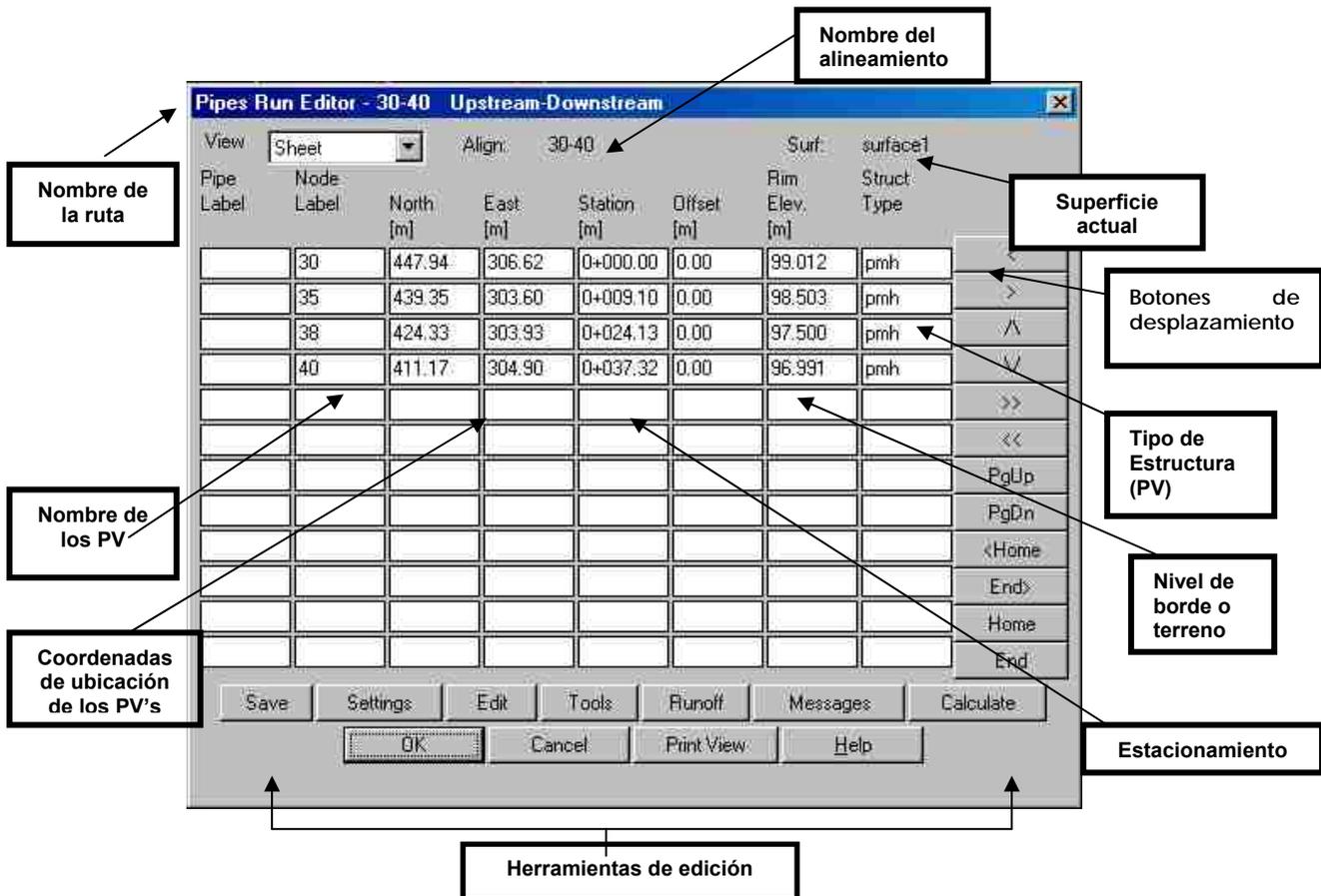
Para cada ruta de colectores existirá una hoja de cálculo, para editar una ruta se ingresa a la hoja de cálculo; se selecciona en el menú *pipes* el submenú *conceptual plan* ► *edit data*, que activará el cursor de selección en pantalla, se elige en cualquier punto del dibujo y desplegará el cuadro de diálogo de la lista para seleccionar la ruta de colectores que se editará.

Figura 71. Cuadro de selección de rutas



Una vez seleccionada la ruta se desplegará la hoja correspondiente.

Figura 72. Hoja de cálculo de ruta de colectores

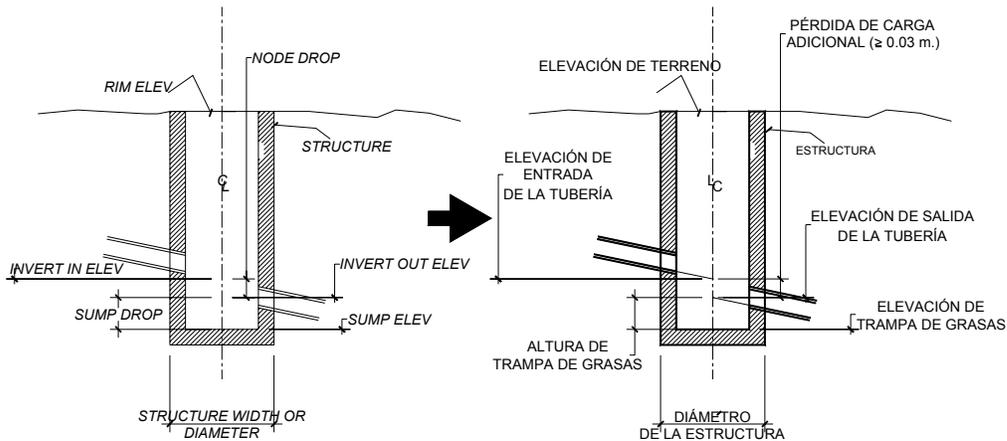


Al activar los botones de desplazamiento (>, <<) la hoja de cálculo se va trasladando a las filas y columnas adicionales. En la figura 74 se muestra un diagrama de los valores que corresponden a las propiedades geométricas de esta tabla.

Figura 73. Continuación de hoja de cálculo de ruta de colectores

Struct Type	Struct Dim. [in]	Node Drop [m]	Sump Drop [m]	Sump Elev [m]	Pipe Size [in]	Start Inv. [m]	Finish Inv. [m]
pmh	48.000	0.030	0.100	97.682	8.000	97.782	97.309
pmh	48.000	0.030	0.100	97.179	10.000	97.279	96.317
pmh	48.000	0.030	0.100	96.187	10.000	96.287	95.813
pmh	48.000	0.030	0.100	95.713			

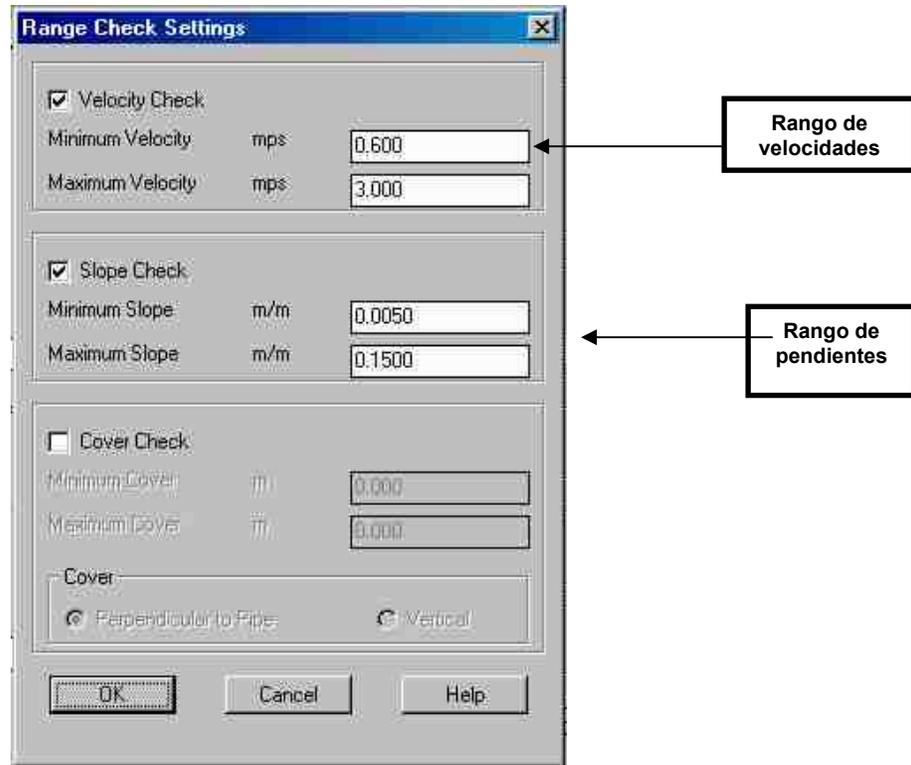
Figura 74. Traducción de términos aplicados a la hoja de cálculo



5.3.2. Selección de diámetros y pendientes (máximas y mínimas)

La selección del diámetro de las tuberías está en función del caudal con que se diseñará; los diámetros son editados o modificados de acuerdo a las condiciones hidráulicas, en la columna *pipe size* el valor del diámetro al iniciarse la edición de la hoja de cálculo de un tramo nuevo será de 6" (mínimo), de acuerdo a lo establecido en la sección 5.1.3, puede ser editado según las condiciones. En la columna *pipe slope (m/m)* están los valores de la pendiente correspondiente a cada tramo de tubería, el valor de pendiente está en unidades de metro/metro, el valor inicial de pendiente que la hoja de cálculo utiliza es la del terreno, este valor puede ser modificado aproximando al valor deseado o redondeado. Por ejemplo: en un tramo de tubería la pendiente de terreno es 5.197% se puede utilizar para la pendiente de tubería un valor de 5.20% y el valor a ingresar en la hoja de cálculo será 0.0520.

Figura 76. Cuadro de rangos de revisión

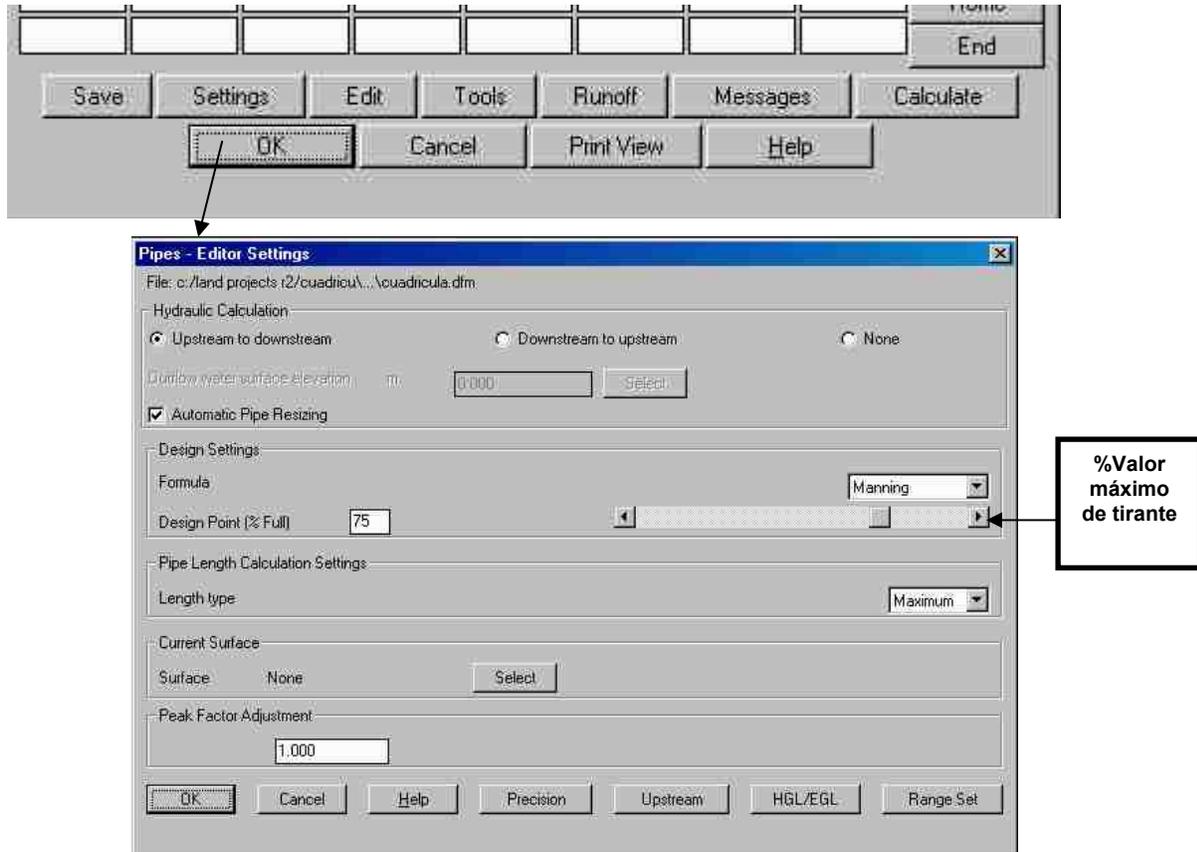


5.3.3. Condiciones hidráulicas necesarias

Las condiciones para la hoja de cálculo establecen que se debe determinar un caudal de diseño, para determinar este valor, debe hacerse el análisis que establece las normas que determinan el caudal máximo, de infiltración, máximo de aguas negras y los caudales especiales. Al determinar el caudal de diseño por tramos, se asigna en la hoja de cálculo los valores que se irán acumulando sobre toda la ruta, en la columna *pipe flow* de la hoja de cálculo se ingresan los valores que corresponden a la ruta.

En la esquina superior izquierda se pueden configurar las vistas de la hoja de cálculo para ver solo los valores que corresponden a los caudales.

Figura 78. Cuadro para editar valor máximo de tirante



5.4. Perfiles

Los perfiles son la representación de la alineación vertical de la sección de un terreno. Para dibujar un perfil, es necesario que exista una superficie y un alineamiento; en la sección 5.1.8 donde se indican los pasos para crear una ruta de colectores, se hizo mención de los alineamientos, los cuales en la base de datos del programa son la representación del comportamiento de una línea referida a la superficie.

La ruta de colectores debe estar referida a un alineamiento; posteriormente se revisarán los pasos para referir los alineamientos a las rutas de colectores. Los menús utilizados para el dibujo de perfiles son *alignments* y *profiles* (alineamientos y perfiles, respectivamente).

5.4.1. Creación de alineamientos

El método más utilizado para la creación de un alineamiento es por medio de la entidad polilínea, cuando se define una ruta de colectores es creada una polilínea, con esta será creado un alineamiento.

En el menú *alignment* se selecciona el submenú *define from polyline* (definir de polilínea), el cursor de selección se activará y la línea de comandos se mostrará así:

command:

command: select polyline:

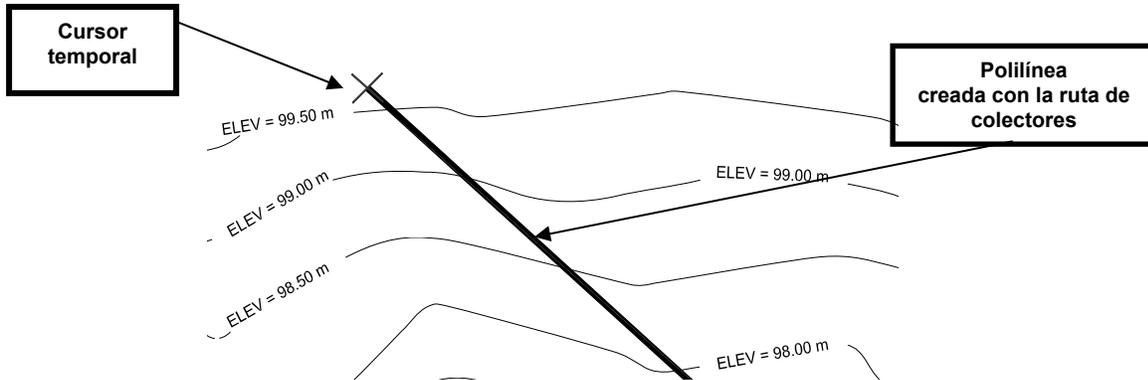
Seleccionando la polilínea en su inicio, la línea de comandos se mostrará así:

command:

select reference point (enter for start): ↵

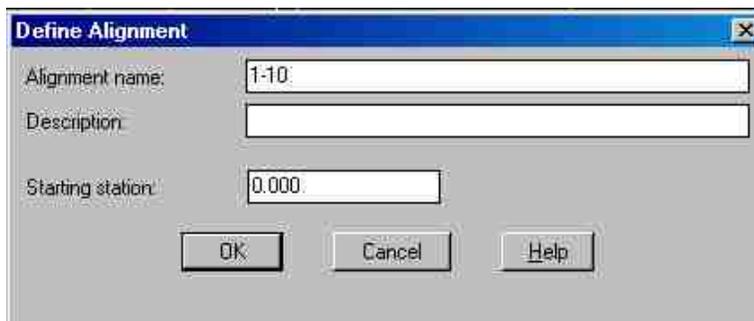
En esta opción, se activará sobre la polilínea un cursor o señal temporal que indica dónde está el inicio de la misma, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 79. **Ejemplo de activación de cursor temporal**



Este cursor sugiere que el alineamiento sea creado desde el inicio, esta opción es aceptada en la línea de comandos. Luego se desplegará el cuadro de diálogo para ingresar el nombre del alineamiento.

Figura 80. **Cuadro para definir nombre de alineamiento**



Es recomendable que el nombre del alineamiento sea el mismo que se utiliza para las rutas de colectores. La línea de comandos desplegará el resumen de las propiedades del alineamiento (nombre, número de orden dentro de la base de datos, longitud y estacionamiento desde el punto de inicio).

name: 1-10 number: 13 length: 59.498
starting station: 0+000 ending station: 0+059.498

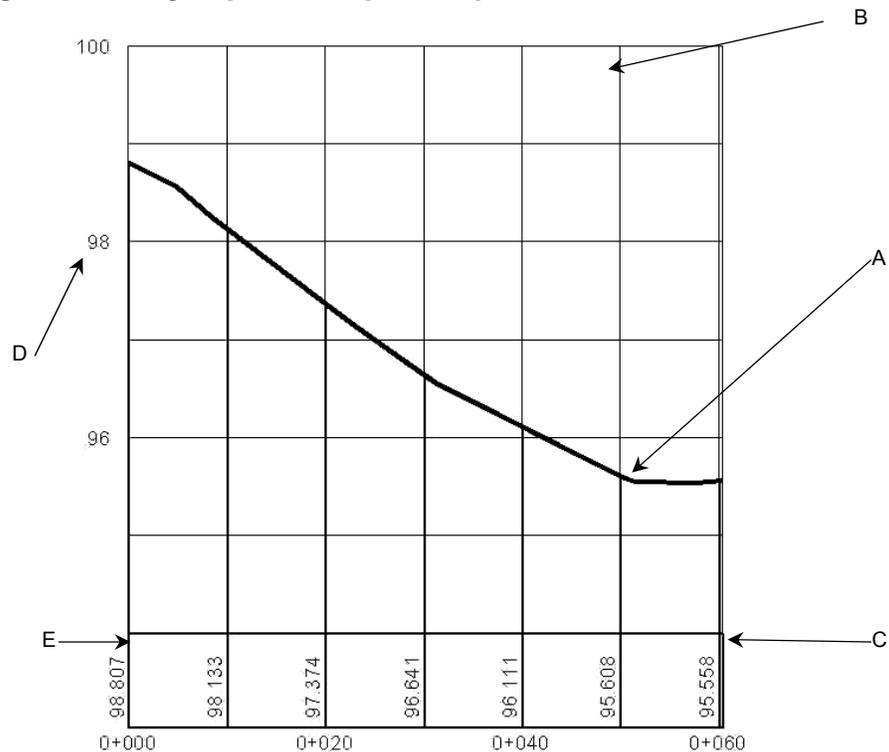
command:

5.4.2. Perfiles de alineamientos con las superficies existentes

Con los alineamientos definidos el siguiente paso es configurar las opciones para dibujar los perfiles, cuando se dibujan los perfiles muchas entidades son dibujadas, para administrar esta información el programa crea capas (*layers*) para determinadas entidades de un perfil; por ejemplo, se creará una capa para:

- A. La línea del terreno
- B. La grilla o cuadrícula de referencia
- C. La base del perfil
- D. El texto de la cuadrícula que indica las alturas
- E. El texto que indica el estacionamiento y la altura en este

Figura 81. Ejemplo de capas de perfil



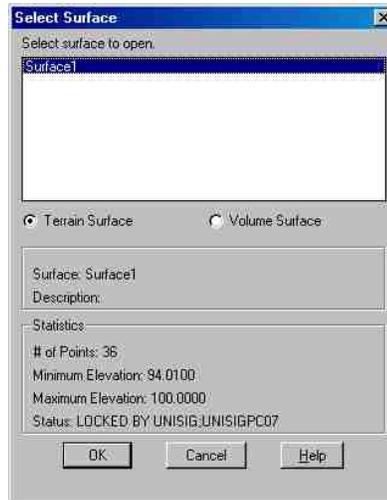
En el menú *profiles* los nombres de estas capas pueden ser modificados, se selecciona el submenú *profile settings* ► *EG layers*, el cual mostrará el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 82. Cuadro para asignar nombres a capas de perfiles



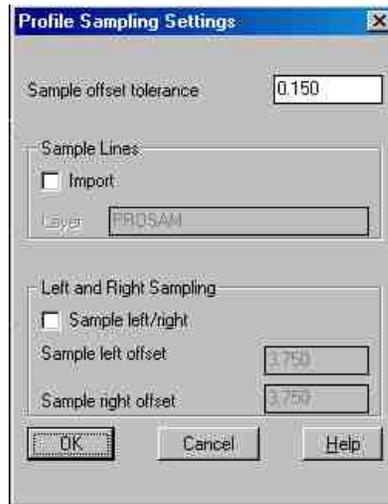
El siguiente paso es referenciar el alineamiento con la superficie; se selecciona el submenú *surface* ► *set current surface*, que muestra el cuadro de diálogo para seleccionar la superficie a utilizar.

Figura 83. Cuadro para seleccionar la superficie



Luego el submenú *existing ground* ► *sample from surface* desplegará el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 84. Cuadro de selección de entidades adicionales



Las opciones *sample lines* y *left and right sampling* deberán estar desactivadas para no agregar entidades adicionales a la base de datos. Luego la línea de comandos sugerirá desde qué estacionamiento debe iniciar la referencia con la superficie y con cuál debe finalizar, este es el paso final para referenciar el alineamiento con la superficie, es recomendable aceptar las dos opciones para que el perfil sea sobre todo el alineamiento:

command:

beginning station <0.000>: ↵

ending station <60.423>: ↵

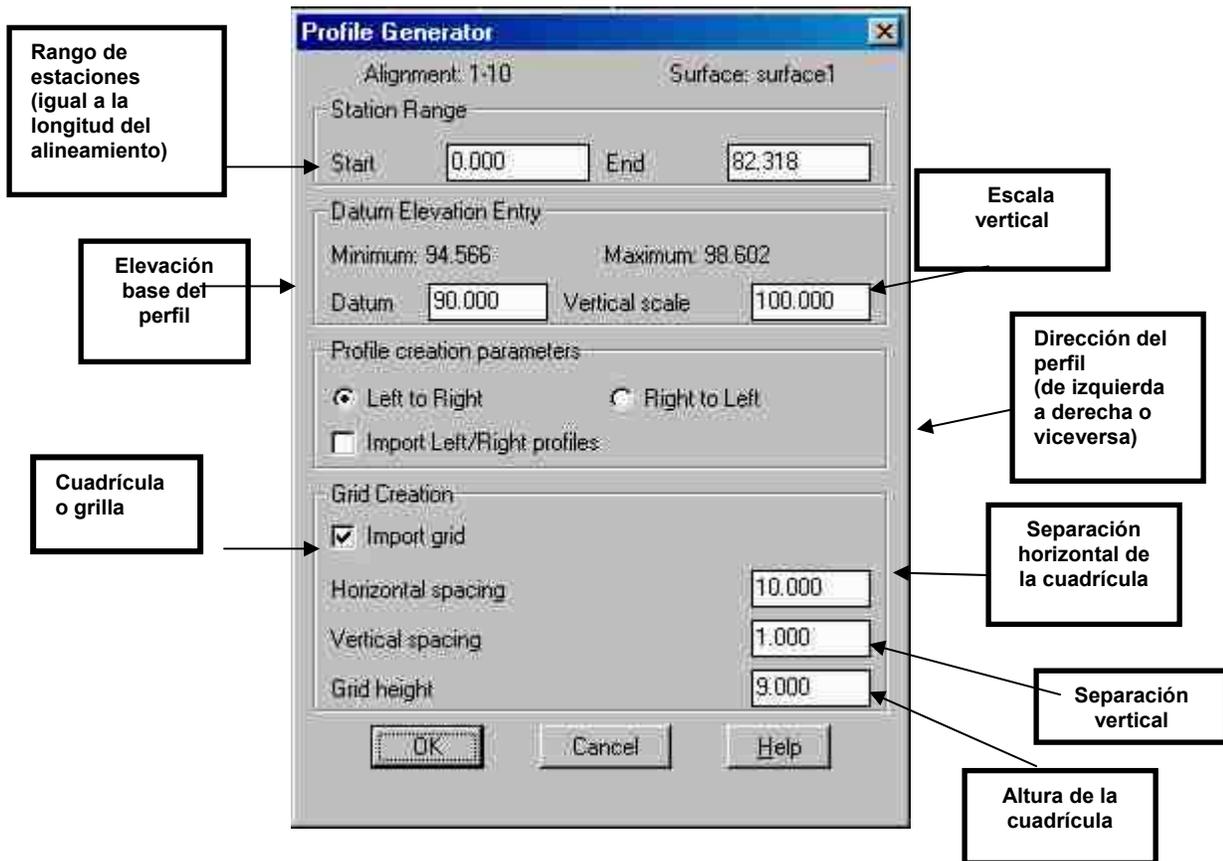
starting station: 0+000 ending station: 0+060.423

you have sampled profile for 60.423 meters of alignment.

command:

Después de referir el alineamiento, el siguiente paso es importarlo gráficamente al dibujo, se selecciona el submenú *create profile* ► *full profile*, que despliega el cuadro de diálogo *profile generator* (generador de perfil), todas las opciones en este cuadro se explican en la siguiente figura.

Figura 85. Cuadro de configuración de valores de perfiles



Cuando se acepta la configuración de este cuadro de diálogo la línea de comandos solicitará el punto para insertar el perfil, se ubica con el cursor el lugar y luego mostrará la orden; si se quiere eliminar las capas existentes para los perfiles (grilla vertical, base, estacionamiento, etc.) remplazarlas por las nuevas entidades, en la mayoría de los casos se crearán varios perfiles por lo que es recomendable no borrar las capas.

Finalmente la línea de comandos muestra un resumen y el resultado de estos procesos son el perfil dibujado en el lugar seleccionado con el cursor.

command:

select starting point: +

delete existing profile layers (yes/no)<yes>: n

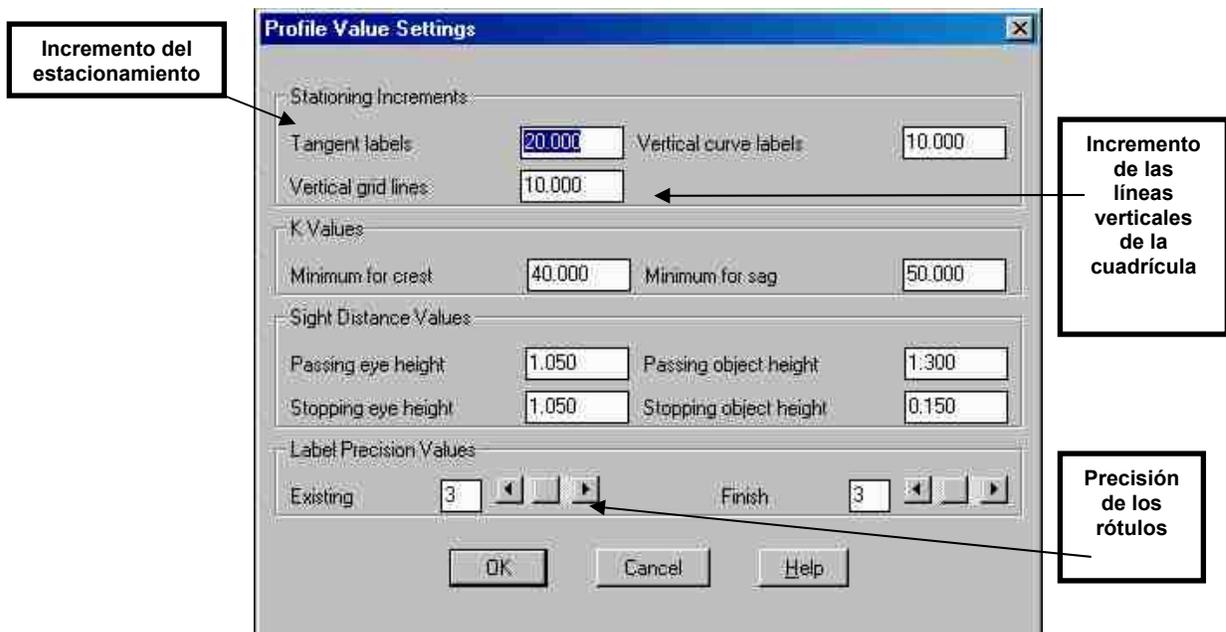
starting station: 0+000 ending station: 0+060.423

you have sampled profile for 60.423 meters of alignment.

5.4.3. Edición de perfiles

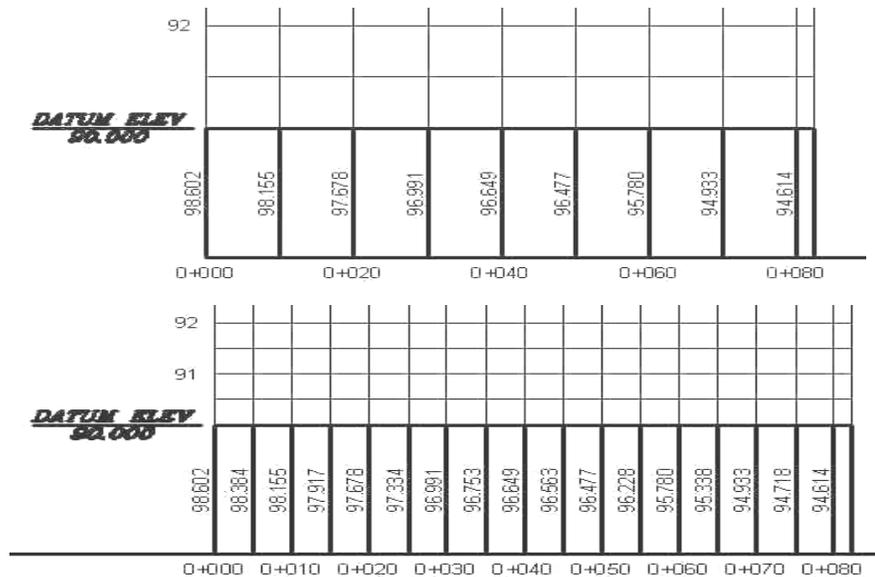
Dependiendo de la longitud del perfil los valores de rótulo o identificación de los estacionamientos pueden editarse para una mejor comprensión. En el menú *profiles* se selecciona el submenú *profile settings* ► *values* que muestra el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 86. Cuadro de edición de intervalo de estacionamientos



Para que estos valores sean aplicados es conveniente generar nuevamente el perfil con los pasos indicados en la sección 5.3.2. En la siguiente figura se muestran los valores antes y después de ser editados.

Figura 87. Ejemplo de estacionamientos modificados

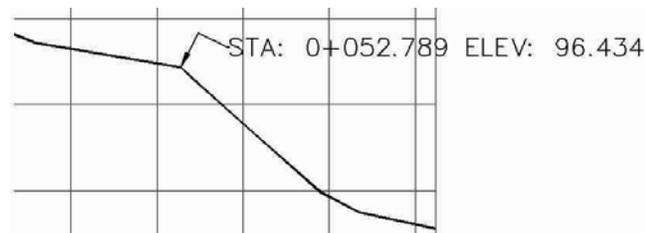


5.4.4. Etiquetas de perfiles

En algunos casos es necesario identificar el valor de una altura en la trayectoria de un perfil, esta identificación es representada por medio de una línea de texto, señalando el punto en el perfil. Para ubicar una etiqueta se debe seleccionar en el menú *profiles* el submenú *label ► spot elevations*, la línea de comandos se activará para solicitar el punto en el perfil que se necesita identificar, la ubicación se selecciona con el cursor y de la misma forma la posición del texto, con estas dos opciones se acepta la orden para concluir la herramienta de rotulado y como se muestra en la siguiente figura la etiqueta identifica el estacionamiento y la altura en este.

pick label point: +
leader point: +
leader point:

Figura 88. **Ejemplo etiqueta de perfil**



5.4.5. Utilidades de perfiles

Cuando se trabaja con perfiles y rutas de colectores es necesario orientar qué perfil debe utilizarse para analizar un tramo de colectores, es decir, ubicar el perfil con que se trabajará; se selecciona en el menú *profiles* el submenú *set current profile*, la línea de comandos se activará para seleccionar un punto con el cursor, que se marcará dentro del perfil que se utilizará, luego de elegir el punto, la línea de comandos muestra un resumen del nombre del perfil que es el mismo utilizado para el alineamiento.

pick a point inside the profile: +
profile name: 1-10
profile commands now reference alignment: 1-10

5.5. Revisiones y comparaciones del diseño efectuado

Es conveniente hacer un resumen de los pasos anteriores para ir estableciendo una secuencia para el diseño de un tramo de colectores:

- Se creó una plantilla con las normas que se aplican en la configuración inicial
- Se definió la ruta de colectores por medio de la ubicación de los PV's o cajas de registro
- Esta ruta crea una hoja de cálculo, en la cual se establecen todas las condiciones que debe cumplir según las normas (caudales, velocidades, pendientes, etc.)
- La ruta de colectores definió una entidad en el dibujo (polilínea)
- Con esta entidad se definió un alineamiento
- Con el alineamiento se esquematizó el perfil de terreno

El paso final es importar los resultados del diseño con la representación en planta-perfil y la hoja de cálculo en un archivo de texto. En el menú *pipes* se selecciona el submenú *alignments* ► *change run alignment* que se utilizará para agrupar el alineamiento con la hoja de cálculo, el cursor de selección se activará y se elige la ruta correspondiente al alineamiento.

5.5.1. Importación visual de colectores y pozos de visita en perfiles

Los resultados de la hoja de cálculo son aplicados a los resultados gráficos, en los perfiles se visualiza el comportamiento del diseño en la representación de la tuberías y los pozos de visita, es conveniente importar en primera instancia los resultados en el perfil del alineamiento definido.

En el menú *pipes* se seleccionará el submenú *finish draft profile* ► *draw pipes*, en la línea de comandos se activará la petición de seleccionar la ruta de colectores (*pick run*), activando el cursor en cualquier parte del espacio de dibujo la barra de comandos se activará y se desplegará el cuadro de diálogo de la lista de rutas existentes:

command: ldd

pick run: +

Figura 89. **Cuadro de selección de ruta de colectores**



Se selecciona la ruta y la línea de comandos solicitará si las capas existentes en perfil para este alineamiento serán eliminadas, se acepta la orden y la ruta se dibujará sobre el perfil creado anteriormente

delete selected pipe run<1-10>layers(yes/no/cancel)?<yes>:y

↵

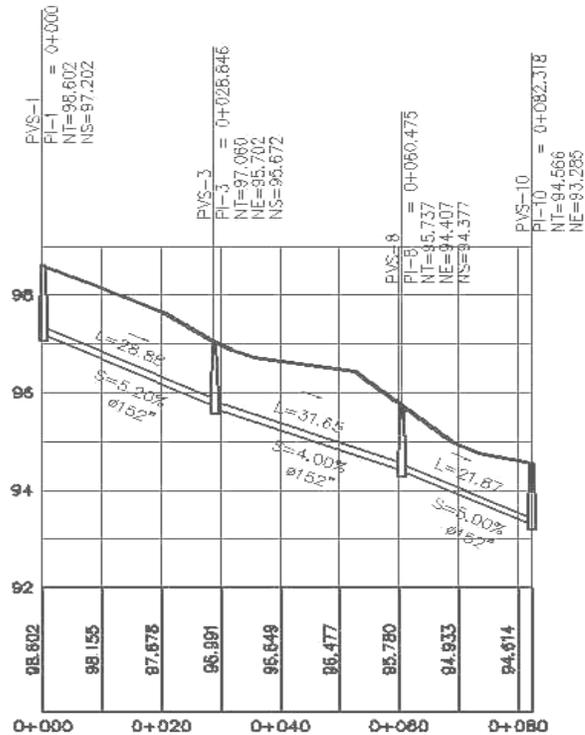
run: 1-10 length: 82.32 nodes: 4

processing invert list.

command:

En la figura 90 se muestra un ejemplo de un perfil con una ruta importada.

Figura 90. Ejemplo de perfil importado



El siguiente paso es dibujar la planta, en el menú *pipes* se seleccionará el submenú *finish draft plan* ► *draw pipes*, en la línea de comandos se activará la petición de seleccionar la ruta de colectores (*pick run*), activando el cursor en cualquier parte del espacio de dibujo se desplegará el cuadro de diálogo de la lista de rutas existentes:

command: `ldd`

pick run: `+`

Figura 91. Cuadro de selección de rutas de colectores



Se selecciona la ruta y la línea de comandos solicitará si las capas existentes en planta para este alineamiento serán eliminadas:

```
delete selected pipe run <1-10> layers (yes/no/cancel)? <yes>: y.
```

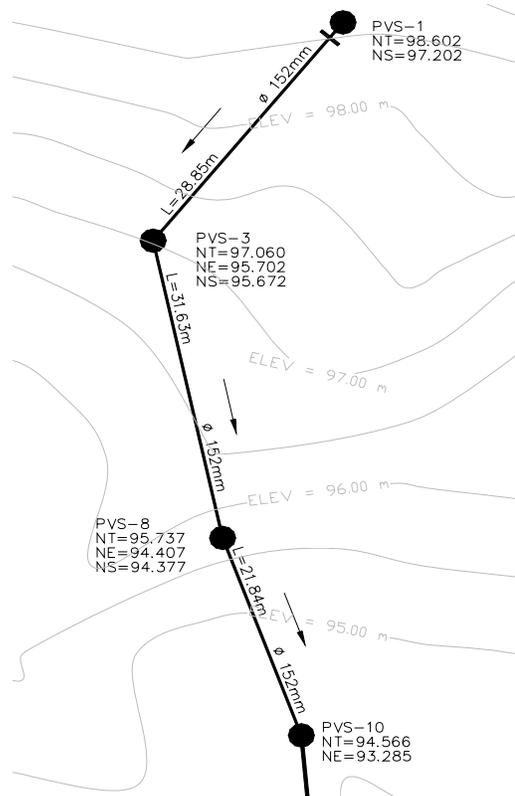
Luego la línea de comandos sugerirá si la etiqueta o rótulo que identifica a los PV's será ubicado a un costado de estos (*offsets*) o si se selecciona la ubicación manualmente (*picking*), realizarlo a un costado, la línea de comandos requerirá el valor de separación entre el texto y la estructura, este valor lo identifica como delta X y delta Y, este valor puede definirlo el usuario a criterio. Luego si las estructuras (PV's o cajas de registro) deberán rotarse de acuerdo a la dirección de la tubería. Se acepta cada opción presentada y cada PV se dibujará en forma secuencial hasta finalizar la ruta.

La línea de comandos se muestra así:

```
position for structure label [picking/offset] <offset>: ↵
enter delta x <0.00>: 0 ↵
enter delta y <0.00>: 0 ↵
rotate structures (yes/no/cancel)? <yes>: ↵
pick rotation angle: 0 ↵
pick rotation angle: 0 ↵
```

En la figura 92 se muestra un ejemplo de una planta con la ruta importada.

Figura 92. Ejemplo de planta de colectores importada



5.5.2. Diseño en planos de planta-perfil

La metodología empleada usualmente para el diseño sanitario establece consideraciones preliminares que deben calificarse para determinar resultados favorables que cumplan con las normas y optimicen los recursos para brindar una solución económico-viable, los resultados del diseño se representan en láminas o planos. El diseño se divide en dos partes importantes: cálculos hidráulicos y cálculos topográficos, los cálculos topográficos son utilizados para la construcción del sistema.

Los pasos preliminares en diseño en planta inician con la representación en planos de los resultados del levantamiento topográfico; por medio de estas se observan las tendencias altimétricas del terreno comúnmente el modelo a utilizar son las curvas de nivel que servirán para elegir la ruta adecuada para la ubicación de los pozos de visita, la dirección de los caudales y considerar hacia donde se descargarán las aguas residuales, previo al tratamiento de estas.

El comportamiento del terreno representado en perfiles brinda una idea más precisa y puede ser utilizada para optimizar un diseño; por ejemplo, si la topografía del terreno es variable (no hay pendientes uniformes) se puede elegir si se ubicarán pozos de visita intermedios para cada cambio de pendiente o considerar profundizar más la tubería, son criterios aplicables que están en función de otros factores que se consideran adicionales o son condiciones previas (tipo de terreno, materiales, período de diseño, etc.). Estas directrices deben respetarse para el uso del programa, el usuario tendrá la facilidad de efectuar los cálculos hidráulicos y topográficos para representarlos de manera inmediata, sus criterios son aplicables para cualquier condición que se establezca. De esta forma pueden analizarse directamente los modelos generados por el programa (superficies, curvas de nivel y perfiles) para obtener los resultados adecuados.

6. EJEMPLO: DIBUJO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO HIDRÁULICO

Para el desarrollo de este ejemplo se utilizó el diseño del colector principal zona "A" del diseño del alcantarillado sanitario del barrio Villa Reconciliación de la Ciudad de Managua, de la República de Nicaragua (*), se tomó este ejemplo para hacer las comparaciones en los resultados del diseño hidráulico obtenido en este trabajo y la hoja de cálculo de *Land Development Desktop*®. Los resultados de este trabajo cumplen con las Normas Nicaragüenses y Guatemaltecas, el ejercicio es válido como ejemplo de comprobación de las secuencias del programa.

Se dan los pasos para el dibujo topográfico de este colector principal (orientación y nivelación). Los valores a utilizar se tomaron directamente de las hojas de cálculo de este diseño, se utilizará la nomenclatura de los pozos de visita propuestas para indicar las estaciones en el eje.

(*)Trabajo de graduación "Diseño de Red de Drenaje Sanitario del Barrio Villa Reconciliación de la Ciudad de Managua" elaborado por Ing. Kharina Morales Baldizón y Ing. Ana Casco, septiembre de 2003, Facultad de Tecnología de la Construcción, Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua.

Tabla XIII. Orientación y niveles del colector principal

Colector Principal "A"

<i>Pozos de Visita</i>		<i>Acimut</i>	<i>Distancia horizontal</i>	<i>Elevación de Terreno</i>	
<i>Del No.</i>	<i>Al No.</i>			<i>Aguas arriba</i>	<i>Aguas abajo</i>
32/X-26	31/X-26	37°	96.22	92.774	90.200
31/X-26	30/X-26	37°	60.00	90.200	89.092
30/X-26	29/X-26	37°	51.92	89.092	87.543
29/X-26	28/X-26	37°	4.60	87.543	87.484
28/X-26	27/X-26	37°	96.27	87.484	85.600
27/X-26	26/X-26	37°	80.25	85.600	84.199
26/X-26	25/X-26	37°	89.54	84.199	82.790
25/X-26	24/X-26	37°	46.00	82.790	81.891
24/X-26	23/X-26	37°	60.00	81.891	80.387
23/X-26	22/X-26	37°	55.57	80.387	79.496
22/X-26	21/X-26	26°	94.05	79.496	78.093
21/X-26	20/X-26	26°	70.00	78.093	77.527
20/X-26	19/X-26	26°	70.60	77.527	76.728
19/X-26	18/X-26	26°	10.12	76.728	76.819
18/X-26	17/X-26	121°	38.76	76.819	76.734
17/X-26	16/X-26	116°	38.99	76.734	76.946
16/X-26	15/X-26	21°	19.11	76.946	76.857
15/X-26	14/X-26	21°	20.00	76.857	76.535
14/X-26	13/X-26	25°	56.40	76.535	76.222
13/X-26	12/X-26	14°	30.07	76.222	75.744
12/X-26	11/X-26	14°	26.00	75.744	75.731
11/X-26	10/X-26	115°	57.89	75.731	76.036
10/X-26	9/X-26	115°	60.00	76.036	77.044
9/X-26	8/X-26	115°	60.00	77.044	77.414
8/X-26	7/X-26	115°	54.55	77.414	78.353
7/X-26	6/X-26	23°	57.29	78.353	77.544
6/X-26	5/X-26	21°	57.51	77.544	76.564
5/X-26	4/X-26	19°	56.95	76.564	75.568
4/X-26	3/X-26	17°	43.88	75.568	74.531
3/X-26	2/X-26	17°	23.49	74.531	74.343
2/X-26	1/X-26	304°	25.00	74.343	74.189
1/X-26	X-26	13°	49.40	74.189	73.180

6.1 Configuraciones iniciales

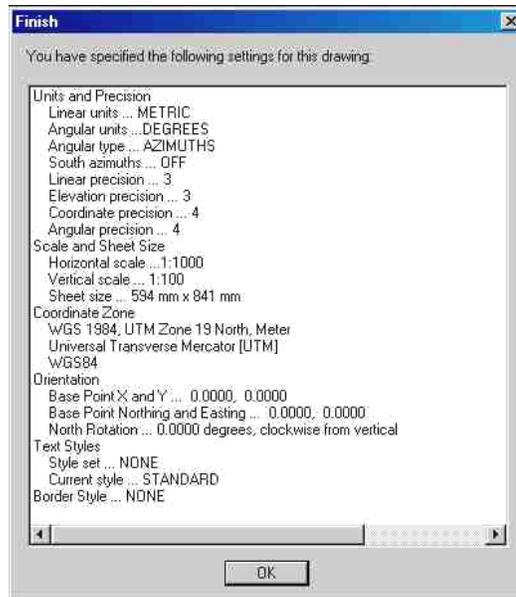
- El nombre del proyecto es:
BARRIO VILLA RECONCILIACIÓN
- El nombre del archivo de dibujo (dwg) es:
DISEÑO DEL COLECTOR PRINCIPAL A
- Los valores de unidades iniciales se configurarán de acuerdo a lo establecido en la sección 4.2.2

Tabla XIV. Valores de configuración de unidades de proyecto

Unidades lineares:	Metros
Precisión en distancia:	3
Precisión en elevación:	3
Precisión de coordenadas:	3
Precisión angular	4
Formato de ángulo:	Acimut Norte
Escala horizontal:	1:1000
Escala vertical:	1:100

El cuadro de diálogo de resumen de la configuración anterior se mostrará así:

Figura 93. Cuadro resumen de unidades



- Se crearán capas para las dos entidades principales, con estos nombres: Eje de nivelación y nivelación, se asignará un color diferente para diferenciar las entidades.

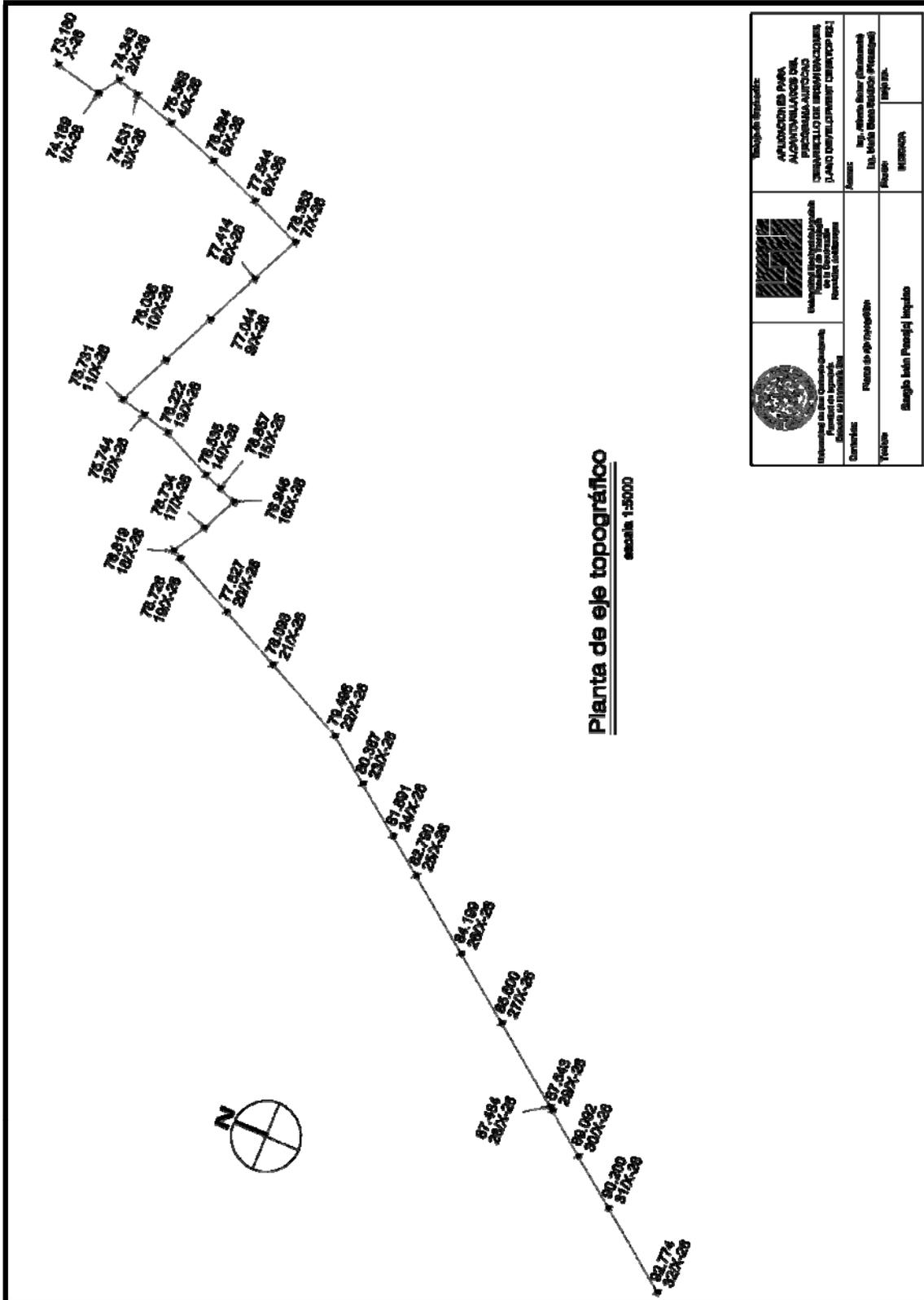
Figura 94. Cuadro de capas



azimuth [bearing/points]: 37.0000
distance: 96.270
description (or . for none) <.>: 27/x-26
elevation <0.000> (or .): 85.600
angular units: degrees/minutes/seconds (dd.mmss)
azimuth [bearing/points]: 37.0000
distance: 80.250
description (or . for none) <.>: 26/x-26
elevation <0.000> (or .): 84.199
angular units: degrees/minutes/seconds (dd.mmss) •••

La secuencia completa son los datos hasta la última estación, al ingresar todos los puntos, estos son conectados con una polilínea; el plano siguiente muestra los resultados del dibujo del eje topográfico.

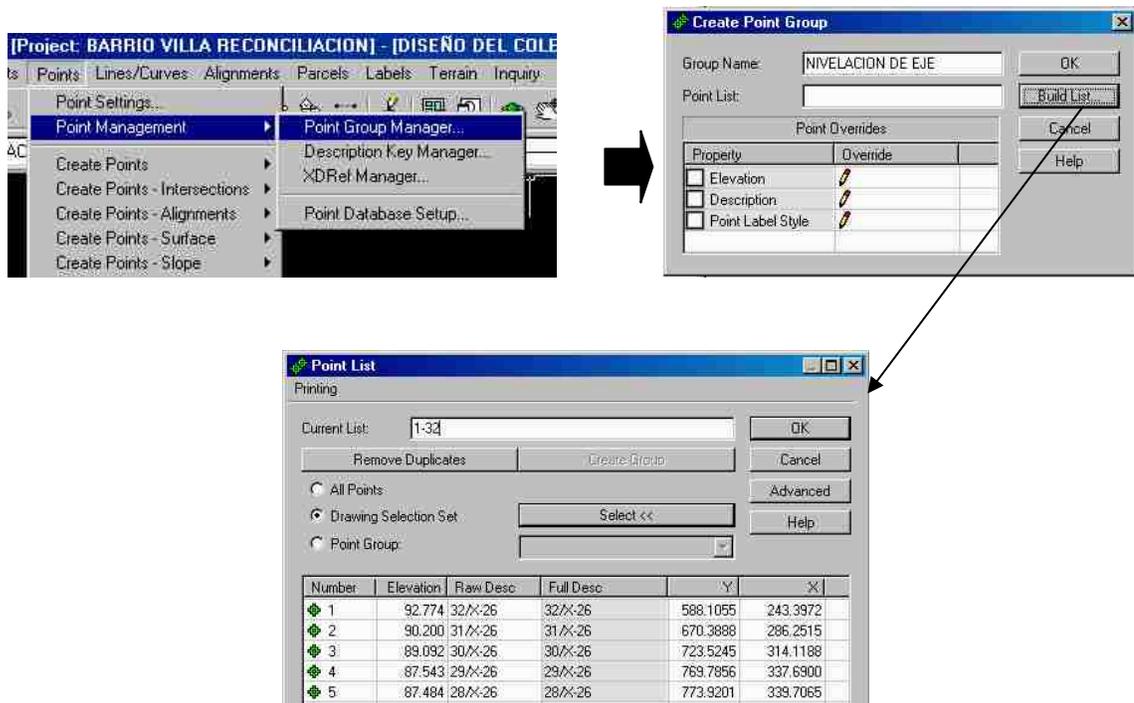
Figura 95. Plano de planta de eje topográfico



6.3 Creación de superficie

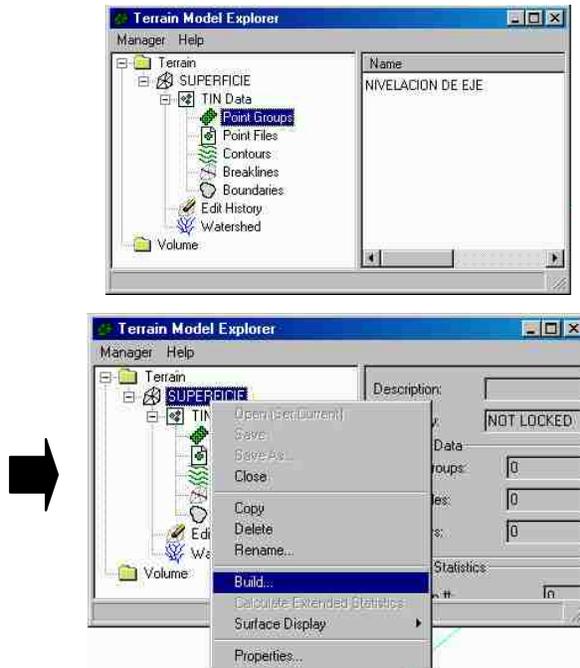
El siguiente paso es definir un grupo de puntos, en el menú *points*, se selecciona el submenú *point group manager*, el nombre del grupo de puntos es NIVELACIÓN DE EJE y está conformado por todos los puntos del eje.

Figura 96. Secuencia de creación de grupo de puntos



Con el grupo de puntos definido se crea el modelo digital del terreno o superficie. En el menú *terrain* se selecciona el submenú *terrain model explorer*, el nombre de la superficie será **Superficie**. Todos los puntos serán interpolados, conformando la superficie.

Figura 97. Secuencia de creación de superficie



Ahora el siguiente paso es la creación de las curvas de nivel, de acuerdo a lo establecido en el capítulo 4 en la sección 4.8.1 y 4.8.2 se configurará el formato de las curvas de nivel, en el menú *terrain* se selecciona el submenú *create contours*, el intervalo de creación de las curvas será: curva menor o intermedia a 0.50 m y curva mayor a 1.00 m

Figura 98. Cuadro para crear curvas

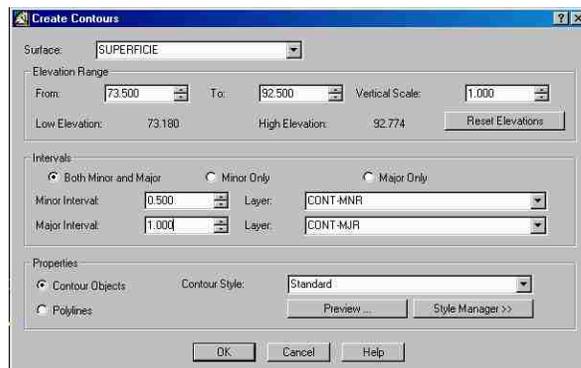
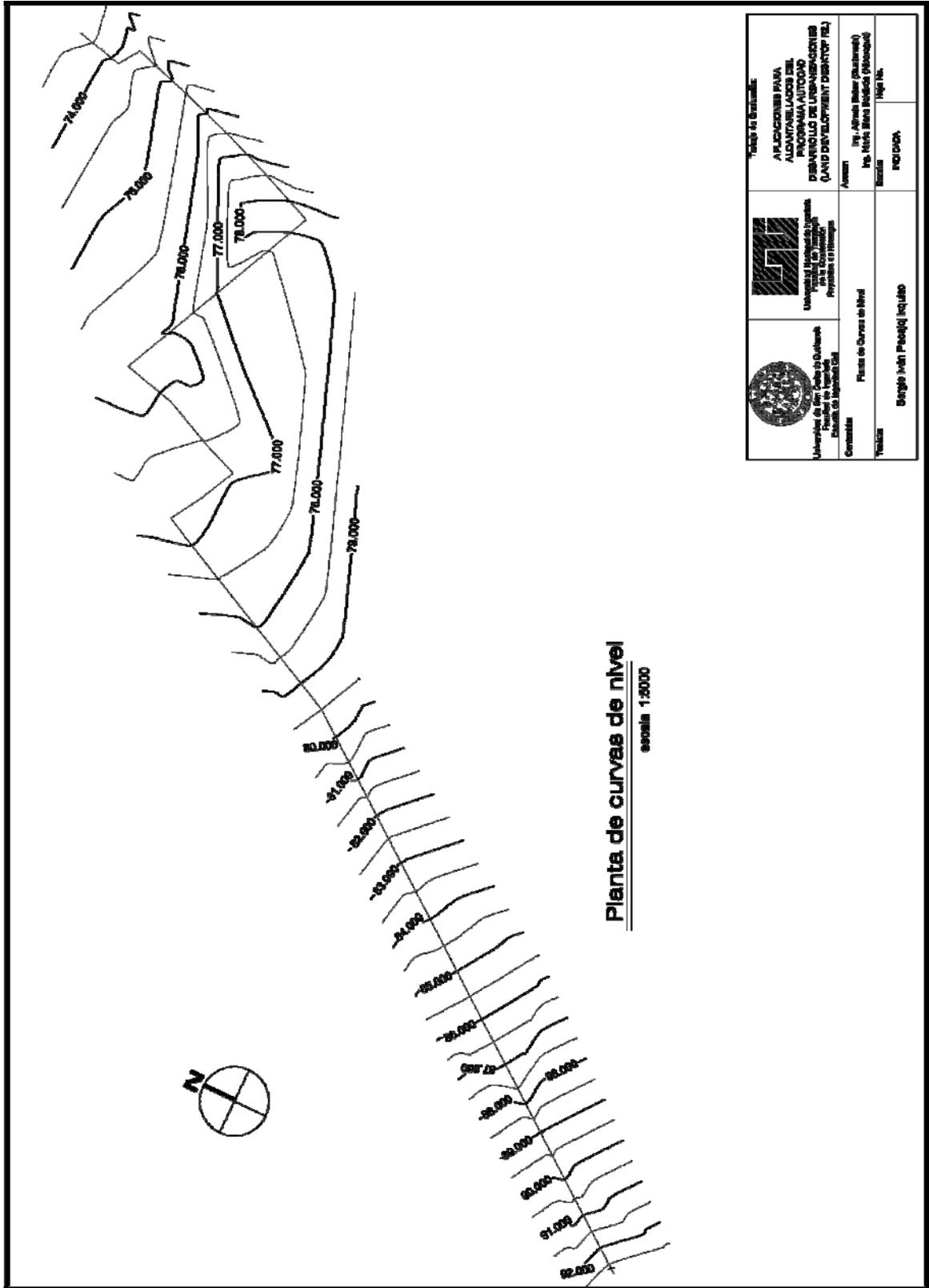


Figura 99. Plano planta de curvas de nivel



 <p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Hidráulica</p>	<p>Plano de Curvas de Nivel</p> <p>Nombre: Sergio Iván Pineda Iqúez</p>
<p>Temática de Investigación:</p> <p>ALICACIONES PARA ALIMENTACIÓN DEL PROGRAMA AUTOCAD DISEÑOS DE LUBRIFICACIONES (LAND DEVELOPMENT DESIGN) (L2)</p>	<p>Asesor:</p> <p>Ing. Alfredo Balar (Asesor)</p> <p>Ing. Néstor Méndez Rodríguez (Asesor)</p> <p>Matrícula: 10102001</p> <p>Hoja No.:</p>

6.4 Diseño hidráulico y dibujo de planta perfil con la hoja de cálculo

Luego de ingresar la topografía y determinar su superficie, se define la ruta de los colectores para su análisis; la configuración previa se hará de acuerdo a lo establecido en el numeral 4.2.1; donde se establecen los pasos para el **editor de configuración de tuberías**. Se utilizarán los valores de las hojas de cálculo del diseño del Colector Principal Zona A, que fueron presentados en el trabajo de graduación antes citado, ver tablas XV, XVI y XVII.

Después de definir la ruta, se utilizará la hoja de cálculo del programa para ingresar los datos necesarios; estos son: identificación de los pozos de visita, la cota de salida de la tubería del pozo cabecero, pendientes, valores de pérdida de carga adicional, diámetros, caudales de diseño por tramos; cuando los resultados satisfacen las normas se obtendrán los resultados gráficos por medio del dibujo de la planta y perfil del diseño; posteriormente se visualizará la hoja de cálculo para exportar a un archivo compatible con otro programa (hoja electrónica o editores de texto).

Tabla XVI. Análisis hidráulico

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
BARRIO "VILLA RECONCILIACION" (MANAGUA)
 ANALISIS HIDRAULICO TUBERIA DE PVC
 COLECTOR PRINCIPAL ZONA (A)

PROYECTO:
 UBICACIÓN:

TRAMO No.	PVS		Caudal Diseño (lps)	Longitud	Diámetro mm	R 2/3 n m	A m ²	Pendientes %		QII (lps)	Velocidad		d/D	Qf/QII	vi/VLL	q/Qcall
	DE No.	A No.						Terr.	Tub.		Lleno m/s	Diseño m/s				
1	32/X-26	31/X-26	2.03	96.22	150	11.23	0.02	2.68	2.64	32.24	1.820	1.02	16.95	0.063	0.557	0.063
2	31/X-26	30/X-26	2.21	60.00	150	11.23	0.02	1.85	2.99	26.99	1.530	0.92	19.40	0.082	0.604	0.082
3	30/X-26	29/X-26	2.39	51.92	150	11.23	0.02	2.98	2.87	33.61	1.900	1.10	18.00	0.071	0.577	0.071
4	29/X-26	28/X-26	2.94	4.60	150	11.23	0.02	1.28	1.28	22.45	1.270	0.88	24.40	0.131	0.691	0.131
5	28/X-26	27/X-26	3.46	96.27	150	11.23	0.02	1.96	1.90	27.35	1.550	1.06	24.10	0.127	0.686	0.127
6	27/X-26	26/X-26	4.18	80.25	150	11.23	0.02	1.75	1.75	26.25	1.490	1.09	27.00	0.159	0.732	0.159
7	26/X-26	25/X-26	4.37	89.54	150	11.23	0.02	1.57	1.70	25.87	1.460	1.09	27.80	0.169	0.744	0.169
8	25/X-26	24/X-26	15.16	46.00	150	11.23	0.02	1.95	1.95	27.71	1.570	1.60	52.75	0.547	1.022	0.547
9	24/X-26	23/X-26	16.38	60.00	150	11.23	0.02	2.51	2.51	31.44	1.780	1.80	51.25	0.521	1.010	0.521
10	23/X-26	22/X-26	16.51	55.57	150	11.23	0.02	1.6	1.60	25.10	1.420	1.52	59.20	0.658	1.068	0.658
11	22/X-26	21/X-26	17.15	94.05	150	11.23	0.02	1.49	1.49	24.22	1.370	1.49	62.10	0.708	1.084	0.708
12	21/X-26	20/X-26	17.76	70.00	150	11.23	0.02	0.81	0.84	18.19	1.030	1.17	80.00	0.977	1.140	0.977
13	20/X-26	19/X-26	17.94	70.60	150	11.23	0.02	1.13	1.00	19.84	1.120	1.27	74.45	0.904	1.132	0.904
14	19/X-26	18/X-26	30.26	10.12	250	15.78	0.05	-0.9	0.25	38.73	0.790	0.87	66.50	0.781	1.106	0.781
15	18/X-26	17/X-26	30.64	38.76	250	15.78	0.05	0.22	0.25	38.73	0.790	0.87	67.10	0.791	1.109	0.791
16	17/X-26	16/X-26	30.95	38.99	250	15.78	0.05	-0.54	0.30	42.42	0.860	0.94	63.45	0.730	1.092	0.730
17	16/X-26	15/X-26	39.11	19.11	250	15.78	0.05	0.47	0.27	40.24	0.820	0.93	79.55	0.972	1.140	0.972
18	15/X-26	14/X-26	39.11	20.00	250	15.78	0.05	1.61	0.27	40.24	0.820	0.93	79.55	0.972	1.140	0.972
19	14/X-26	13/X-26	40.22	56.40	250	15.78	0.05	0.55	0.29	41.35	0.840	0.96	79.60	0.973	1.140	0.973
20	13/X-26	12/X-26	41.10	30.07	250	15.78	0.05	1.59	0.30	42.07	0.860	0.98	80.00	0.977	1.140	0.977
21	12/X-26	11/X-26	41.28	26.00	250	15.78	0.05	0.05	0.30	42.42	0.860	0.98	79.60	0.973	1.140	0.973
22	11/X-26	10/X-26	41.42	57.89	250	15.78	0.05	-0.53	0.30	42.42	0.860	0.98	79.85	0.976	1.140	0.976
23	10/X-26	9/X-26	41.57	60.00	250	15.78	0.05	-1.68	0.31	42.77	0.870	0.99	79.55	0.972	1.140	0.972
24	9/X-26	8/X-26	41.73	60.00	250	15.78	0.05	-0.62	0.32	43.47	0.890	1.01	78.60	0.960	1.139	0.960
25	8/X-26	7/X-26	41.88	54.55	250	15.78	0.05	-1.72	0.31	43.12	0.880	1.00	79.50	0.971	1.139	0.971
26	7/X-26	6/X-26	45.97	57.29	250	15.78	0.05	1.41	0.37	47.11	0.960	1.09	79.90	0.976	1.140	0.976
27	6/X-26	5/X-26	47.13	57.51	250	15.78	0.05	1.7	0.39	48.37	0.990	1.12	79.70	0.974	1.140	0.974
28	5/X-26	4/X-26	48.12	56.95	250	15.78	0.05	1.75	0.41	49.29	1.000	1.14	79.90	0.976	1.140	0.976
29	4/X-26	3/X-26	49.09	43.88	250	15.78	0.05	2.36	0.42	50.25	1.020	1.17	80.00	0.977	1.140	0.977
30	3/X-26	2/X-26	50.66	23.49	250	15.78	0.05	0.8	0.45	51.96	1.060	1.21	79.80	0.975	1.140	0.975
Tramo Existente	2/X-26	1/X-26	50.70	25.00	250	15.78	0.05	0.62	0.45	51.96	1.060	1.21	79.90	0.976	1.140	0.976
	1/X-26	X-26	452.24	49.40	533	15.78	0.22	2.04	1.21	495.00	2.220	2.51	75.15	0.914	1.134	0.914

Tabla XVII. Cálculos topográficos

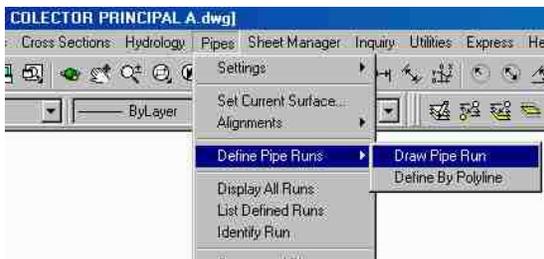
PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
 UBICACIÓN: BARRIO "VILLA RECONCILIACION" (MANAGUA)
 CALCULOS TOPOGRAFICOS CON TUBERIA DE PVC
 COLECTOR PRINCIPAL ZONA (A)

TRAMO	PVS		Longitud Servida m	Elev. Terreno		Elev. Corona		Elev. Invert		Prof. Excav.		Cálculo de Caída m	Caída Propuesta m	Cambio de Diámetro m.
	Del	Al		A. Atr m.	A. Ab m.	A. Atr m.	A. Ab m.	A. Atr m.	A. Ab m.	A. Atr m.	A. Ab m.			
No.	No.	No.	S m/m	A. Atr m.	A. Ab m.	A. Atr m.	A. Ab m.	A. Atr m.	A. Ab m.	A. Atr m.	A. Ab m.			
1	32/X-26	31/X-26	96.22	92.774	90.200	2.64	91.54	89.00	91.39	88.85	1.35	0.013	0.030	0
2	31/X-26	30/X-26	60.00	90.200	89.092	1.85	88.97	87.86	88.82	87.71	1.38	0.011	0.030	0
3	30/X-26	29/X-26	51.92	89.092	87.543	2.87	87.83	86.34	87.68	86.19	1.41	0.150	0.030	0
4	29/X-26	28/X-26	4.60	87.543	87.484	1.28	86.31	86.25	86.16	86.18	1.38	0.010	0.030	0
5	28/X-26	27/X-26	96.27	87.484	85.600	1.90	86.22	84.40	86.07	84.25	1.41	0.014	0.030	0
6	27/X-26	26/X-26	80.25	85.600	84.199	1.75	84.37	82.96	84.22	82.81	1.38	0.015	0.030	0
7	26/X-26	25/X-26	89.54	84.199	82.790	1.70	82.93	81.41	82.78	81.26	1.42	0.015	0.030	0
8	25/X-26	24/X-26	46.00	82.790	81.891	1.95	81.38	80.48	81.23	80.33	1.56	0.033	0.030	0
9	24/X-26	23/X-26	60.00	81.891	80.387	2.51	80.44	78.93	80.29	78.78	1.60	0.041	0.030	0
10	23/X-26	22/X-26	55.57	80.387	79.496	1.60	78.90	78.91	78.75	77.86	1.63	0.029	0.030	0
11	22/X-26	21/X-26	94.05	79.496	78.093	1.49	77.98	76.58	77.83	76.43	1.66	0.028	0.030	0
12	21/X-26	20/X-26	70.00	78.093	77.527	0.84	76.55	75.96	76.40	75.81	1.69	0.018	0.030	0
13	20/X-26	19/X-26	70.60	77.527	76.728	1.00	75.93	75.23	75.78	75.08	1.74	0.021	0.030	0
14	19/X-26	18/X-26	10.12	76.728	76.819	0.25	75.30	75.27	75.05	75.02	1.68	0.010	0.030	0.1
15	18/X-26	17/X-26	38.76	76.819	76.734	0.25	75.17	75.08	74.92	74.83	1.90	0.010	0.030	0
16	17/X-26	16/X-26	38.99	76.734	76.946	0.30	75.05	74.93	74.80	74.68	1.94	0.011	0.030	0
17	16/X-26	15/X-26	19.11	76.946	76.857	0.27	74.90	74.85	74.65	74.60	2.30	0.011	0.030	0
18	15/X-26	14/X-26	20.00	76.857	76.535	0.27	74.82	74.76	74.57	74.51	2.29	0.011	0.030	0
19	14/X-26	13/X-26	56.40	76.535	76.222	0.29	74.73	74.57	74.48	74.32	2.05	0.012	0.030	0
20	13/X-26	12/X-26	30.07	76.222	75.744	0.30	74.54	74.45	74.29	74.20	1.93	0.012	0.030	0
21	12/X-26	11/X-26	26.00	75.744	75.731	0.30	74.42	74.35	74.17	74.10	1.57	0.012	0.030	0
22	11/X-26	10/X-26	57.89	75.731	76.036	0.30	74.32	74.14	74.07	73.89	1.67	0.012	0.030	0
23	10/X-26	9/X-26	60.00	76.036	77.044	0.31	74.11	73.93	73.86	73.68	2.17	0.013	0.030	0
24	9/X-26	8/X-26	60.00	77.044	77.414	0.32	73.90	73.71	73.65	73.46	3.40	0.013	0.030	0
25	8/X-26	7/X-26	54.55	77.414	78.353	0.31	73.68	73.51	73.43	73.26	3.98	0.013	0.030	0
26	7/X-26	6/X-26	57.29	78.353	77.544	0.37	73.48	73.27	73.23	73.02	5.12	0.015	0.030	0
27	6/X-26	5/X-26	57.51	77.544	76.564	0.39	73.24	73.01	72.99	72.76	4.56	0.016	0.030	0
28	5/X-26	4/X-26	56.95	76.564	75.568	0.41	72.98	72.75	72.73	72.50	3.83	0.017	0.030	0
29	4/X-26	3/X-26	43.88	75.568	74.531	0.42	72.72	72.54	72.47	72.29	3.09	0.017	0.030	0
30	3/X-26	2/X-26	23.49	74.531	74.343	0.45	72.51	72.40	72.26	72.15	2.27	0.019	0.030	0
Tramo Existente	1/X-26	X-26	49.40	74.189	73.180	1.21	72.43	71.82	71.90	71.29	2.26	0.080	0.080	0.2834
	PV EXISTENTE	TE		73.180					71.29					

6.5 Trazo de la ruta de colectores

En el menú *pipes* se selecciona el submenú *define pipes runs* ► *draw pipe run*, todos los puntos de intersección definen la ruta de colectores; la línea de comandos solicitará el nombre para la ruta; y desplegará el cuadro para seleccionar la superficie existente.

Figura 100. **Seleccionar menú**



command:

enter run name: 32-1 ↵

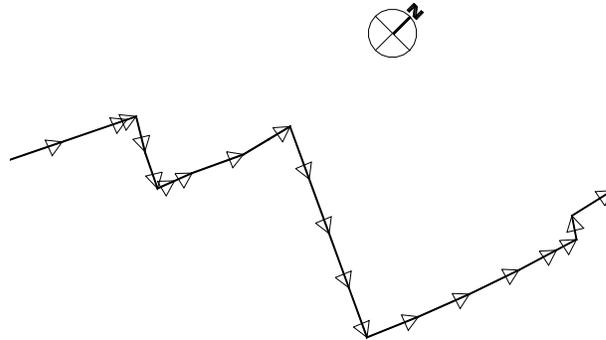
Figura 101. **Activar superficie**



La línea de comandos se activará para seleccionar, con el cursor, la ubicación de los pozos de visita. La rutina consta de dos pasos: marcar el punto en la pantalla y seleccionar agregar (*add*).

select point: (exit/station): +
exit/move/add <add>: add ↵
select point: (exit/station):
run: 32-1 length: 96.22 nodes: 2
exit/next/prev/move/delete/undo/save/add <add>: add ↵
select point: (exit/station):
run: 32-1 length: 156.22 nodes: 3
exit/next/prev/move/delete/undo/save/add <add>: add ↵
select point: (exit/station):
run: 32-1 length: 208.14 nodes: 4
exit/next/prev/move/delete/undo/save/add <add>: add ↵
select point: (exit/station):
run: 32-1 length: 212.74 nodes: 5
exit/next/prev/move/delete/undo/save/add <add>: add ↵
select point: (exit/station):
run: 32-1 length: 309.01 nodes: 6
exit/next/prev/move/delete/undo/save/add <add>: add ↵
select point: (exit/station):

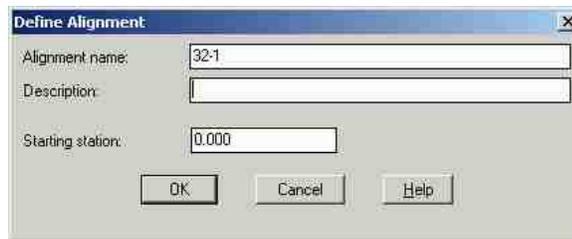
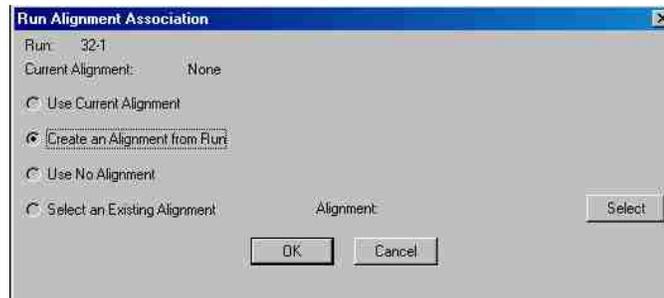
Cuando se va definiendo la ruta, en el dibujo se muestra una flecha temporal que indica la dirección que tendrá el colector.

Figura 102. **Dirección del colector**

De esta forma hasta llegar al último pozo de visita

```
run: 32-1      length: 1660.43      nodes: 33
exit/next/prev/move/delete/undo/save/add <add>: x
run: 32-1      length: 1660.43      nodes: 33
```

Al llegar al último pozo de visita se selecciona la opción *exit* o salir, que desplegará el cuadro de diálogo para definir el alineamiento del tramo en análisis, se selecciona la opción *create an alignment from run*, de esta forma no será necesario definir un alineamiento posteriormente. Finalmente, se desplegará el cuadro de diálogo que confirma si la ruta está correctamente definida.

Figura 103. **Secuencia para crear alineamiento de la ruta**

La línea de comandos mostrará un resumen de las propiedades del alineamiento.

description:

name: 32-1 number: 7 length: 1660.430

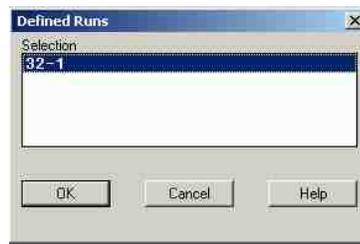
starting station: 0+000 ending station: 1+660.430

command:

6.6 Edición de la hoja de cálculo

Cuando se define la ruta, toda la información topográfica que define en alineamiento, relacionada con la superficie (longitudes y elevaciones), es trasladada a la hoja de cálculo, para acceder a esta, se selecciona el submenú *conceptual plan* ► *edit data* del menú *pipes*; se activará el cursor para seleccionar la ruta, se puede seleccionar cualquier punto en el dibujo ya que este desplegará el cuadro de diálogo de las rutas existentes.

Figura 104. Selección de la ruta



La hoja de cálculo se muestra de esta forma:

Figura 105. Hoja de cálculo del colector

Pipe Label	Node Label	North [m]	East [m]	Station [m]	Offset [m]	Surf. Elev. [m]	struct Type
	1/X-26	639.06	579.47	0+000.00	0.00	92.774	pmh
	2/X-26	715.91	637.38	0+096.22	0.00	90.200	pmh
	3/X-26	763.83	673.48	0+156.22	0.00	89.092	pmh
	4/X-26	805.29	704.73	0+208.14	0.00	87.543	pmh
	Node	808.97	707.50	0+212.74	0.00	87.484	pmh
	Node	885.85	765.44	0+309.01	0.00	85.600	pmh
	Node	949.94	813.73	0+389.26	0.00	84.199	pmh
	Node	1021.45	867.62	0+478.80	0.00	82.790	pmh
	Node	1058.19	895.30	0+524.80	0.00	81.891	pmh
	Node	1106.11	931.41	0+584.80	0.00	80.387	pmh
	Node	1150.49	964.85	0+640.37	0.00	79.496	pmh
	Node	1235.02	1006.08	0+734.42	0.00	78.093	pmh

6.7 Cálculos topográficos

- Primero se editan los valores de geometría e identificación de los pozos, en la columna *node label* se ubican los nombres de los pozos de visita, se utilizará la nomenclatura de acuerdo a las tablas XV y XVI.
- En la columna *rim elev (m)* se ubican los valores de la elevación del terreno, estos valores pueden ser modificados si se desea, para este diseño se utilizarán los valores calculados por el programa que son los mismos que se indican en la tabla XV, al utilizar los botones de desplazamiento se ubica la hoja en las columnas que se utilizan para la edición de los cálculos topográficos.
- La columna *node drop (m)* es utilizada para la edición de los valores de pérdida de carga adicional, estos están en función del diámetro de las tuberías que entran al pozo de visita, la norma establece un valor no menor de 0.03 m.
- En la columna *pipe size* se ubicarán los diámetros de la tubería

Figura 106. Hoja de cálculo edición de valores

Node	Sump Elev [m]	Pipe Size [mm]	Start Inv. [m]	Finish Inv. [m]	Cen-Cen 2D Length [m]	Pipe Slope [m/m]	Pipe Drop [m]	
0.030	91.390	150.000	91.390	88.850	96.22	0.0264	2.540	<
0.030	88.820	150.000	88.820	87.710	60.00	0.0185	1.110	>
0.030	87.680	150.000	87.680	86.190	51.92	0.0287	1.490	^
0.030	86.160	150.000	86.160	86.101	4.60	0.0128	0.059	v
0.030	86.071	150.000	86.071	84.242	96.27	0.0190	1.829	>>
0.030	84.212	150.000	84.212	82.807	80.25	0.0175	1.404	<<
0.033	82.774	150.000	82.774	81.252	89.54	0.0170	1.522	PgUp
0.041	81.211	150.000	81.211	80.314	46.00	0.0195	0.897	PgDn
0.030	80.284	150.000	80.284	78.778	60.00	0.0251	1.506	<Home
0.030	78.748	150.000	78.748	77.859	55.57	0.0160	0.889	End>
0.030	77.829	150.000	77.829	76.428	94.05	0.0149	1.401	Home
0.030	76.398	150.000	76.398	75.810	70.00	0.0084	0.588	End

- Las columnas *start inv.* y *finish inv.* son utilizadas para indicar el nivel de salida y nivel de entrada de la tubería (cota invert de salida y cota invert de entrada), el primer valor de esta columna es la altura del pozo cabecero, el valor que se utiliza será de 1.384 m; según indica la hoja de cálculo del diseño efectuado, como se muestra en la tabla XVII; los valores consecutivos de nivel de entrada y salida de la tubería serán establecidos automáticamente por la hoja de cálculo y están en función de la pendiente de la tubería y la altura de caída, de la siguiente forma:

$$\mathbf{NS}_{(\text{tramo } 32-31)} = \mathbf{NT}_{(\text{pv}32)} - \text{altura del pozo cabecero}$$

$$\mathbf{NS}_{(\text{tramo } 32-31)} = \mathbf{92.774 - 1.384 = \text{Start Invert (m)}_{(32-31)} = \mathbf{91.390}$$

$$\mathbf{NE}_{(\text{tramo } 32-31)} = \mathbf{NS}_{(\text{pv}32)} - (\mathbf{D}_{(\text{tramo } \text{pv}32-\text{pv}31)} * \mathbf{S})$$

$$\mathbf{NE}_{(\text{tramo } 32-31)} = \mathbf{91.390 - (96.220 * 0.0264) = \text{Finish Invert (m)} = \mathbf{88.850}$$

$$\mathbf{NS}_{(\text{tramo } 31-30)} = \mathbf{NE}_{(\text{tramo } 32-31)} - \mathbf{0.03}$$

$$\mathbf{NS}_{(\text{tramo } 31-30)} = \mathbf{88.850 - 0.03 = \text{Start Invert (m)}_{(31-30)} = \mathbf{88.820}$$

NT = Nivel de terreno

NS = Nivel de salida de la tubería

NE = Nivel de entrada de la tubería

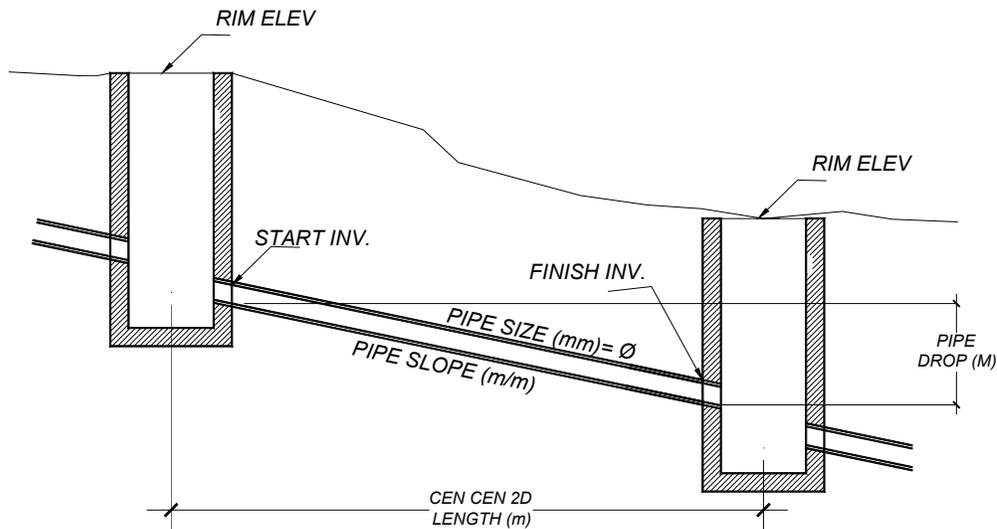
D = Distancia del tramo

S = Pendiente del terreno

- La columna *cen-cen 2d length* muestra los valores de distancia entre los pozos de visita de centro a centro. Estos valores son inalterables ya que son calculados automáticamente por el programa, cuando se ubican los pozos de visita. En la figura 107 se muestra la ubicación de estos valores.
- En la columna *pipe slope (m/m)* se asignan los valores de la pendiente de la tubería, los valores por defecto de esta columna son la pendiente del terreno, estos valores se pueden editar para redondear las pendientes o reemplazar los valores de tramos que están en contra pendiente.

- La columna *pipe drop* muestra los valores de la diferencia de altura entre la cota de salida y la cota de entrada de un tramo, este valor es calculado automáticamente y es inalterable.

Figura 107. Descripción gráfica de información de pozos



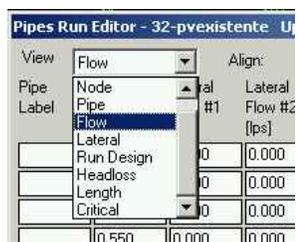
6.8 Diseño hidráulico

Para efectuar el diseño hidráulico la hoja de cálculo requiere el valor del **caudal de diseño por tramos no acumulado**; la hoja de cálculo puede visualizarse para comodidad del diseñador en formato de diseño hidráulico o formato de diseño topográfico, como se muestra en las figuras 108 y 109.

Figura 108. Vista diseño topográfico

Pipes Run Editor - 32-pvexistente		
View	Pipe	Align:
Pipe	Node	Finish
Label	Pipe	Inv. [m]
	Flow	
	Lateral	
	Run Design	90 88.85
	Headloss	20 87.71
	Length	
	Critical	80 86.19
		1150.000 1186.160 1186.110

Figura 109. Vista diseño hidráulico



Los valores de caudal de diseño por tramo de la tabla XV se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XVII. Caudales de diseño por tramos

PVS		Caudal de Diseño por tramos
DE No.	A No.	
32/X-26	31/X-26	2.03
31/X-26	30/X-26	0.19
30/X-26	29/X-26	0.18
29/X-26	28/X-26	0.55
28/X-26	27/X-26	0.52
27/X-26	26/X-26	0.71
26/X-26	25/X-26	0.19
25/X-26	24/X-26	10.80
24/X-26	23/X-26	1.22
23/X-26	22/X-26	0.14
22/X-26	21/X-26	0.64
21/X-26	20/X-26	0.61
20/X-26	19/X-26	0.18
19/X-26	18/X-26	12.32
18/X-26	17/X-26	0.38
17/X-26	16/X-26	0.31
16/X-26	15/X-26	8.16
15/X-26	14/X-26	-
14/X-26	13/X-26	1.10
13/X-26	12/X-26	0.88
12/X-26	11/X-26	0.18
11/X-26	10/X-26	0.15
10/X-26	9/X-26	0.15
9/X-26	8/X-26	0.16
8/X-26	7/X-26	0.16
7/X-26	6/X-26	4.08
6/X-26	5/X-26	1.17
5/X-26	4/X-26	0.99
4/X-26	3/X-26	0.98
3/X-26	2/X-26	1.56
2/X-26	1/X-26	0.04
1/X-26	X-26	401.55

- En la columna *pipe flow (lps)* los valores de caudales de diseño serán ingresados de esta forma:

Figura 110. Hoja de cálculo en vista de caudales

Pipe Label	Pipe Flow [lps]	Lateral Flow #1 [lps]	Lateral Flow #2 [lps]	Surface Flow [lps]	Design Flow [lps]	D.Point Flow [lps]	Full Flow [lps]
	2.030	0.000	0.000	0.000	2.030	32.159	32.159
	0.180	0.000	0.000	0.000	2.210	26.920	26.920
	0.180	0.000	0.000	0.000	2.390	33.530	33.530
	0.550	0.000	0.000	0.000	2.940	22.392	22.392
	0.520	0.000	0.000	0.000	3.460	27.282	27.282
	0.720	0.000	0.000	0.000	4.180	26.183	26.183
	0.190	0.000	0.000	0.000	4.370	25.806	25.806
	10.790	0.000	0.000	0.000	15.160	27.638	27.638
	1.220	0.000	0.000	0.000	16.380	31.357	31.357
	0.130	0.000	0.000	0.000	16.510	25.035	25.035
	0.640	0.000	0.000	0.000	17.150	24.159	24.159
	0.610	0.000	0.000	0.000	17.760	18.140	18.140

- Las columnas *lateral flow #1 y #2*, se utilizan para tramos que contribuyen a un colector (tramos secundarios), este ejemplo se basa en cálculos de un colector principal, en el que los valores de caudal de diseño ya están incluidos en los valores acumulados.

6.9 Dibujo del diseño en perfil y planta

Si el diseño cumple con las condiciones que establecen las normas, el siguiente paso es dibujar el perfil y la planta.

Dibujo de perfil

- Anteriormente se definió un alineamiento, con éste se dibuja el perfil del terreno; los valores para configurar en el perfil estarán de acuerdo a lo que se establece en la sección 5.4.2; con el alineamiento referido a la superficie, se selecciona el submenú *create profile* ► *full profile* del menú *profiles*, que muestra el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 111. Cuadro de dibujo de perfil

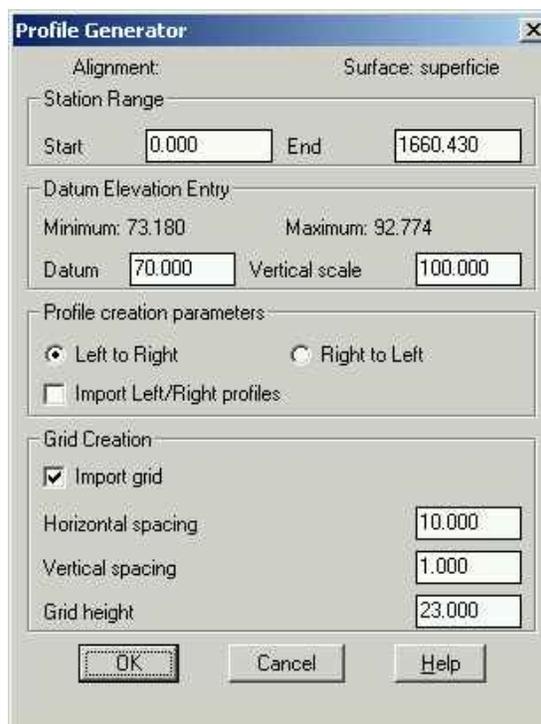
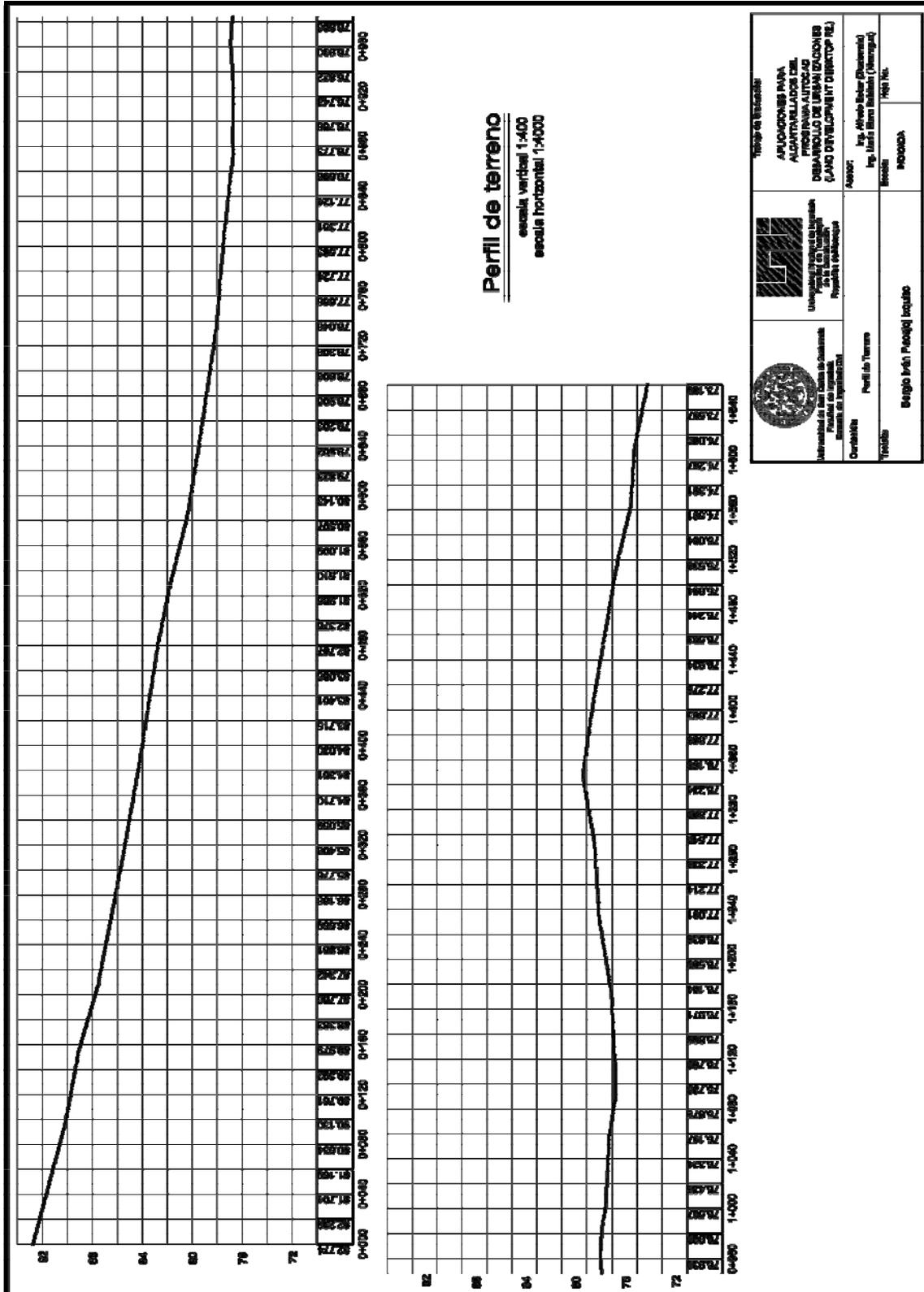
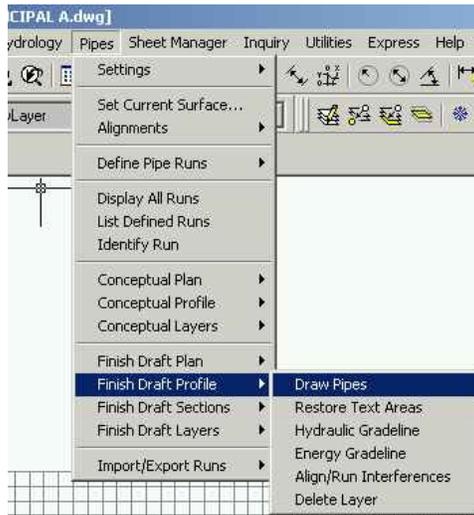


Figura 112. Plano perfil de terreno



Después que se dibuja el perfil del terreno, el siguiente paso es dibujar las tuberías y los PV's; se selecciona el submenú ***finish draft profile ► draw pipes***, la línea de comandos solicitará seleccionar la ruta de colectores; las siguientes figuras muestran la secuencia a seguir:

Figura 113. Selección de menú



pick run:

+

Figura 114. Cuadro selección de ruta



delete selected pipe run <32-pvexistente> layers (yes/no/cancel)?

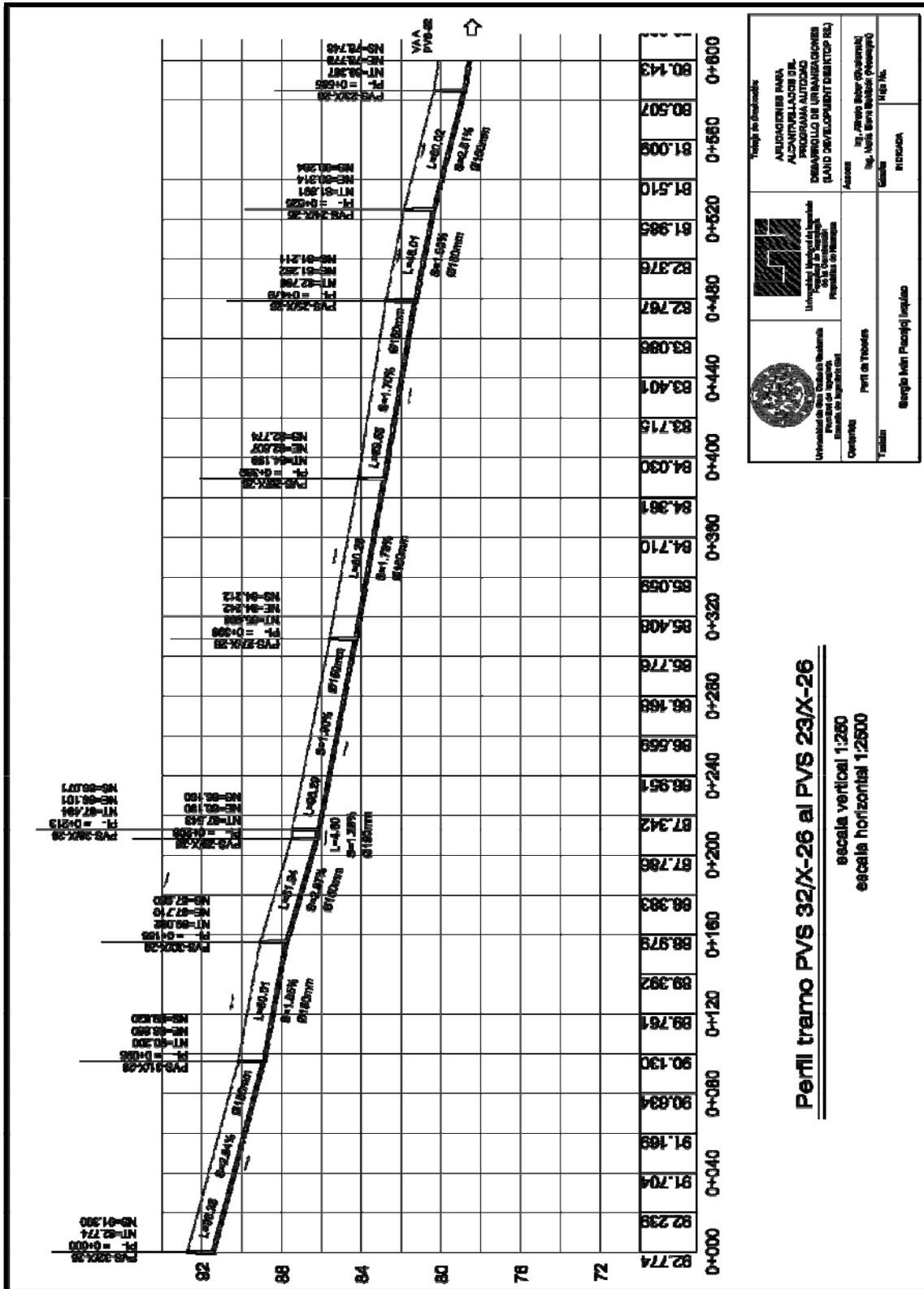
<yes>: y

run: 32-pvexistente length: 1660.43 nodes: 33

processing invert list.

El resultado se visualiza en los siguientes planos

Figura 115. Plano de perfil tramo indicado A



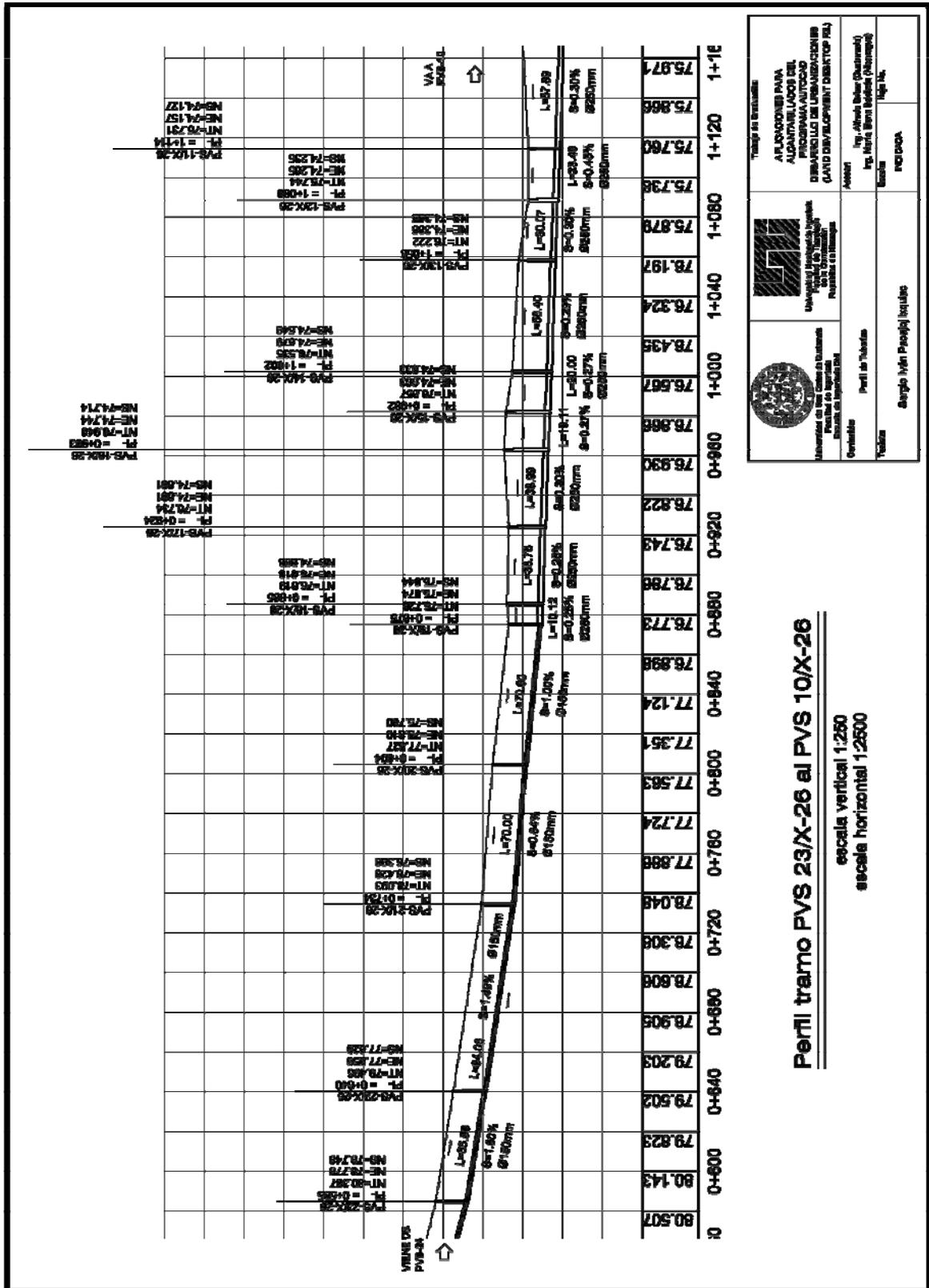
Perfil tramo PVS 32/X-26 al PVS 23/X-26

escala vertical 1:250

escala horizontal 1:2500

<p>Universidad Tecnológica de Panamá Escuela de Ingeniería Civil Instituto de Ingeniería de Agua y Saneamiento</p>		<p>Título de Ingeniería</p>	
<p>AFILIACIONES PARA ALICATORIA DEL PROGRAMA AUTOMICO DE DESARROLLO DE INVESTIGACIONES (AUTO DEVELOPMENT INSTITUTE REL)</p>		<p>Asesor</p>	
<p>Universidad de Panamá</p>		<p>Ing. Alfonso Abreu (Asesor) Ing. Mark Berra (Asesor)</p>	
<p>Generador</p>		<p>Revisor</p>	
<p>Prof. de Tercera</p>		<p>INSTRUCION</p>	
<p>Sergio Iván Pascual López</p>		<p>14/01/16</p>	

Figura 116. Plano de perfil de tramo indicado B

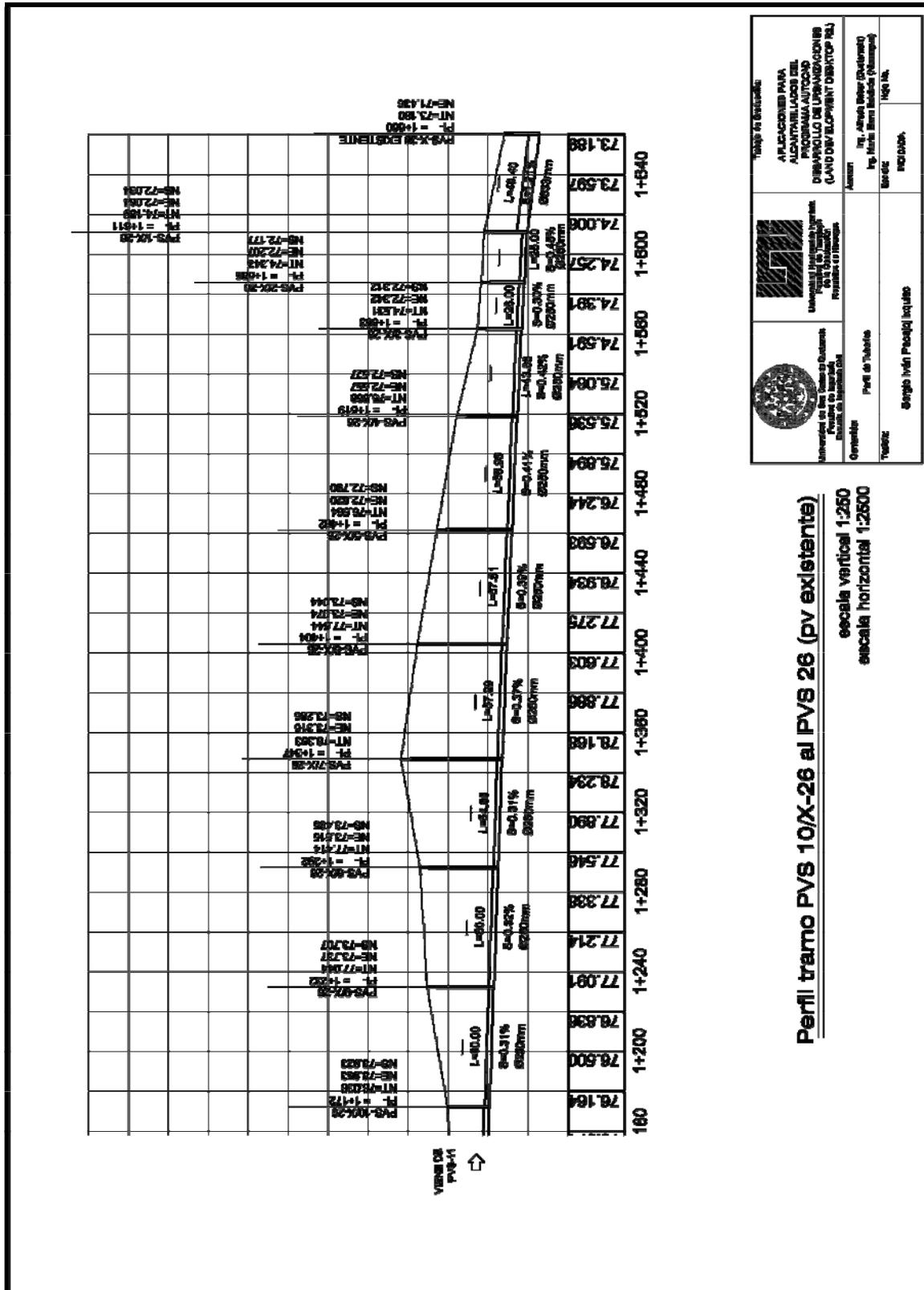


Perfil tramo PVS 23/X-26 al PVS 10/X-26

escala vertical 1:250
escala horizontal 1:2500

<p>Universidad Tecnológica de Panamá Escuela de Ingeniería Instituto de Ingeniería de Agua</p>	<p>Tramo de trazo:</p> <p>APROPOSICIÓN PARA ALCANTARILLADOS DEL PROGRAMA AUTOCORO DISEÑOS Y DIBUJOS DE LA INGENIERÍA DE DAVID DEVELOPMENT DIBAUTOP (RL)</p>
<p>Prof. de Tuberías</p>	<p>Autores: Ing. Almir Bales (Autor) / Ing. María Bales (Autora)</p>
<p>Tubos</p>	<p>Fecha: Escala:</p>

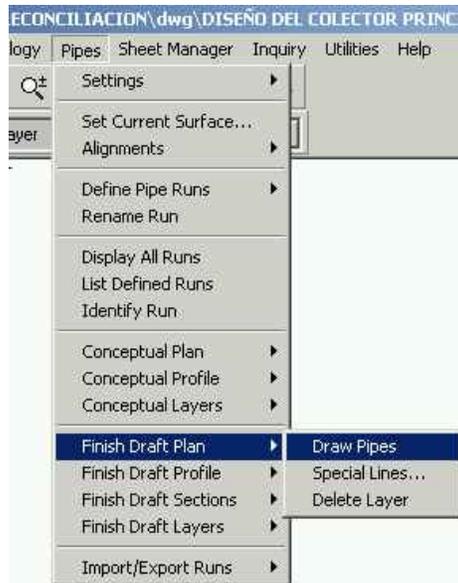
Figura 117. Plano de perfil de tramo indicado C



Dibujo de planta

- Para el caso del dibujo de planta los pasos son similares, en el menú Pipes se selecciona el submenú *finish draft plan* ► *draw pipes*; la línea de comandos solicitará seleccionar la ruta de colectores; las siguientes figuras muestran la secuencia a seguir:

Figura 118. Selección de menú para planta



pick run:

+

Figura 119. Cuadro selección de ruta



La línea de comandos se mostrará así:

```

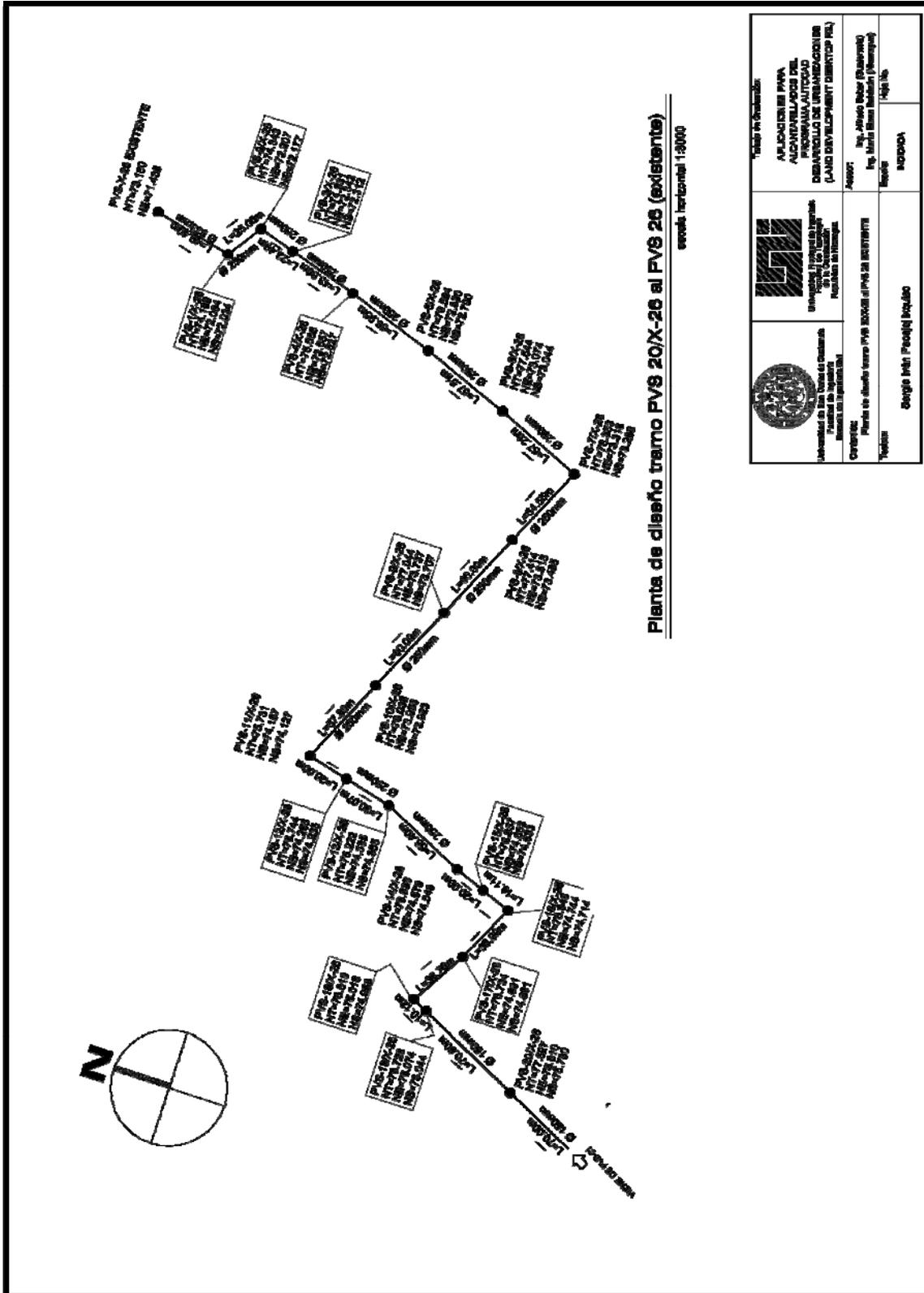
delete selected pipe run <32-pvexistente> layers (yes/no/cancel)? <yes>: y
↵
run: 32-pvexistente length: 1660.43 nodes: 33
processing invert list.
erasing entities on layer <32-pvexistenteftl> ...
done!
rotate structures (yes/no/cancel) <y> ↵
importing finish pipes for run <32-pvexistente>. ↵
position for structure label [picking/offset] <offset>: o
enter delta x <0.00>: 5 ↵
enter delta y <0.00>: 5 ↵
processing invert list.
pick rotation angle <0d0'0">: ↵

```

La opción *delta x* & *delta y* muestra la distancia a la que estará ubicada el texto de las propiedades de los PV's, estos valores pueden ser adecuados a conveniencia del proyectista. La opción *pick rotation angle* sugiere la rotación del texto, usualmente se acepta el valor sugerido de 0 grados y por cada PV deberá aceptarse ese valor, hasta concluir con el último PV.

El resultado se visualiza en los siguientes planos.

Figura 121. Planta de diseño de tramo indicado B

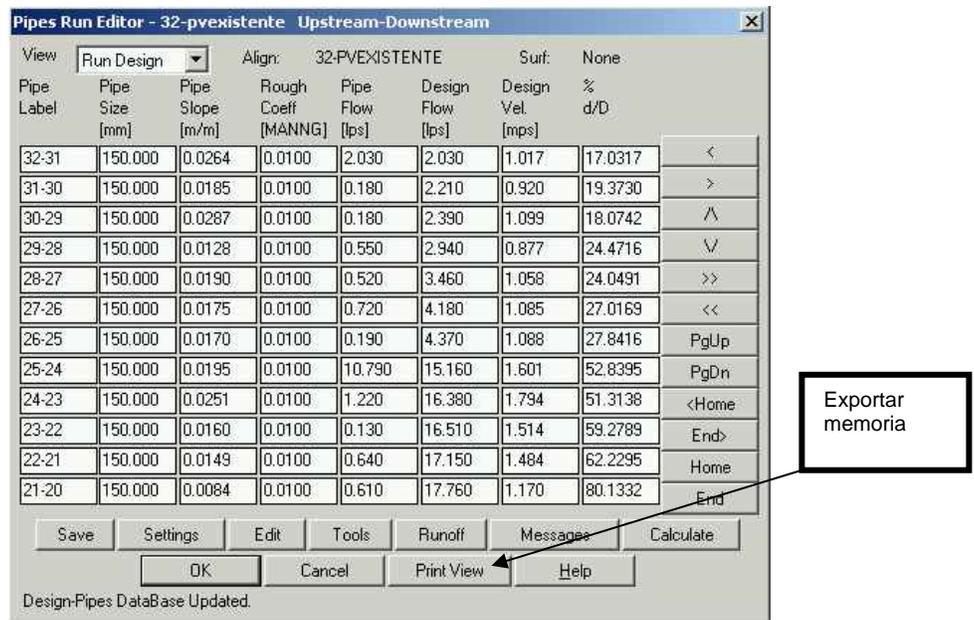


 Universidad de la República Facultad de Ingeniería Instituto de Topografía	 ALCANTARILLAS DEL DESARROLLO URBANO (LAND DEVELOPMENT DRAINAGE PLS)	Título de Graduación: APLICACIONES EN ALCANTELLAS DEL DESARROLLO URBANO (LAND DEVELOPMENT DRAINAGE PLS)
Autor: Ing. Andrés Bello (Bachiller) Ing. María Elena Bello (Bachiller)	Autor: Ing. Andrés Bello (Bachiller) Ing. María Elena Bello (Bachiller)	Fecha: 1999/10
Título: Proyecto de diseño tramo PVS 20X-26 al PVS 26 (existente)	Proyecto: Proyecto de diseño tramo PVS 20X-26 al PVS 26 (existente)	Asesor: Ing. Andrés Bello (Bachiller) Ing. María Elena Bello (Bachiller)
Director: Sergio Iván Pascual Inojoso	Asesor: Ing. Andrés Bello (Bachiller) Ing. María Elena Bello (Bachiller)	

6.10 Resultados de las hojas de cálculo y aplicación de otros programas

El siguiente paso es exportar los resultados de la hoja de cálculo a un archivo que pueda editarse o trabajarse en otro programa, en las **herramientas de edición** se selecciona la opción *print view*, que desplegará un archivo de texto en el programa **bloc de notas**, se pueden obtener diferentes archivos de acuerdo a la información que se necesite, a estas opciones se les conoce como vistas; se visualiza el archivo para el diseño hidráulico, vista *run design*.

Figura 122. Hoja de cálculo a exportar



The screenshot shows the 'Pipes Run Editor - 32-pvexistente Upstream-Downstream' window. The 'View' dropdown is set to 'Run Design'. The table below displays pipe data for various segments. The 'Print View' button is highlighted with a callout box labeled 'Exportar memoria'.

Pipe Label	Pipe Size [mm]	Pipe Slope [m/m]	Rough Coeff [MANNING]	Pipe Flow [lps]	Design Flow [lps]	Design Vel [mps]	% d/D	
32-31	150.000	0.0264	0.0100	2.030	2.030	1.017	17.0317	<
31-30	150.000	0.0185	0.0100	0.180	2.210	0.920	19.3730	>
30-29	150.000	0.0287	0.0100	0.180	2.390	1.099	18.0742	^
29-28	150.000	0.0128	0.0100	0.550	2.940	0.877	24.4716	v
28-27	150.000	0.0190	0.0100	0.520	3.460	1.058	24.0491	>>
27-26	150.000	0.0175	0.0100	0.720	4.180	1.085	27.0169	<<
26-25	150.000	0.0170	0.0100	0.190	4.370	1.088	27.8416	PgUp
25-24	150.000	0.0195	0.0100	10.790	15.160	1.601	52.8395	PgDn
24-23	150.000	0.0251	0.0100	1.220	16.380	1.794	51.3138	<Home
23-22	150.000	0.0160	0.0100	0.130	16.510	1.514	59.2789	End>
22-21	150.000	0.0149	0.0100	0.640	17.150	1.484	62.2295	Home
21-20	150.000	0.0084	0.0100	0.610	17.760	1.170	80.1332	End

Buttons: Save, Settings, Edit, Tools, Runoff, Messages, Calculate, OK, Cancel, Print View, Help.

Design-Pipes DataBase Updated.

Figura 123. Archivo de hoja de cálculo exportada

Run: 32-pv1

***** Run Design View *****

Pipe Label	Pipe Size [mm]	Pipe Slope [m/m]	Rough Coeff [MANNING]	Pipe Flow [lps]	Design Flow [lps]	Design Vel. [mps]	% d/D	Full Flow [lps]
32-31	150.000	0.026	0.010	2.030	2.030	1.017	17.032	32.159
31-30	150.000	0.018	0.010	0.180	2.210	0.920	19.373	26.920
30-29	150.000	0.029	0.010	0.180	2.390	1.099	18.074	33.530
29-28	150.000	0.013	0.010	0.550	2.940	0.877	24.472	22.392
28-27	150.000	0.019	0.010	0.520	3.460	1.058	24.049	27.282
27-26	150.000	0.018	0.010	0.720	4.180	1.085	27.017	26.183
26-25	150.000	0.017	0.010	0.190	4.370	1.088	27.842	25.806
25-24	150.000	0.020	0.010	10.790	15.160	1.601	52.840	27.638
24-23	150.000	0.025	0.010	1.220	16.380	1.794	51.314	31.357
23-22	150.000	0.016	0.010	0.130	16.510	1.514	59.279	25.035
22-21	150.000	0.015	0.010	0.640	17.150	1.484	62.230	24.159
21-20	150.000	0.008	0.010	0.610	17.760	1.170	80.133	18.140
20-19	150.000	0.010	0.010	0.180	17.940	1.269	74.615	19.792
19-18	250.000	0.003	0.010	12.320	30.260	0.871	66.618	38.642
18-17	250.000	0.003	0.010	0.380	30.640	0.873	67.221	38.642
17-16	250.000	0.003	0.010	0.310	30.950	0.942	63.490	42.330
16-15	250.000	0.003	0.010	8.160	39.110	0.933	79.705	40.158
15-14	250.000	0.003	0.010	0.000	39.110	0.933	79.705	40.158
14-13	250.000	0.003	0.010	1.110	40.220	0.966	79.093	41.619
13-12	250.000	0.003	0.010	0.880	41.100	0.983	79.461	42.330
12-11	250.000	0.003	0.010	0.110	41.210	0.983	79.674	42.330
11-10	250.000	0.003	0.010	0.210	41.420	0.983	80.086	42.330
10-9	250.000	0.003	0.010	0.150	41.570	0.999	79.067	43.030
9-8	250.000	0.003	0.010	0.190	41.760	1.014	78.208	43.719
8-7	250.000	0.003	0.010	0.120	41.880	0.999	79.653	43.030
7-6	250.000	0.004	0.010	4.090	45.970	1.092	80.034	47.010
6-5	250.000	0.004	0.010	1.180	47.130	1.121	79.920	48.264
5-4	250.000	0.004	0.010	0.990	48.120	1.149	79.581	49.486
4-3	250.000	0.004	0.010	0.970	49.090	1.163	80.222	50.086
3-2	250.000	0.004	0.010	1.570	50.660	1.204	79.975	51.844
2-1	250.000	0.004	0.010	0.040	50.700	1.204	80.039	51.844
1-EXIST	533.400	0.012	0.010	401.540	452.240	3.111	61.949	641.384

Los resultados se exportarán a Excel, y ordenando las vistas se muestran en las siguientes tablas:

Tabla XVIII. Resultados de diseño topográfico

Run: 32-pvexistente									
*****Pipe View *****									
Pipe Label	Pipe Size [mm]	Start Inv. [m]	Finish Inv. [m]	Cen-Cen 2DLength [m]	Pipe Slope [m/m]	Pipe Drop [m]	Pipe Descr.	Rough Coeff [MANNNG]	Pipe Flow [lps]
32-31	150	91.390	88.850	96.220	0.0264	2.540	PVC	0.010	2.030
31-30	150	88.820	87.710	60.000	0.0185	1.110	PVC	0.010	0.180
30-29	150	87.680	86.190	51.920	0.0287	1.490	PVC	0.010	0.180
29-28	150	86.160	86.101	4.600	0.0128	0.059	PVC	0.010	0.550
28-27	150	86.071	84.242	96.270	0.0190	1.829	PVC	0.010	0.520
27-26	150	84.212	82.807	80.250	0.0175	1.404	PVC	0.010	0.720
26-25	150	82.774	81.252	89.540	0.0170	1.522	PVC	0.010	0.190
25-24	150	81.211	80.314	46.000	0.0195	0.897	PVC	0.010	10.790
24-23	150	80.284	78.778	60.000	0.0251	1.506	PVC	0.010	1.220
23-22	150	78.748	77.859	55.570	0.0160	0.889	PVC	0.010	0.130
22-21	150	77.829	76.428	94.050	0.0149	1.401	PVC	0.010	0.640
21-20	150	76.398	75.810	70.000	0.0084	0.588	PVC	0.010	0.610
20-19	150	75.780	75.074	70.600	0.0100	0.706	PVC	0.010	0.180
19-18	250	75.044	75.018	10.120	0.0025	0.025	PVC	0.010	12.320
18-17	250	74.988	74.892	38.760	0.0025	0.097	PVC	0.010	0.380
17-16	250	74.862	74.745	38.990	0.0030	0.117	PVC	0.010	0.310
16-15	250	74.715	74.663	19.110	0.0027	0.052	PVC	0.010	8.160
15-14	250	74.633	74.579	20.000	0.0027	0.054	PVC	0.010	0.000
14-13	250	74.549	74.385	56.400	0.0029	0.164	PVC	0.010	1.110
13-12	250	74.355	74.265	30.070	0.0030	0.090	PVC	0.010	0.880
12-11	250	74.235	74.157	26.000	0.0030	0.078	PVC	0.010	0.110
11-10	250	74.127	73.954	57.890	0.0030	0.174	PVC	0.010	0.210
10-9	250	73.924	73.738	60.000	0.0031	0.186	PVC	0.010	0.150
9-8	250	73.708	73.516	60.000	0.0032	0.192	PVC	0.010	0.190
8-7	250	73.486	73.316	54.550	0.0031	0.169	PVC	0.010	0.120
7-6	250	73.286	73.074	57.290	0.0037	0.212	PVC	0.010	4.090
6-5	250	73.044	72.820	57.510	0.0039	0.224	PVC	0.010	1.160
5-4	250	72.790	72.557	56.950	0.0041	0.234	PVC	0.010	0.990
4-3	250	72.527	72.342	43.880	0.0042	0.184	PVC	0.010	0.970
3-2	250	72.312	72.207	23.490	0.0045	0.106	PVC	0.010	1.570
2-1	250	72.177	72.064	25.000	0.0045	0.113	PVC	0.010	0.040
1-EXIST	533.4	72.034	71.436	49.400	0.0121	0.598	PVC	0.013	401.54

Pipe Label	= Nombre del pozo de visita
Pipe Size	= Diámetro de tubería
Start Inv.	= Nivel de salida
Finish Inv.	= Nivel de entrada
Cen-Cen 2D l	= Longitud a centros
Pipe Slope (m/m)	= Pendiente
Pipe Drop	= Diferencia entre nivel de entrada y salida
Pipe Descript	= Descripción de tubería (material)
Rough Coeff	= Coeficiente de rugosidad de Manning
Pipe Flow	= Caudal de diseño por tramo

Tabla XIX. Resultados de vista de propiedades de PV's

Run: 32-pv existente						
*****Node View*****						
Node Label	North [m]	East [m]	Station [m]	Rim Elev. [m]	Struct Type	Node Drop [m]
32/X-26	639.065	579.469	0	92.774	pmh	0.030
31/X-26	715.91	637.376	96.22	90.200	pmh	0.030
30/X-26	763.828	673.485	156.22	89.092	pmh	0.030
29/X-26	805.293	704.731	208.14	87.543	pmh	0.030
28/X-26	808.967	707.5	212.74	87.484	pmh	0.030
27/X-26	885.851	765.436	309.01	85.600	pmh	0.030
26/X-26	949.942	813.732	389.26	84.199	pmh	0.033
25/X-26	1021.451	867.618	478.8	82.790	pmh	0.041
24/X-26	1058.189	895.302	524.8	81.891	pmh	0.030
23/X-26	1106.107	931.411	584.8	80.387	pmh	0.030
22/X-26	1150.487	964.854	640.37	79.496	pmh	0.030
21/X-26	1235.019	1006.082	734.42	78.093	pmh	0.030
20/X-26	1297.934	1036.768	804.42	77.527	pmh	0.030
19/X-26	1361.389	1067.717	875.02	76.728	pmh	0.030
18/X-26	1370.485	1072.154	885.14	76.819	pmh	0.030
17/X-26	1350.522	1105.378	923.9	76.734	pmh	0.030
16/X-26	1333.43	1140.422	962.89	76.946	pmh	0.030
15/X-26	1351.271	1147.27	982	76.857	pmh	0.030
14/X-26	1369.942	1154.437	1002	76.535	pmh	0.030
13/X-26	1421.058	1178.273	1058.4	76.222	pmh	0.030
12/X-26	1450.235	1185.548	1088.47	75.744	pmh	0.030
11/X-26	1475.462	1191.838	1114.47	75.731	pmh	0.030
10/X-26	1450.997	1244.304	1172.36	76.036	pmh	0.030
9/X-26	1425.64	1298.682	1232.36	77.044	pmh	0.030
8/X-26	1400.283	1353.061	1292.36	77.414	pmh	0.030
7/X-26	1377.229	1402.5	1346.91	78.353	pmh	0.030
6/X-26	1429.965	1424.885	1404.2	77.544	pmh	0.030
5/X-26	1483.655	1445.494	1461.71	76.564	pmh	0.030
4/X-26	1537.502	1464.036	1518.66	75.568	pmh	0.030
3/X-26	1579.465	1476.865	1562.54	74.531	pmh	0.030
2/X-26	1601.929	1483.733	1586.03	74.343	pmh	0.030
1/X-26	1615.908	1463.007	1611.03	74.189	pmh	0.030
X-26 EXISTENTE	1664.04	1474.11	1660.43	73.180	pmh	0.030

Node Label	=	Nombre del PVS
North	=	Coordenada Y
East	=	Coordenada X
Station	=	Estacionamiento
Rim Elev	=	Nivel de terreno
Struct Type	=	Tipo de estructura
Node Drop	=	Caída

Tabla XX. Resultados de vista de diseño hidráulico

Run: 32-pv1											
*****Run Design View*****											
Pipe Label	Pipe Size [mm]	Pipe Slope [m/m]	Rough Coeff [MANNNG]	Pipe Flow [lps]	Design Flow [lps]	Full Flow [lps]	Design Vel. [mps]	Full Vel [mps]	% d/D	vi/Vii	q/Q
32-31	150	0.0260	0.010	2.030	2.03	32.159	1.017	1.820	17.032	0.559	0.063
31-30	150	0.0180	0.010	0.180	2.21	26.920	0.920	1.524	19.373	0.604	0.082
30-29	150	0.0290	0.010	0.180	2.39	33.530	1.099	1.898	18.074	0.579	0.071
29-28	150	0.0130	0.010	0.550	2.94	22.392	0.877	1.268	24.472	0.692	0.131
28-27	150	0.0190	0.010	0.520	3.46	27.282	1.058	1.544	24.049	0.685	0.127
27-26	150	0.0180	0.010	0.720	4.18	26.183	1.085	1.482	27.017	0.732	0.160
26-25	150	0.0170	0.010	0.190	4.37	25.806	1.088	1.461	27.842	0.745	0.169
25-24	150	0.0200	0.010	10.790	15.16	27.638	1.601	1.565	52.840	1.023	0.549
24-23	150	0.0250	0.010	1.220	16.38	31.357	1.794	1.775	51.314	1.011	0.522
23-22	150	0.0160	0.010	0.130	16.51	25.035	1.514	1.417	59.279	1.068	0.659
22-21	150	0.0150	0.010	0.640	17.15	24.159	1.484	1.368	62.230	1.085	0.710
21-20	150	0.0080	0.010	0.610	17.76	18.140	1.170	1.027	80.133	1.139	0.979
20-19	150	0.0100	0.010	0.180	17.94	19.792	1.269	1.120	74.615	1.133	0.906
19-18	250	0.0030	0.010	12.320	30.26	38.642	0.871	0.788	66.618	1.106	0.783
18-17	250	0.0030	0.010	0.380	30.64	38.642	0.873	0.788	67.221	1.109	0.793
17-16	250	0.0030	0.010	0.310	30.95	42.330	0.942	0.863	63.490	1.092	0.731
16-15	250	0.0030	0.010	8.160	39.11	40.158	0.933	0.818	79.705	1.140	0.974
15-14	250	0.0030	0.010	0.000	39.11	40.158	0.933	0.818	79.705	1.140	0.974
14-13	250	0.0030	0.010	1.110	40.22	41.619	0.966	0.848	79.093	1.139	0.966
13-12	250	0.0030	0.010	0.880	41.1	42.330	0.983	0.863	79.461	1.140	0.971
12-11	250	0.0030	0.010	0.110	41.21	42.330	0.983	0.863	79.674	1.140	0.974
11-10	250	0.0030	0.010	0.210	41.42	42.330	0.983	0.863	80.086	1.140	0.979
10-9	250	0.0030	0.010	0.150	41.57	43.030	0.999	0.877	79.067	1.139	0.966
9-8	250	0.0030	0.010	0.190	41.76	43.719	1.014	0.891	78.208	1.138	0.955
8-7	250	0.0030	0.010	0.120	41.88	43.030	0.999	0.877	79.653	1.139	0.973
7-6	250	0.0040	0.010	4.090	45.97	47.010	1.092	0.958	80.034	1.140	0.978
6-5	250	0.0040	0.010	1.160	47.13	48.264	1.121	0.984	79.920	1.140	0.977
5-4	250	0.0040	0.010	0.990	48.12	49.486	1.149	1.009	79.581	1.139	0.972
4-3	250	0.0040	0.010	0.970	49.09	50.086	1.163	1.021	80.222	1.139	0.980
3-2	250	0.0040	0.010	1.570	50.66	51.844	1.204	1.057	79.975	1.140	0.977
2-1	250	0.0040	0.010	0.040	50.7	51.844	1.204	1.057	80.039	1.140	0.978
1-EXIST	533.4	0.0120	0.013	401.540	452.24	493.372	2.505	2.209	75.338	1.134	0.917

Pipe Label	=	Nombre del pozo de visita
Pipe Size	=	Diámetro de tubería
Pipe Slope (m/m)	=	Pendiente
Rough Coeff	=	Coefficiente de rugosidad de Manning
Pipe Flow	=	Caudal de diseño por tramo
Design Flow	=	Caudal de diseño acumulado
Full Flow	=	Caudal a sección llena
Design Vel.	=	Velocidad de diseño
Design Vel.	=	Velocidad de diseño
Full Vel.	=	Velocidad a sección llena
% d/D	=	Tirante
vi/Vii	=	Relación de velocidades
q/Q	=	Relación de caudales

6.11 Comparaciones técnicas

- El programa LDD, funciona como herramienta para la integración de los procesos de representación de los estudios topográficos, diseño hidráulico, cálculos topográficos para tuberías y el dibujo de planta y perfil de una red de drenaje sanitario, Estos procesos para el desarrollo de un diseño por métodos convencionales, requiere del auxilio de otras herramientas y recursos.
- Es necesario mencionar que la hoja de cálculo del programa está basada para cálculos hidráulicos y topográficos, lo que es una limitante, ya que en comparación con otros programas (Excel, Quatro Pro, Lotus), se pueden establecer proyecciones en diseños, cálculos hidráulicos adicionales, topográficos, volúmenes, estimar costos, etc.
- La información topográfica es ingresada al programa para determinar modelos digitales del terreno, cuando se establece una ruta de colectores, la ruta utiliza la información del modelo digital del terreno para determinar toda la información topográfica que posee (longitudes, niveles, pendiente por tramos de terreno, etc.), estos valores son más precisos en comparación con el método, cuando se quiere determinar una altura o longitud en un plano que posee información topográfica. Lógicamente cualquier información que se obtenga dependerá de la magnitud de precisión con que se efectúe el levantamiento topográfico.
- Los cálculos presentados en las tablas XV, XVI y XVII en comparación con los resultados obtenidos con el programa, muestran una diferencia porcentual mínima, las siguientes tablas son los resultados de la hoja de cálculo del programa; en la tabla XXI se hace la comparación de los resultados generales.

Tabla XXI. Comparación de resultados del diseño hidráulico

TRAMO	DIAM (mm)	Pend. S (m/m)	Q Diseño l/s	Caudal de a Sección llena			Velocidad de Diseño m/s			Velocidad a Sección Llena m/s			d/D			vi/Vii			q/Q			
				Dis. Exist.	Dis. Land	Var. % Abs.	Dis. Exist.	Dis. Land	Var. % Abs.	Dis. Exist.	Dis. Land	Var. % Abs.	Dis. Exist.	Dis. Land	Var. % Abs.	Dis. Exist.	Dis. Land	Var. % Abs.	Dis. Exist.	Dis. Land	Var. % Abs.	
32/X-26	31/X-26	150	0.026	2.03	32.240	32.159	0.25%	1.020	1.017	0.29%	1.820	1.820	0.02%	16.950	17.032	0.48%	0.557	0.559	0.30%	0.063	0.063	0.005
31/X-26	30/X-26	150	0.018	2.21	26.990	26.920	0.26%	0.920	0.920	0.00%	1.530	1.524	0.40%	19.400	19.373	0.14%	0.604	0.604	0.05%	0.082	0.082	0.001
30/X-26	29/X-26	150	0.029	2.39	33.610	33.530	0.24%	1.100	1.099	0.09%	1.900	1.898	0.10%	18.000	18.074	0.41%	0.577	0.579	0.35%	0.071	0.071	0.002
29/X-26	28/X-26	150	0.013	2.94	22.450	22.392	0.26%	0.880	0.877	0.34%	1.270	1.268	0.19%	24.400	24.472	0.30%	0.691	0.692	0.12%	0.131	0.131	0.003
28/X-26	27/X-26	150	0.019	3.46	27.350	27.282	0.25%	1.060	1.058	0.19%	1.550	1.544	0.36%	24.100	24.049	0.21%	0.686	0.685	0.14%	0.127	0.127	0.002
27/X-26	26/X-26	150	0.018	4.18	26.250	26.183	0.26%	1.090	1.085	0.46%	1.490	1.482	0.53%	27.000	27.017	0.06%	0.732	0.732	0.01%	0.159	0.160	0.004
26/X-26	25/X-26	150	0.017	4.37	25.870	25.806	0.25%	1.090	1.088	0.18%	1.460	1.461	0.05%	27.800	27.842	0.15%	0.744	0.745	0.11%	0.169	0.169	0.004
25/X-26	24/X-26	150	0.020	15.16	27.710	27.638	0.26%	1.600	1.601	0.06%	1.570	1.565	0.35%	52.750	52.840	0.17%	1.022	1.023	0.13%	0.547	0.549	0.003
24/X-26	23/X-26	150	0.025	16.38	31.440	31.357	0.26%	1.800	1.794	0.33%	1.780	1.775	0.28%	51.250	51.314	0.12%	1.010	1.011	0.07%	0.521	0.522	0.003
23/X-26	22/X-26	150	0.016	16.51	25.100	25.035	0.26%	1.520	1.514	0.39%	1.420	1.417	0.20%	59.200	59.279	0.13%	1.068	1.068	0.03%	0.658	0.659	0.002
22/X-26	21/X-26	150	0.015	17.15	24.220	24.159	0.25%	1.490	1.484	0.40%	1.370	1.368	0.18%	62.100	62.230	0.21%	1.084	1.085	0.10%	0.708	0.710	0.002
21/X-26	20/X-26	150	0.008	17.76	18.190	18.140	0.27%	1.170	1.170	0.00%	1.030	1.027	0.30%	80.000	80.133	0.17%	1.140	1.139	0.06%	0.977	0.979	0.003
20/X-26	19/X-26	150	0.010	17.94	19.840	19.792	0.24%	1.270	1.269	0.08%	1.120	1.120	0.04%	74.450	74.615	0.22%	1.132	1.133	0.06%	0.904	0.906	0.002
19/X-26	18/X-26	250	0.003	30.26	38.730	38.642	0.23%	0.870	0.871	0.11%	0.790	0.788	0.32%	66.500	66.618	0.18%	1.106	1.106	0.00%	0.781	0.783	0.002
18/X-26	17/X-26	250	0.003	30.64	38.730	38.642	0.23%	0.870	0.873	0.34%	0.900	0.788	0.32%	67.100	67.221	0.18%	1.109	1.109	0.04%	0.791	0.793	0.002
17/X-26	16/X-26	250	0.003	30.95	42.420	42.330	0.21%	0.940	0.942	0.21%	0.860	0.863	0.30%	63.450	63.490	0.06%	1.092	1.092	0.00%	0.730	0.731	0.002
16/X-26	15/X-26	250	0.003	39.11	40.240	40.158	0.20%	0.930	0.933	0.32%	0.820	0.818	0.20%	79.550	79.705	0.19%	1.140	1.140	0.00%	0.972	0.974	0.002
15/X-26	14/X-26	250	0.003	39.11	40.240	40.158	0.20%	0.930	0.933	0.32%	0.820	0.818	0.20%	79.550	79.705	0.19%	1.140	1.140	0.00%	0.972	0.974	0.002
14/X-26	13/X-26	250	0.003	40.22	41.350	41.619	0.65%	0.960	0.966	0.63%	0.840	0.848	0.96%	79.600	79.093	0.64%	1.140	1.139	0.09%	0.973	0.966	0.006
13/X-26	12/X-26	250	0.003	41.10	42.070	42.330	0.62%	0.980	0.983	0.31%	0.860	0.863	0.30%	80.000	79.461	0.67%	1.140	1.140	0.04%	0.977	0.971	0.006
12/X-26	11/X-26	250	0.003	41.21	42.420	42.330	0.21%	0.980	0.983	0.31%	0.860	0.863	0.30%	79.600	79.674	0.09%	1.140	1.140	0.04%	0.973	0.974	0.001
11/X-26	10/X-26	250	0.003	41.42	42.420	42.330	0.21%	0.980	0.983	0.31%	0.860	0.863	0.30%	79.850	80.086	0.30%	1.140	1.140	0.04%	0.976	0.979	0.002
10/X-26	9/X-26	250	0.003	41.57	42.770	43.030	0.61%	0.990	0.999	0.91%	0.870	0.877	0.79%	79.550	79.067	0.61%	1.140	1.139	0.07%	0.972	0.966	0.006
9/X-26	8/X-26	250	0.003	41.76	43.470	43.719	0.57%	1.010	1.014	0.40%	0.890	0.891	0.10%	78.600	78.208	0.50%	1.139	1.138	0.07%	0.960	0.955	0.005
8/X-26	7/X-26	250	0.003	41.88	43.120	43.030	0.21%	1.000	0.999	0.10%	0.880	0.877	0.35%	79.500	79.653	0.19%	1.139	1.139	0.02%	0.971	0.973	0.002
7/X-26	6/X-26	250	0.004	45.97	47.110	47.010	0.21%	1.090	1.092	0.18%	0.960	0.968	0.21%	79.900	80.034	0.17%	1.140	1.140	0.01%	0.976	0.978	0.002
6/X-26	5/X-26	250	0.004	47.13	48.370	48.264	0.22%	1.120	1.121	0.09%	0.990	0.984	0.65%	79.700	79.920	0.28%	1.140	1.140	0.03%	0.974	0.977	0.002
5/X-26	4/X-26	250	0.004	48.12	49.290	49.486	0.40%	1.140	1.149	0.79%	1.000	1.009	0.85%	79.900	79.581	0.40%	1.140	1.139	0.06%	0.976	0.972	0.004
4/X-26	3/X-26	250	0.004	49.09	50.250	50.086	0.33%	1.170	1.163	0.60%	1.020	1.021	0.07%	80.000	80.222	0.28%	1.140	1.139	0.05%	0.977	0.980	0.003
3/X-26	2/X-26	250	0.004	50.66	51.960	51.844	0.22%	1.210	1.204	0.50%	1.060	1.057	0.33%	79.800	79.975	0.22%	1.140	1.140	0.03%	0.975	0.977	0.002
2/X-26	1/X-26	250	0.004	50.70	51.960	51.844	0.22%	1.210	1.204	0.50%	1.060	1.057	0.33%	79.900	80.039	0.17%	1.140	1.140	0.03%	0.976	0.978	0.002
1/X-26	X-26 EX.	533.4	0.012	452.24	495.000	493.372	0.33%	2.510	2.505	0.20%	2.220	2.209	0.50%	75.150	75.338	0.25%	1.134	1.134	0.00%	0.914	0.917	0.003

Dis. Exist. = Diseño Existente
 Dis. de Land = Diseño del Programa Land Development
 Var. % Abs. = Variación porcentual absoluta

6.12 Errores o problemas en el uso del programa

Existen diversidad de problemas que se pueden presentar cuando se inicia con el manejo de un programa, dentro de *Land Development Desktop*® la mayor parte de los errores que pueden presentarse son de carácter sistemático en la ejecución de rutinas; sin embargo, existen problemas que se presentan comúnmente durante el desarrollo de un proyecto. Entre ellos se pueden mencionar:

6.12.1 Error sistemático

Debido a que el usuario o diseñador no comprende que el sistema no funciona como cualquier dibujo de AutoCAD®, si no que está ligado y comprometido a una base de datos, tiene que ser configurada al inicio, así como configurar las aplicaciones adicionales que tengan relación para las rutinas de diseño.

Muchas veces los resultados no se presentan de forma adecuada, para el uso correcto de *Land Development Desktop*® es necesario tener los conocimientos de AutoCAD® a un nivel de un usuario promedio, ya que todos los cuadros de diálogo o las órdenes de la línea de comandos se presentan bajo el mismo esquema de AutoCAD®.

6.12.2 Error del ingreso de la topografía

Cuando se ingresa la topografía por métodos manuales o por medio de base de datos externas, se genera una superficie, cuando se generan las curvas de nivel, es común obtener una sucesión de curvas alrededor de un punto, éste puede ser una depresión o una altura, el problema reside en que el mismo puede estar fuera del rango de las alturas existente en el dibujo, de esta forma es necesario revisar los puntos para confirmar que el punto corresponde con la altura asignada, de lo contrario, estos cambios de altura abruptos, se reflejarán en la utilidad que se le da a la superficie, la forma inmediata de revisar el rango de alturas de los puntos es con el cuadro *edit points* ubicado en el menú *points*.

6.12.3 Bloqueo de la base de datos de los alineamientos (*file locks*)

Land Development Desktop® utiliza el cierre de la base de datos de una forma automática, para evitar la edición de los alineamientos o las órdenes adicionales que estén relacionadas con los alineamientos, la base de datos se cierra comúnmente por dos razones:

- Cuando se trabaja una cantidad considerable de alineamientos, es común que la base de datos se cierre cuando se efectúa una acción o no se realizan las rutinas de forma correcta, es decir, todos los pasos no son efectuados con la secuencia debida.
- Si el proyecto es utilizado en otra computadora por medio de una red, para evitar pérdida de información, la base de datos se cierra.

Cualquiera de las dos razones anteriores no permiten ingresar o editar más información relacionada con los alineamientos, para abrir nuevamente o desbloquear la base de datos de los alineamientos, se selecciona en el menú *projects* el submenú *project management*, ver figura 124, en este cuadro de diálogo se selecciona la opción *file locks*, que desplegará un nuevo cuadro de diálogo, ver figura 125, en este cuadro (*project file locks*) se muestran los nombres de los archivos que corresponden a los alineamientos que se han bloqueado, se selecciona la opción *delete all*, se aceptan todas las opciones y se recomienda cerrar el programa y reiniciarlo para continuar con el proyecto.

Figura 124. Administrador de proyectos

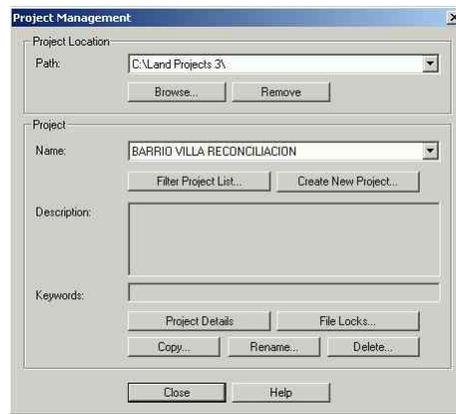
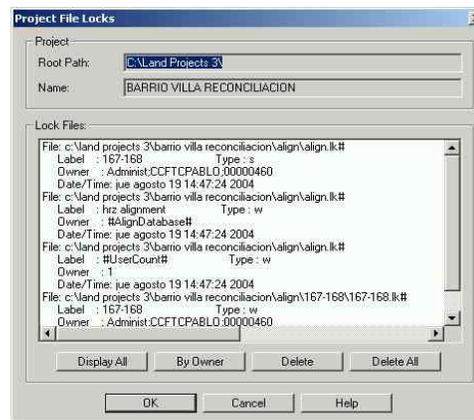


Figura 125. Cuadro de bloqueo de proyectos



6.12.4 Perfiles incompletos para un alineamiento

Cuando se efectúan levantamientos topográficos para ejes y se ingresa la información al programa; la superficie interpola los puntos que intervienen en dicho levantamiento; sin embargo, puede presentarse el problema que cuando se realiza la interpolación, los puntos ubicados en los extremos de los ejes topográficos no son tomados en cuenta, esto implica que los perfiles de dichos ejes, cuando se dibujen, estén incompletos, la figura 126 muestra el caso de un eje topográfico, el punto E0, no fue interpolado, la solución para este problema es copiar el punto E0 y ubicar estos puntos a una distancia no mayor de 10.00 unidades de AutoCAD®, ver figura 127, para que la interpolación tome en cuenta estos puntos, es recomendable tomar en cuenta dicha recomendación antes de crear la superficie.

Figura 126. Interpolación de un eje

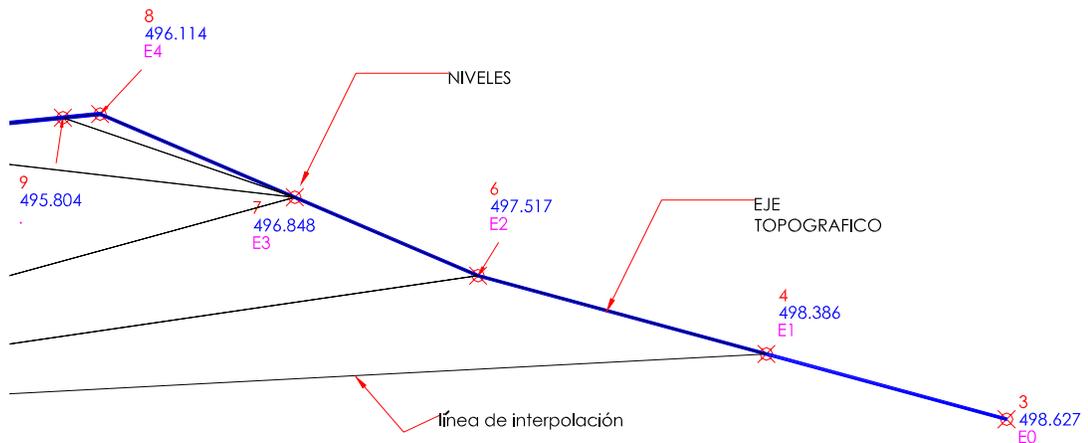
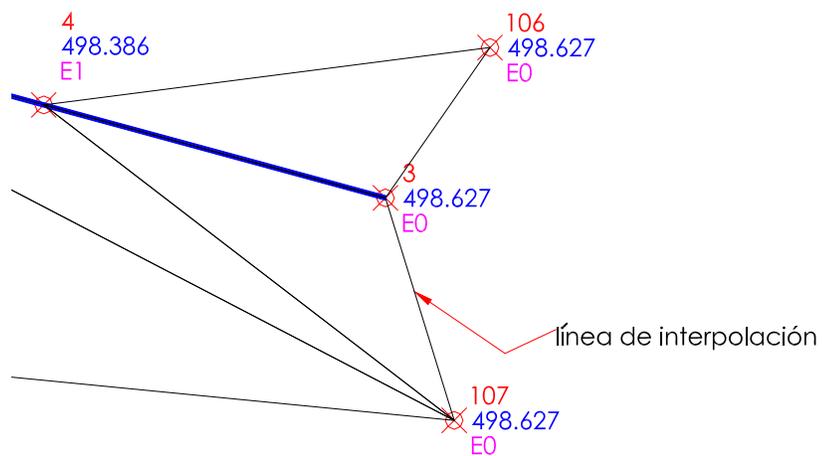


Figura 127. **Puntos adicionales para interpolación**



CONCLUSIONES

1. Con los pasos descritos en la guía, el docente, estudiante u otro profesional de esta área de la Ingeniería Civil podrá elaborar el diseño de una red de alcantarillado sanitario. No se incluyen todos los comandos u órdenes existentes en el programa, dada su magnitud.
2. Los resultados obtenidos en el desarrollo del ejemplo práctico muestran una variación porcentual muy baja, prácticamente insignificante; en comparación con los resultados obtenidos en el diseño hidráulico del ejemplo utilizado, de acuerdo a los valores presentados en la tabla XII, la variación de los resultados es debido a la precisión numérica que se maneja en la calculadora interna del programa.
3. Integrar en un solo proceso la representación topográfica, diseño hidráulico y visualizar los resultados del diseño de pozos y tuberías representa un ahorro de recursos, los reportes se presentan de una forma que pueden ser exportados a cualquier programa para una mejor presentación.
4. En algunos casos los proyectos deben presentar diversas soluciones para un diseño, por medio del programa, estas se pueden elaborar utilizando la misma base de datos del proyecto.

5. Las opciones para ingresar la información topográfica, son los métodos que se adecúan a los tipos de levantamientos; y que son los más utilizados en el campo de trabajo, queda a criterio del usuario o diseñador, utilizar el adecuado, no importando el origen o el formato que se presente de la información topográfica, la cual se basa en puntos topográficos, y que deben cumplir con las cinco características que presenta un punto topográfico: número de orden, coordenada Y, coordenada X, elevación y una descripción.

6. La configuración de las herramientas basadas en las normas, pueden aplicarse a diseños de drenaje pluvial, ya que los caudales de diseño establecen las condiciones hidráulicas: velocidades, tirantes, caudales a sección llena, etc.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que los usuarios del programa Land Development Desktop®, tengan el conocimiento básico de AutoCAD® para el uso correcto del programa.
2. Para los levantamientos topográficos, actualmente existen muchos métodos que están en función del tipo de instrumento de medición utilizado; sin importar cuál de estos se emplee, debe cumplir con las tolerancias que establecen las normas del ente regulador (INFOM).
3. Para todos los proyectos creados con el programa, es necesario tener cuidado con la información de la base de datos que lo conforma, y crear copias de respaldo para esta información.
4. El programa es un auxiliar para el diseño, los criterios adicionales que se asuman dentro un proyecto deben estar debidamente justificados bajo las normas establecidas.
5. Los aspectos considerados en este trabajo pueden servir para conocer las herramientas adicionales que presenta el programa y que exploran otras áreas que pueden ser objetivo de estudio para futuros trabajos.
6. La limitante más importante que existe para conocer estas herramientas es el alto costo que tienen en el mercado; sin embargo; a través de las gestiones respectivas pueden establecerse convenios con los fabricantes de estos programas para dar a conocer e incentivar a los estudiantes de ingeniería civil así como implementar estos programas como auxiliares de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baldizón, María Elena, **Apuntes de Ingeniería Sanitaria I**, Nicaragua: Departamento de Hidráulica Universidad Nacional de Ingeniería. 1998. 150 pp.
2. Coleman, Geoffrey J., **Introduction to Land Development Desktop R3®**, USA: SDC Publications, 2003. 350 pp.
3. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, **Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales**, Nicaragua: s.e. 2002. 180 pp.
4. Instituto Nacional de Fomento Municipal INFOM, **Normas Generales para el diseño de alcantarillados INFOM- 2001**, Guatemala: s.e. 2001. 32 pp.
5. Morales Baldizón , Kharina y Ana Casco, Tesis Ing. Civ. Diseño del Alcantarillado Sanitario del Barrio “Villa Reconciliación” Managua, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Tecnología de la Construcción, Nicaragua, 2003. 250 pp.
6. www.aquabolivia.org/situacionaguaX/normasPAS/ejemplo.pdf , fecha de consulta Agosto de 2004.
7. www.pizer.com/spanish.htm , fecha de consulta Septiembre de 2004.