

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

APLICACIONES DE AUTOCAD A VIAS TERRESTRES

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
POR

**ELDIN OSVALDO CASTELLANOS MANZO**

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

08  
T(3597)  
C.4

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**APLICACIONES DE AUTOCAD A VIAS TERRESTRES**

tema que me fuere asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 21 de Julio de 1,994.

  
Eldin Osvaldo Castellanos Manzo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL 1	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL 2	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4	Br. Fernando Waldemar de León Contreras
VOCAL 5	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Mario Roberto Avila Valdez
EXAMINADOR	Ing. Mario René de León Garcia
EXAMINADOR	Ing. Francisco Ubieto Bedoya
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier Gonzalez López

Guatemala,  
13 de Octubre de 1,995

Ingeniero  
Edgar De León Maldonado  
Jefe del departamento de Transportes  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

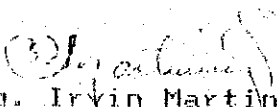
Señor Ingeniero:

Por este medio me dirijo a usted para informarle que he concluido la asesoría y revisión del trabajo de tesis titulado " APLICACIONES DE AUTOCAD A VIAS TERRESTRES ", del estudiante universitario ELDIN OSVALDO CASTELLANOS MANZO, considerando que dicho trabajo llena satisfactoriamente los requisitos necesarios para su aprobación. Asimismo, deseo manifestarle que el trabajo en mención, refleja esfuerzo y dedicación por parte del autor.

No esta demás señalar que los conceptos, conclusiones y recomendaciones son responsabilidad del autor, conjuntamente con este servidor, dada mi calidad de asesor.

Agradeciendo su atención a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,

  
Ing. Irvin Martínez  
Asesor.



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala,  
6 de Noviembre de 1,995

Ingeniero  
Jack Douglas Ibarra S.  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad de San Carlos

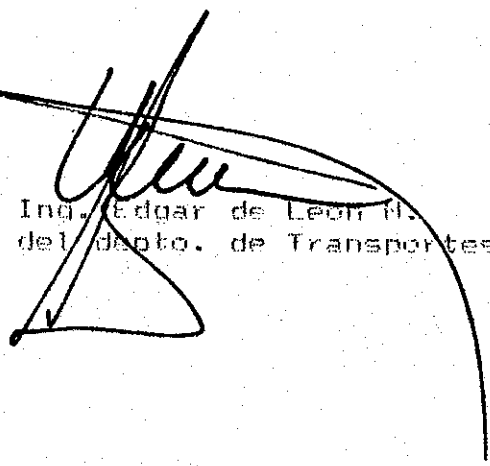
Señor Director:

Por este medio le informo que después de haber  
analizado así como revisado el punto de tesis del estudiante  
ELDIN OSVALDO CASTELLANOS MANZO, titulado "APLICACIONES DE  
AUTOCAD A VIAS TERRESTRES", que fuera asignado en su  
oportunidad y habiéndose efectuado todas las observaciones  
técnicas pertinentes a dicho trabajo, este departamento da  
por aprobado el punto de tesis en referencia para que pueda  
seguir con los trámites correspondientes.

Sin otro particular me suscribo de usted cordialmente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Atentamente,

  
Ing. Edgar de León R.  
Jefe del depto. de Transportes

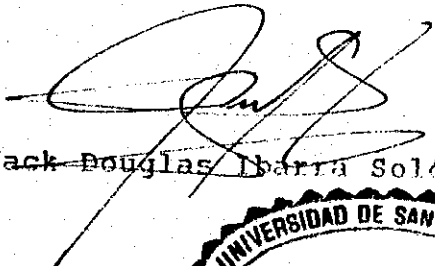


**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Irvin Benjamín Martínez y del Jefe del Departamento de Transporte Ing. Edgar de León Maldonado, sobre el trabajo de tesis del estudiante Eldin Osvaldo Castellanos Manzo, titulado APLICACIONES DE AUTOCAD A VIAS TERRESTRES, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

  
Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, noviembre de 1,995.

JDIS/bbdeb.



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis APLICACIONES DE AUTOCAD A VIAS TERRESTRES, del estudiante Eldin Osvaldo Castellanos Manzo, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck  
DECANO



Guatemala, noviembre de 1, 1995

/bbdeb.

## **ACTO QUE DEDICO**

- A: DIOS**  
Porque todo lo que he podido hacer en mis años de vida se lo debo a él.
- A: MIS PADRES**  
Gracias.
- A: Karen Jaudieta, Merna Edith, Leydi Sucely y Amelia Esmeralda; mis hermanas.**
- A: Ese niño, que ha dado felicidad y satisfacción en nuestra familia.**
- A: Mis abuelitas.**
- A: MIS TIOS**  
A todos en especial. Aunque esten lejos, siempre los recuerdo con cariño.
- A: MIS PRIMOS**  
Como una muestra de mi admiración y cariño.
- A: La facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**
- A: El Centro de Computo del Programa de Caminos Rurales de la Dirección General de Caminos.**
- A: mis compañeros de Estudio.**
- A: mis amigos y compañeros de trabajo.**



## **AGRADECIMIENTO**

**A todos mis amigos que me hicieron ver la importancia de hacer este trabajo de tesis.**

**Al Ing. Irvin Martínez, por su amistad y asesoramiento en el presente trabajo.**

**Al Ing. Edgar de León, por su valiosa colaboración en la culminación del presente trabajo.**

**A usted que recibe este trabajo, en especial.**

## CONTENIDO:

INDICE .....	i
GLOSARIO .....	ii
INTRODUCCION .....	iii
OBJETIVOS .....	iv

### **CAPITULO 1**

#### **INTRODUCCION AL USO DE COMPUTADORAS PERSONALES**

1.1 DESARROLLO DE LAS COMPUTADORAS .....	1
1.1.1 JUSTIFICACION AL USO DE TECNOLOGIA .....	2
1.2 ELEMENTOS DE UNA COMPUTADORA .....	2
1.2.1 EL HARDWARE .....	2
FUNCIONAMIENTO DE UNA COMPUTADORA DESDE EL ENCENDIDO .....	4
NOTACION .....	4
1.2.2 EL SOFTWARE .....	4
1.2.2.1 SISTEMA OPERATIVO .....	5
1.2.2.2 QUE ES PAQUETE DE SOFTWARE.....	5
1.2.2.3 LENGUAJE DE PROGRAMACION .....	5
PROGRAMACION EN LENGUAJE DE MAQUINA .....	5
PROGRAMACION EN LENGUAJE DE ENSAMBLADORES .....	6
PROGRAMACION EN LENGUAJE DE ALTO NIVEL .....	6

### **CAPITULO 2**

EL DIBUJO POR COMPUTADORA .....	7
CAD's EN GUATEMALA .....	9
2 QUE ES AUTOCAD .....	10
2.1 CONOCIMIENTO BASICO .....	11
DISPOSITIVOS SEÑALIZADORES .....	11
INSTRUCCIONES PARA AUTOCAD .....	12
INDICADORES DE AUTOCAD .....	12
CURSOR DE DIBUJO .....	12
LECTOR DE COORDENADAS .....	12
MEDICION DE ANGULOS .....	13
NOTACION CARTESIANA Y POLAR .....	13
2.2 CONOCIMIENTO PRIMARIO DE COMANDOS .....	14
LIMITES DEL DIBUJO .....	14
ESCALA DEL DIBUJO .....	15
UNIDADES DE TRABAJO .....	15
VELOCIDAD, EXACTITUD Y AYUDA EN AUTOCAD .....	16

EL SISTEMA GRID DE AUTOCAD .....	16
COLOCACION PRECISA DEL CURSOR .....	16
USO DEL SISTEMA ORTOGONAL .....	16
ÉJES DEL DIBUJO .....	17
ASIGNACION DE COLORES .....	17
OBTENIENDO AYUDA DE AUTOCAD .....	17
TRAZO DE LINEAS .....	18
TRAZO DE PUNTOS .....	18
TRAZO DE CIRCULOS .....	18
UTILIZACION DEL COMANDO U .....	19
FINALIZACION DE UN COMANDO .....	19
ORDENES PARA MANEJO DE ENTIDADES .....	20
ORDENES DE BORRADO Y RECUPERACION .....	24
VENTANAS DE AUTOCAD .....	26
COPIA DE ENTIDADES .....	26
ROTACION DE UN OBJETO .....	27
COMANDO TRIM .....	29
GUARDANDO LA INFORMACION .....	31
CREACION DE UNA COPIA DE ARCHIVO .....	31
DIBUJO A MANO ALZADA .....	32
DATOS DEL DIBUJO .....	32
ALGORITMO DE ENTRADA A AUTOCAD .....	34

### **CAPITULO 3**

DISEÑO DE CARRETERAS .....	35
3 AREAS DE APLICACION GENERAL .....	35
3.1 TOPOGRAFIA Y PLANIMETRIA .....	36
HISTORIA DE LA TOPOGRAFIA .....	36
USOS DE LA TOPOGRAFIA .....	37
LOS DIBUJOS DE TOPOGRAFIA .....	37
3.1.1 POLIGONAL .....	37
POLIGONAL ABIERTA .....	37
POLIGONAL CERRADA .....	37
3.1.1.1 LINEA PRELIMINAR .....	37
3.1.1.2 LINEA DE LOCALIZACION .....	37
3.1.2 DIBUJO CURVAS DE NIVEL .....	38
TRAZADO CURVAS DE NIVEL .....	38
TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL POR INTERPOLACION (METODO DE CUADRICULA) .....	38
TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL POR SECCIONES TRANSVERSALES .....	38

3.2 TRAZO GEOMETRICO DE CALLES (VERTICAL-HORIZONTAL) .....	38
CURVAS VERTICALES .....	39
3.3 SECCIONES TIPICAS VARIAS .....	39
TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	40

**CAPITULO 4**

4 AREAS DE APLICACION ESPECIFICA .....	41
4.1 ITERACIONES TOPOGRAFICAS DE	
POLIGONAL ABIERTA .....	41
DIBUJO POLIGONAL ABIERTA .....	41
LEVANTAMIENTO PRELIMINAR .....	41
PROCEDIMIENTO EN GABINETE Y CAMPO .....	41
LINEA DE LOCALIZACION .....	42
DIBUJO CURVAS DE NIVEL .....	43
4.2 ITERACIONES DE CURVAS HORIZONTALES .....	43
GRADO DE CURVATURA .....	44
4.3 ITERACIONES DE CURVAS VERTICALES .....	44
TRAZO GEOM. DE CURVAS VERTICALES .....	44
AREAS DE CORTE Y RELLENO EN SECCIONES TIPICAS .....	44

**CAPITULO 5**

5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS .....	46
5.1 VENTAJAS .....	46
5.2 DESVENTAJAS .....	46
CONCLUSIONES .....	47
RECOMENDACIONES .....	48
BIBLIOGRAFIA .....	49
ANEXO 1 .....	50
ANEXO 2 .....	53

## GLOSARIO

### — ARCHIVO

Bloque de información que está organizado en forma específica. Los archivos generalmente se almacenan en disco o cinta pero pueden estar también en la memoria principal.

### — ASCII

Sistema de codificación de datos de uso común. El término está formado por las iniciales de American Standard Code for Information Interchange ("Código estándar estadounidense para intercambio de información"). Cada uno de los números que puede representarse con los 8 bits de un byte (del 0 al 255) representa un carácter diferente. Por ejemplo, el ASCII de la A mayúscula es 65.

### — BIT

Mínima cantidad de información que puede manejar una computadora; un bit es un dígito binario que puede tener uno de los valores, 0 ó 1.

### — BUFFER

Dispositivo de retención que permite almacenar temporalmente los datos que se transmiten entre dos dispositivos. Este almacenamiento temporal permite variaciones entre las tasas de transmisión y recepción, y amortigua (que es el significado de la palabra inglesa buffer) estas variaciones en la transferencia de información.

### — CAD/CAM

Iniciales en inglés de "diseño asistido por Computadora" (Computer Aided Design/computer aided manufacturing").

### — COORDENADAS

Son puntos de referencia que se utilizan para situar los elementos de un dibujo, basados en un sistema de coordenadas cartesianas con ejes x, y, z; que tienen su origen en el ángulo inferior izquierdo de la pantalla. AutoCAD dispone de:

- \* Sistema de Coordenadas Universal (SCU) (coord. cartesiana)
- \* Sistema de Coordenadas Personal (SCP) (definido por el usuario).

### — CPU

Unidad Central de Procesamiento (Central Processing Unit); es la parte medular de la computadora.

### — CRT

Nombre que reciben las terminales y monitores de computadoras que despliegan la imagen por medio de tubos catódicos. Un cinescopio de televisor es un tubo de rayos catódicos.

— **CURSOR**

Indicador o marca que aparece en la pantalla del CRT para informar al usuario en donde se colocará el siguiente carácter o entidad gráfica. El cursor de texto estandar en muchos sistemas es un subrayado parpadeante o un rectángulo iluminado; los cursores de gráficos son por lo general líneas cruzadas.

— **DATOS**

Información que se proporciona a un programa; los datos pueden ser valores numéricos, información de caracteres como nombres o direcciones, información de situación (encendido/apagado) referente a dispositivos o modos del programa, o información lógica como los resultados verdadero/falso de pruebas if/then.

— **DOS**

Iniciales de "Sistema Operativo de Disco" (disk operating system). La mayor parte de las computadoras, a excepción de las muy pequeñas, emplean alguna forma de sistema operativo de disco, es decir, el programa que es la base de su operación se lee en un disco a la memoria cada vez que se enciende la computadora.

— **ENTIDAD**

Son elementos que componen un dibujo como: líneas, arcos, círculos, puntos, textos, etc.

— **ENTRADA/SALIDA**

Comunicación entre la computadora y los periféricos u otros dispositivos.

— **IMPRESORA**

Dispositivo de salida de datos utilizado para sacar copias en papel de trabajos realizados en computadora. Existen varios tipos en el mercado, las que se pueden ser de: matriz de puntos, inyección de burbuja, laser, etc.

— **MONITOR**

Crt diseñado específicamente para utilizarse con una computadora u otro dispositivo que no utilice radiofrecuencias. Los televisores se usan en ocasiones pero deben modificarse o conectarse a la computadora por medio de un dispositivo de conexión.

— **MOUSE (RATON)**

Unidad de entrada de datos a computadora que facilita la localización de un punto o cambio de datos en la misma. Facilita al máximo la introducción directa de ordenes.

— **PANTALLA**

Es la parte del dibujo que se visualiza en un momento determinado. AutoCAD utiliza una para ordenes/textos y otra para la representación gráfica.

— **PIXEL**

Elemento de imagen, llamado en ocasiones PEL (picture element). Un pixel es un punto que se puede direccionar en la pantalla, es decir, se puede definir en forma única con una coordenada X y una Y.

— **PLOTTER (DELINEADOR)**

Es un dispositivo de salida parecido a una impresora, su mayor utilización es para delinear planos, ya que en este aparato pueden trazarse hasta planos DIN A0 841 x1189, con una tonalidad de línea igual a la obtenida en dibujo trazado a mano. Los aparatos más modernos pueden sacar copias de planos mezclando distintos colores.

— **RESOLUCION**

Una medida de la precisión con que puede reproducirse una imagen gráfica (generalmente en el CRT). La resolución se refiere al número de puntos individuales o elementos de imagen de que se dispone para crear la imagen y generalmente se expresa como el número de columnas de pixels multiplicado por el número de hileras de pixels (p. eje. 640x200), que es lo mismo que el número de pixels en la dirección X multiplicado por el número de pixels en la dirección Y.

— **SISTEMA OPERATIVO**

Grupo de programas que proporcionan las instrucciones para el funcionamiento de la computadora. Estos programas contienen instrucciones para controlar ciertas funciones como: la lectura de un disco, la escritura en impresora, borrar la pantalla, cargar y ejecutar programas, etc.

— **TABLERO DIGITALIZADOR**

Es un dispositivo señalizador igual que el mouse, que sirve para el ingreso de información. La selección, tanto de órdenes como de puntos, es similar a la del ratón; la diferencia está en que el digitalizador funciona sobre un tablero en el que es fácil copiar un plano hecho a mano a un archivo del sistema CAD, por medio de ingreso de inicio y final de líneas.

## INTRODUCCION:

Desde la antigüedad se ha utilizado el dibujo a mano para bosquejar la forma en que se vió determinado acto de la vida o la manera en que debe quedar una construcción de acuerdo a bosquejos. En la actualidad, es posible realizar estos dibujos en computadoras, lo que proporciona una serie de ventajas sobre un dibujo realizado a mano.

A partir del desarrollo de la computadora, en los países como Estados Unidos, se ha involucrado a las computadoras en operaciones ingenieriles de cálculo, diseño y dibujo; desarrollando una gran variedad de software para las distintas áreas y en algunos casos software que desarrolla los cálculos y en un mismo ciclo llega a delinear planos finales.

Para Guatemala el uso de este tipo de tecnología es bastante nuevo, esta tendencia es debida al costo elevado que tiene; sin embargo, a partir del presente año es probable que tenga más demanda, ya que un estudio costo-beneficio, indicaría un resultado favorable a la utilización tanto de hardware como de software.

En tesis anteriores a ésta se ha inducido a la utilización de la computadora a las diferentes ramas de la ingeniería en lo que es cálculo; en este trabajo se enfoca el uso de la computadora para el dibujo técnico de Ingeniería en el área de Vías Terrestres; para ello se analiza que en el desarrollo de un dibujo técnico de ingeniería con instrumentos manuales, es necesario gastar bastante tiempo en su realización, para obtener al final un dibujo que no acepta modificaciones, y si las acepta, manchándolo y haciendo que pierda su presentación. Los programas de dibujo por computadora vinieron a solucionar algunos de estos problemas, permitiendo hacer dibujos con mayor rapidez, y con la facilidad de poder modificarlos, es decir corregir dicho dibujo sin mucha pérdida de tiempo: claro, esto a costo más elevado, ya que el tipo de software y hardware que para la realización de dibujos se necesita, es costoso.

Entre los paquetes de dibujo y diseño que existen de sistemas CAD, AutoCAD es uno de los más potentes desarrollados, dando opción a correcciones, revisiones y modificaciones sin necesidad de rectificar la totalidad del dibujo, dando de esta forma una gran facilidad de trabajo. Se pretende buscar las aplicaciones que tiene el software Autocad en dibujo de carreteras y comunicarlás al usuario. Nótese que para la realización de dibujos se utiliza la versión 10 y se enfocan algunas mejoras de la versión 11. Es importante hacer notar que este programa puede ser utilizado para cualquier tipo de dibujo, inclusive dibujo de planos de edificaciones, el cual es de fácil aplicación en vista de que para este caso el dibujo es ortogonal en la mayoría de aplicaciones.

Se enfoca en el capítulo 1: el conocimiento general de una computadora, explicando las partes que la componen tanto en hardware como en software y datos importantes sobre este tema. Luego en el Capítulo 2 se explican algunos sistemas CAD existentes en Guatemala, para luego comentar uno de los sistemas CAD conocido en Guatemala como AutoCAD; dando explicación de comandos y algoritmos para su empleo.



En el capítulo 3 se explica el procedimiento general de diseño de una carretera enfocado al tramo específico de Petapa - San Miguel Petapa. Se muestran además los planos de este proyecto dibujados en AutoCAD, de algunos elementos de Vías Terrestres, con las operaciones elementales para el dibujo que resultan del diseño; dando al lector algún tipo de ayuda para el diseño inicial y bosquejos de la forma en que podría quedar al final el diseño, y poder así visualizar de una manera más clara los resultados que se pueden obtener si se sigue un lineamiento predefinido.

No se explican todos los comandos de Autocad por no ser el objeto de este trabajo, sino que únicamente los comandos que de una u otra forma fueron útiles en la realización de los dibujos que en este trabajo se usan de ejemplo.

Se obviarán algunos temas a consideración del autor, ya que forman parte de un curso detallado de lo que son las Computadoras Personales.

## OBJETIVOS

Presentar una alternativa para el dibujo y diseño de planos de carreteras, así como para planos en general.

Establecer si el empleo de las computadoras y software Autocad en el desarrollo del dibujo y diseño de tramos carreteros facilita el trabajo con velocidad y exactitud.

Comparar diferencias entre realización de dibujo hecho a mano y utilizando como herramienta una computadora y Software Autocad.

Establecer qué dibujos es posible realizar y cuáles dibujos no.

Analizar qué tanta facilidad dá el software Autocad para realizar los dibujos de carreteras.

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION AL USO DE COMPUTADORAS PERSONALES.

#### 1.1 DESARROLLO DE LAS COMPUTADORAS

Desde hace varios años, se ha planteado la limitación de la mente humana para desarrollar con velocidad algunas actividades. En base a este planteamiento, el hombre se ha visto en la necesidad de desarrollar aparatos que puedan realizar las tareas con mayor velocidad y eficacia, desarrollando para ello el invento de la calculadora hasta llegar a la invención de la computadora.

Para el desarrollo de operaciones de cálculos matemáticos, se inventó desde los comienzos de la civilización griega el ABACO; el que luego fué perfeccionado por los chinos. Esto hace más de 2,000 años.

Luego en 1,620 se inventó la primera Regla de Cálculo, usando el concepto de Logaritmos de Napier. Este aparato permitía hacer cálculos rápidos con una buena aproximación.

El modelo de base para la calculadora fué inventado en 1,642 por Pascal, apareciendo luego máquinas con mejoras. En 1,820, Javier Thomas construyó la primera máquina calculadora con fines comerciales; apareciendo en los siguientes años máquinas calculadoras que se iban perfeccionando.

Con la invención de motores eléctricos, se logró aplicar este concepto a las máquinas calculadoras profundizándose su uso. En 1,831, Charles Babbage en Inglaterra, logró desarrollar la máquina calculadora automática, con un complejo sistema mecánico que no dió los resultados que se esperaban.

Con el aparecimiento de la lógica matemática desarrollada por el matemático inglés Boole, fué posible el diseño de circuitos del computador electrónico.

El profesor Aiken y la Compañía Bell Telephone inventaron en 1,937 la máquina Mark I, que podía efectuar operaciones de interpolación con una velocidad relativamente lenta. En base a los trabajos desarrollados en Mark I, fué posible la construcción de Mark II que era más rápida que su antecesora.

A partir de el desarrollo de Mark I, la computadora evolucionó rápidamente, apareciendo cada vez un modelo mejorado en velocidad y capacidad.

La computadora electrónica es hoy una herramienta poderosa para ingenieros y científicos, permitiendo una holgura en tiempo que puede ser aprovechada para el análisis de alternativas.

### 1.1.1 JUSTIFICACION AL USO DE LA TECNOLOGIA.

La utilización de un equipo sofisticado reduce tiempos de procesamiento. El tiempo es un factor económico primordial, por lo que la velocidad de cálculo, justifica muchas veces por sí sola la utilización de la computadora personal.

### 1.2 ELEMENTOS DE UNA COMPUTADORA:

Las computadoras Personales tienen dos partes que trabajan en forma conjunta y son: Hardware y Software.

**Hardware:** Es el conjunto de elementos electrónicos que se conjugan para poder trabajar en forma colectiva; son los elementos físicos como el teclado, la pantalla, los discos, el ratón, la impresora y el Plotter (delineador).

**Software:** Lo forma la parte intangible de una computadora, en donde se incluyen programas y datos que le dicen a la computadora qué hacer.

Existen comparaciones como la que sigue: el hardware como un piano, y el software como la música escrita para el piano.

#### 1.2.1 EL HARDWARE:

Aquí se analiza la parte física de una computadora personal. Se estudiarán las partes que la componen.

**EL CPU:** Es la Unidad de Proceso Central y contiene la mayor parte de la computadora; en él se encuentran las unidades de discos, los puertos de entrada y salida, circuitos electrónicos, memoria principal y el coprocesador matemático, que es importante para el uso de AUTOCAD.

**EL MONITOR:** También conocido como pantalla de video, que muestra lo que está sucediendo. Consta de botones que sirven para ajustar el contraste y brillantez. Se recomienda que se ajuste la brillantez tan baja como sea posible para hacer la imagen más clara y disminuir la posibilidad de que se dañe la pantalla y principalmente sus ojos.

Existen dos clases de memoria: una que es temporal y una que es permanente. La mayor parte de la memoria se pierde cuando se apaga la máquina, es por esto que las copias de programas y datos se deben almacenar en un disco magnético, que es un tipo de memoria permanente, así como lo son los diskettes, discos duros, cintas, etc.

Para el empleo de AUTOCAD se deben conocer dos tipos de discos: el duro y el flexible, el primero se encuentra fijo en una computadora, mientras que el flexible se podría decir que es una unidad de transportación de datos. En todas las computadoras se ha de encontrar al menos

una unidad de disco flexible, sino, no se puede transportar información importante a otra computadora, y se vuelve un poco difícil el introducir a una computadora nuevos programas que hayan salido al mercado, y sin esta forma de ponerse al día en los adelantos tecnológicos, el manejo de una computadora se vuelve tedioso y obsoleto.

Las formas más comunes de discos flexibles, se encuentran en el mercado de dos clases: Los que comunmente se les conoce como diskette de 5 1/4 debido a que tienen 5 1/4 de pulgada de diámetro y el de 3 1/2. Estos discos flexibles vienen protegidos por una cubierta plástica.

Para que una computadora trabaje adecuadamente y no existan riesgos, debe tener un REGULADOR DE VOLTAJE, ya que el computador debe ser alimentado con voltaje constante, para que no sufra daños. Una computadora contiene circuitos muy delicados que pueden dañarse cuando se aplica voltaje muy variable o corriente alterna. Existe también un aparato tipo batería (UPS) que puede suministrar energía aún después de un apagón. Un apagón podría provocar el daño de un programa o la pérdida del trabajo que se halla realizado si no se había salvado, mientras que con un UPS se tiene la oportunidad de poder salvar y salir de un programa en forma normal.

**EL TECLADO:** Todas las instrucciones que se escriben en el teclado son enviadas a la unidad central del sistema. También cabe mencionar que existen diferentes formas de distribución de las teclas dependiendo de la marca y modelo de la computadora, pero, en general el empleo es el mismo; solo es de acostumbrarse a la forma que se utiliza. Tiene mucha similitud a las teclas de una máquina de escribir mecánica. Cada teclado contiene teclas alfabéticas y numéricas. La tecla marcada ENTER tiene el mismo propósito que la de retorno de carro en una máquina de escribir: marca final de línea. Más adelante se llamará ENTER. Contiene también una tecla de retroceso, marcada con BACKSPACE o una flecha apuntando hacia la izquierda. La tecla marcada SHIFT es semejante a la tecla de cambio de minúsculas/mayúsculas en una máquina de escribir.

También se tienen otras dos teclas importantes como lo son CTRL (Control) y ALT (Alterno). Cuando se presionan, cambian el significado de las otras teclas, y se pueden utilizar al mismo tiempo que algunas de las otras. La tecla marcada con TAB, tiene la misma función que el tabulador en una máquina de escribir. Así también encontramos una marcada con ESC (Escape); en varios programas, esta tecla permite interrumpir o escapar de la tarea que hace el computador.

Existen teclas etiquetadas con F1, F2,... hasta F10 o F12, que son llamadas teclas de FUNCIONES. Estas cambian dependiendo del programa que se utilice, y se utilizan bastante en Autocad.

Al lado derecho del teclado se encuentra una agrupación de teclas que se conocen como TECLADO NUMERICO, que duplica las de dígitos de 0 a 9 que se localizan en la parte superior del teclado. Estas tienen una doble función ya que pueden usarse como dígitos o para mover el cursor en la pantalla o monitor. Además muestran flechas que apuntan hacia arriba y abajo, izquierda y derecha. Tiene también teclas etiquetadas con HOME, PGUP, END, PGDN, INS Y DEL que se

pueden utilizar si no se cuenta con mouse. La tecla marcada con NUMLOCK activa y desactiva los números.

## **FUNCIONAMIENTO DE UNA COMPUTADORA DESDE EL ENCENDIDO**

Al momento de encender tanto el CPU como el monitor, se puede observar que el computador sigue instrucciones internas dadas por el DOS. Si la computadora no cuenta con batería para el reloj interno, aparece en pantalla que se ingrese la fecha y hora (claro que en inglés dependiendo de la versión de DOS que se utilice), ya que la computadora guarda la hora y fecha en que los archivos fueron salvados por última vez. Es aconsejable que se ingrese fecha exacta. Luego, dependiendo de como estén dadas las instrucciones en el archivo autoexec.bat, que es el archivo que le dá las instrucciones iniciales a la computadora al momento de encenderla, aparecerá en la parte izquierda del monitor el indicador C:\>\_. Notese que hay un simbolo parpadeando en el lugar en donde esta colocada la línea. Este es el cursor o prompt, en donde aparecerá el siguiente caracter que se teclée. Si se presiona ENTER se puede notar que el indicador de DOS aparece en la siguiente línea. Repitase este proceso y observese que la computadora simplemente repite esto en la siguiente línea, esperando que se ingrese un comando que DOS pueda encontrar en sus archivos.

ENTER se utiliza para mandar un comando a DOS. En el caso del párrafo anterior no se dió ningún comando, por lo tanto DOS simplemente repite el indicador. También se debe tener presente que es necesario presionar ENTER al final de cada línea de comandos. Esto para indicarle al DOS que ejecute la línea, o que haga lo que indica el comando.

Ciertos comandos se dan presionando dos teclas a un tiempo: como en el caso en que se utilice la tecla de CONTROL. Puesto que los caracteres de control son un tipo especial de comando no necesita presionar ENTER después de que se ha escrito el caracter de control, en su lugar DOS comienza la ejecución del comando tan pronto como se presiona el par de teclas.

### **NOTACION:**

Los caracteres de control se representan con el simbolo ^ seguido de la letra correspondiente. Por ejemplo: ^C termina el comando de AutoCAD en curso.

### **1.2.2 EL SOFTWARE:**

Para que una computadora pueda funcionar es necesario que tenga un conjunto de instrucciones que le puedan decir qué hacer o a dónde dirigirse desde el encendido; estas instrucciones se encuentran en un programa. El programa es instalado en la memoria principal de la computadora; estando allí, dirige a la computadora para que realice operaciones específicas. Los programas de computadora y cualquier dato necesario para el programa se conocen como SOFTWARE. El software puede dividirse en: Software del Sistema, Software de aplicación y archivos de datos.

**El Software de Aplicación** sirve para desarrollar tareas específicas; dentro de éstos están los programas como Procesadores de Palabras, Hojas Electrónicas, y AUTOCAD.

Como **Archivos de datos** se mencionan los nombres y direcciones para una lista de correos y un dibujo hecho en Autocad, es decir, creados y manejados por los programas.

### 1.2.2.1 SISTEMA OPERATIVO

Cuando se habla **del software de el sistema** se refiere a el Sistema Operativo de Disco, comúnmente llamado DOS, que prepara a la computadora.

DOS se podría decir que maneja los recursos de la computadora, lee comandos tecleados, y despliega información en la pantalla, impresora o graficador, también maneja el espacio de disco y el de la memoria de la computadora.

### 1.2.2.2 QUE ES PAQUETE DE SOFTWARE

Lo forma: Manuales de Consulta, de Instalación, diskette's con el software, y algún aditamento necesario para que funcione el programa: como una placa de circuito o un componente especial; que dependerá de el tipo de software que se adquiere. Esto cuando se adquiere software original

### 1.2.2.3 LENGUAJE DE PROGRAMACION

Para poder transmitir instrucciones a una computadora es necesario un lenguaje. Todas las instrucciones a la máquina constituyen un programa, es decir; un programa que se ejecuta en un lenguaje.

Los lenguajes de programación se crearon para que los seres humanos puedan comunicarse con las computadoras.

Existen varias técnicas de programación, algunas de ellas son:

- Programación en Lenguaje de Máquina
- Programación en Lenguaje de Ensambladores
- Programación en Lenguaje de Alto Nivel

### PROGRAMACION EN LENGUAJE DE MAQUINA

Es la forma en que el computador entiende los pasos que se le dan en un programa. Este proceso es largo y complicado ya que en este caso se trabaja con dígitos binarios representados por unos y ceros; un archivo que tiene caracteres de tipo numérico; que no guardan ninguna secuencia lógica. Casi ningún programador puede descifrarlo.

Programación en Lenguaje de Máquina, es la forma en que el computador recibe y ejecuta con más rapidez las ordenes dadas en un programa.

### **PROGRAMACION EN LENGUAJE DE ENSAMBLADORES**

Es más eficiente que los lenguajes de alto nivel, pero se necesita que el usuario tenga conocimiento del funcionamiento interno de la computadora.

### **PROGRAMACION EN LENGUAJE DE ALTO NIVEL**

Se ha implementado para el uso en computadoras, un lenguaje llamado de Alto Nivel, en el cual, las instrucciones, son dadas a la máquina de una forma común al lenguaje utilizado en la comunicación de dos personas, y que luego es trasladado a lenguaje de máquina por medio de un compilador.

El lenguaje de alto nivel es el que utilizan los programadores más a menudo para dar instrucciones a la computadora en software como: FORTRAN, BASIC, PASCAL, etc.

El lenguaje de alto nivel puede compararse a la comunicación entre dos personas que no hablan el mismo idioma y que utilizan a un traductor para lograr la comunicación, que será de lenta comprensión.



## CAPITULO 2

### EL DIBUJO POR COMPUTADORA

Desde hace varios años, se ideó utilizar las gráficas por computadora como auxiliares del diseño. Los sistemas CAD (Dibujo Asistido por Computadora), son una forma de gráficas por computadora, los cuales presentan una gran eficiencia para la creación y modificación de dibujos o planos de ingeniería.

Es necesario modificar un plano cuando: se cometen errores, ocurren daños en el papel o cuando los diseños se modifican para mejorar su eficiencia. Estas modificaciones se deben hacer de la forma más rápida posible.

Otra razón para modificar un dibujo es cambiar la escala, si se necesita el mismo dibujo para distintas aplicaciones.

Cuando se han especificado las dimensiones de un objeto al sistema CAD, puede observarse cualquier lado del objeto para apreciar como quedará después de su construcción, o pueden hacerse cambios experimentales para mejorar su diseño.

Los diseñadores de Automóviles, aviones, naves espaciales y barcos utilizan técnicas CAD en el diseño de varios tipos de ellos.

A menudo se corren simulaciones de la operación de un vehículo para probar su rendimiento con producciones realistas que permiten al diseñador observar cómo será el artículo terminado. Todo esto es posible en un sistema CAD.

Los diseños de edificios pueden ser creados por un sistema CAD, considerando la utilización del espacio en la oficina o en la fábrica que también puede ser planeado utilizando paquetes de graficas especiales.

Software diseñado para el dibujo existe una gran variedad, entre éste se puede mencionar:

- 1 - Software Romulus con sistema de despliegue Evans & Sutherland en PS 300 que se aplica al diseño de piezas mecánicas.
- 2 - Existe software bien completo que se aplica a proyectos de construcción de carreteras, que trabaja de la siguiente forma:

La información del terreno se introduce a la base de datos de la computadora (el conjunto de números y letras proporcionado por los topógrafos).

Las cifras calculadas por los ingenieros, que constituyen los diseños propuestos para la

carretera, se agregan a la base de datos para determinar las posibles elecciones.

Luego efectúa el análisis de costos y beneficios para escoger la alternativa que aparentemente sea la más funcional y económica.

Cuando se ha decidido el lugar en el que se va a construir la carretera, los ingenieros se deben encargar de trazar los planos para la construcción. La base de datos (información topográfica) puede proporcionar las coordenadas para dibujar las características del terreno, el cual puede desplegarse en la terminal gráfica, pero debe modificarse para que el personal de construcción pueda obtener las dimensiones que necesita. Se requiere un dibujante experimentado para decidir qué símbolos y líneas deben usarse para representar el diseño deseado. Cuando está listo el dibujo del diseño en la pantalla de la terminal gráfica, un graficador puede pasar rápidamente a papel las líneas y símbolos. El ahorro de tiempo más importante se debe al cambio del proceso de dibujo a lápiz tradicional al dibujo electrónico con el nuevo método. Si los dibujos necesitan modificar los planos, porque por ejemplo: el terreno por el que pasa la ruta escogida no puede adquirirse, la computación gráfica permite hacerlo con gran facilidad.

Durante la construcción de la carretera, la información acerca de las modificaciones hechas al terreno y la cantidad de combustible y mano de obra utilizados pueden agregarse a la base de datos para contar con un registro continuo del avance del proyecto. Pueden hacerse dibujos de lo construido (ya terminado) alterando los dibujos originales con base en la información de campo obtenida, y mostrarán la localización real de la carretera, alcantarilla, cables eléctricos, cables telefónicos y cualquier otro elemento que pueda haber afectado la construcción.

3 - El programa de computadora llamado SAMPS (Subdivision and Mapping System), traza mapas de subdivisión completo: con referencias, distancias y otra información como se da de ordinario en un mapa de este tipo. Lo desarrolló PMT Associates de Sacramento California, el programa también se puede usar para graficar redes de control, trabajos de topografía y control primario de fotografías aéreas. El programa permite elegir la escala de la gráfica, la rotación de sus ejes, el trazo de líneas y puntos, el trazo de una flecha cardinal y anotaciones de distancias y referencias.

4 - Existen también programas específicos para diseño y dibujo de Planos de Ingeniería Civil de carreteras, alcantarillado y drenaje que luego pueden enviarse a un graficador que en menos de 25 minutos presenta hoja de planta y perfil.

El área de sistemas CAD se comenzó a desarrollar desde hace varios años. Se cuenta con información en la que se especifica el comienzo del desarrollo de uno de los sistemas CAD en 1,967.

## CAD's EN GUATEMALA

### PARA PC's

Como se mencionó en párrafos anteriores; en Guatemala se supo de la existencia de sistemas CAD hace pocos años; conociéndose en el presente los sistemas CAD que a continuación se enumeran y que ya utilizan algunas empresas en actividades de comercio y construcción:

AutoCAD  
DesignCAD  
KeyCAD

AutoCAD tiene la ventaja de que varias compañías desarrollan software que trabaja en conjunto con él, por lo que se va adaptando a las distintas necesidades del mercado y actualización constante. Además, utilizando Autolisp (que es el sistema de programación para AutoCAD), pueden desarrollarse rutinas para facilitar el trabajo. El problema con este tipo de software es que cada vez necesita dispositivos más poderosos para poder funcionar.

DesignCAD es un software enfocado a dibujo en general y en poca proporción a Artes gráficas. No es tan completo como AutoCAD, pero más sencillo de aprender y fácil de manejar. La versión 5 de DesignCAD trae consigo algunos iconos para el desarrollo de planos en PC's.

La empresa que lo programa distribuye una versión para trabajar en 2D y otra para dibujo en 3D.

### PARA MACINTOSH

Entre los CAD's mas utilizados en Macintosh, se pueden mencionar:

DesignCAD 2D/3D  
MiniCAD  
ClarisCAD

El ambiente macintosh, permite una visualización más agradable a la vista debido a su despliegue gráfico y una facilidad grande en cuanto a manejo, ya que desde su sistema operativo Finder se manejan todas las opciones por medio de iconos que identifican las diferentes aplicaciones.

MiniCAD es el más difundido en Guatemala para sistemas Macintosh. Trae en un solo paquete su lenguaje de programación y una hoja electrónica para llevar costos de materiales, la cual puede ser utilizada durante la ejecución de un dibujo y adherida a éste cuando se necesitan colocar tablas de datos en el dibujo.

## 2. QUE ES AutoCAD

Autocad es un paquete de dibujo y diseño de los del sistema CAD en el que es posible realizar planos de todo tipo en 2 y 3 dimensiones.

Existe en el mercado bastante software que puede ser aplicado con Autocad para la optimización de planos, lo que ayuda en gran manera al trabajo de dibujo y diseño en todas sus ramas. Ejemplo de estos programas es Autoshade que sirve para sombrear los dibujos realizados en autocad y que de esta forma toman una apariencia más semejante a la realidad. También Autoflix con su comando afega que permite darle movimiento a los dibujos realizados y poder observar formas más realistas.

Las siglas CAD significan Diseño Asistido por Computadora (CAD = computer-Aided Drafting).

Pueden hacerse:

— Planos en 2 dimensiones como por ejemplo: planos para edificaciones en,

Planta de Localización de Ejes

Planta de Conjunto

Planta Típica

Planta Amueblada

Planta Acotada

Secciones (transversal y longitudinal)

Elevaciones

Planos Estructurales

— Detalles Importantes en todas las ramas de la ingeniería como:

Bitácoras Típicas de Perforación

Detalles estructurales de columnas en 3d

Detalles de armado de acero en concreto

Detalles de armado de madera,

Simbología,

etc.

— Planos en 3 dimensiones como; Perspectivas de edificios.

Además es posible realizar dibujo de piezas mecánicas varias, y bocetos de dibujos a mano alzada.

Es importante hacer notar que Autocad es un Software que se mejora constantemente.

Cada vez que tiene una mejora relevante sale una nueva versión. En este trabajo se utiliza la versión 10 para el dibujo, pero se toman ideas de la versión 11 y 12, existente en el mercado: que tiene mejoras que se discutirán más adelante.

## 2.1 CONOCIMIENTO BASICO

Antes de utilizar Autocad para el desarrollo de planos es necesario saber con qué equipo se debe contar para no tener problemas al correr Autocad, el que se enlista a continuación.

### SOFTWARE NECESARIO PARA QUE TRABAJE AUTOCAD.

- Ms-DOS
- IBM XT, AT 80386 o compatible

### HARDWARE MINIMO PARA QUE TRABAJE AUTOCAD.

- CPU puede ser 80386 u 80486.
- Floppy de 1.2 Mb.
- Disco duro de 20 Mb.
- Memoria RAM con un mínimo de 640 kb. (es aconsejable 4 Mb para versión 11).
- Monitor de Alta Resolución.
- Tarjeta de color VGA.
- Una puerta de salida en serie.
- Coprocesador Matemático (en version 9 o superior).
- Mouse o Tablero Digitalizador (no indispensable).

### DISPOSITIVOS SEÑALIZADORES

El tener ya sea ratón o tablero digitalizador facilita la introducción directa de órdenes, la selección de objetos o la selección de una orden en el menú de pantalla.

El trabajar con tablero digitalizador da varias ventajas; una es poder hacer copias exactas de un dibujo realizado previamente en papel.

Con el movimiento del mouse se puede indicar a AutoCAD dónde se desea dibujar. El mouse tiene dos o tres botones, los que se presionan para seleccionar opciones. El botón izquierdo se usa frecuentemente para elegir una ubicación o seleccionar una palabra de un grupo de palabras en el menú. Este botón se conoce como de selección. El segundo botón del mouse (el derecho) es equivalente a Enter, se usará con frecuencia para completar la indicación de un comando.

## INSTRUCCIONES PARA AutoCAD

A medida que se use AutoCAD, se necesitará proporcionar instrucciones, o comandos. Puede hacerse en una de las formas siguientes:

- A través del teclado.
- Menús de Pantalla (por dispositivo señalizador o teclado).
- Menús del tablero (a través de Lápiz Optico).
- Menús desplegados.

De igual forma la entrada de datos puede hacerse de las siguientes formas:

- A través del teclado.
- Por Coordenadas.
- Por referencia a entidades.
- Mediante teclas de Cursor.
- A través del dispositivo Señalizador.

Cuando se selecciona desde el menú de pantalla y se hace utilizando mouse, debe presionarse el botón izquierdo de éste para iniciar la ejecución. Teclear comandos es mucho más rápido que seleccionarlos desde el menú, especialmente si se es bueno tecleando. Para muchos comandos sólo se necesita teclear menús de pantalla; sin embargo, algunas veces se deseará seleccionar comandos de uno de los menús, especialmente si no se está seguro de qué comando se desea usar.

## INDICADORES DE AutoCAD.

Cuando AutoCAD desea respuesta, habrá un indicador en la parte inferior de la pantalla. El indicador normal es {Command: }, puede responderse tecleando un comando y presionando Enter. Alternativamente, puede moverse el cursor al menú del lado derecho de la pantalla. Cuando la opción deseada resalte, se puede presionar el botón izquierdo del mouse.

## CURSOR DE DIBUJO.

El cursor de dibujo le indica a AutoCAD dónde se desea dibujar. Cuando se inicia un nuevo dibujo en AutoCAD, el cursor está oculto en la esquina inferior izquierda del área de dibujo, éste se mueve en la pantalla en concordancia al movimiento del mouse. Conforme se mueva el mouse a la izquierda o a la derecha, el cursor se mueve también a la izquierda o a la derecha. Del mismo modo, si se aleja o acerca el mouse, el cursor se mueve hacia arriba o hacia abajo.

## LECTOR DE COORDENADAS

Las coordenadas sirven para ubicar un elemento y tener así puntos de referencia utilizando

para ello coordenadas cartesianas X, Y, Z.

Todas las posiciones en la pantalla de dibujo están numeradas en relación con el origen localizado en la esquina inferior izquierda del área de dibujo. El valor del origen es 0,0. Las distancias horizontales se miden a la derecha, en la dirección X; las distancias verticales se miden hacia arriba, en la dirección Y. Las coordenadas de un punto (una pareja de números) dan las posiciones de X e Y separadas por una coma. Las unidades pueden representar pulgadas, pies, metros o cualquier otra unidad. Cuando se dibuje en tres dimensiones, puede también dar la posición Z.

### MEDICION DE ANGULOS

En este trabajo se enfoca el conocimiento al desarrollo de planos de carreteras, y dentro de ellos se observa que es necesario dibujar ángulos horizontales, como:

Azimuth, Rumbo, Deflexión,  
Ángulos Internos y Externos.

Esta situación no es problema, ya que dentro de la diversidad de opciones con que se cuenta, se pueden dibujar en la forma que sea más conveniente. Para este caso debe tenerse cuidado de la forma en que se obtienen los datos en campo y que forma tiene para adaptarlo al plano, basándose para ello en la ubicación del Norte que puede ser; Arbitrario, magnético, astronómico, geográfico y de Cuadrícula. El cómo se obtiene la información no es el objeto primordial para este trabajo, lo importante es el cómo se utiliza para la realización del dibujo utilizando Autocad.

Autocad usa normalmente ángulos decimales, pero también puede usar:

Grados sexagesimales  
Notación fraccionaria en grados, minutos y segundos  
Radianes  
Geográficos.

Se utiliza la misma orientación que en trigonometría, es decir: los ángulos aumentan en sentido contrario a las agujas del reloj estando los 0 grados a la derecha. Esta situación puede ser modificada a criterio del dibujante que utiliza Autocad.

### NOTACION CARTESIANA Y POLAR

Un sistema coordinado Cartesiano o rectangular se establece para localizar con precisión objetos en el dibujo; los dos ejes son ortogonales o perpendiculares por proyección ortográfica.

Una variación del sistema de referencia relativo se conoce como notación polar. Con este método se da una distancia radial relativa y un ángulo respecto a la horizontal.

En la notación polar, la dirección a la derecha (al Este o a las tres en el reloj) es un ángulo igual a cero, mientras que directamente arriba (al Norte o a las 12 en el reloj), en la dirección del eje de las Y, es un ángulo de 90 grados. A la izquierda es 180 grados, mientras que hacia abajo es 270 grados y al mismo tiempo -90 grados; sin embargo, esto puede modificarse a elección del usuario.

## 2.2 CONOCIMIENTO PRIMARIO DE COMANDOS.

Autocad tiene un menu estandar que incluye las siguientes definiciones, asignadas en secuencia a los botones extra de un dispositivo señalizador o aplicados desde el teclado.

1. RETURN
  2. CTRL C (Cancela el comando en uso)
  3. CTRL B (activa y desactiva el modo SNAP)
  4. CTRL O (activa y desactiva el modo ORTHO)
  5. CTRL G (activa y desactiva el modo GRID)
  6. CTRL D (activa y desactiva el sistema coordenado)
  7. CTRL E (activa y desactiva el sistema Isoplano)
  8. CTRL T (activa y desactiva el modo TABLET).
- F1 Pasa de modo gráfica a de dibujo o viceversa.  
 F6 activa y desactiva el sistema coordenado  
 F7 activa y desactiva el modo GRID  
 F8 activa y desactiva el modo ORTHO  
 F9 activa y desactiva el modo SNAP

## LIMITES DEL DIBUJO

Son los bordes del área rectangular de que se dispone para dibujar; se pueden variar para adaptarlos a objetos grandes. La selección de límites en Autocad es parecida a la selección del tamaño de papel que se utiliza en un dibujo realizado a mano.

Para modificar los limites se le da la orden de la siguiente manera:

- \*\* Command: LIMITS  
 \*\* ON/OFF <Lower left corner><0.0000,0.0000>:

mostrando las coordenadas actuales de la esquina inferior izquierda (AutoCAD encierra los valores en uso entre paréntesis angulados). Se debe presionar Enter para aceptar los valores en uso. AutoCAD mostrará las coordenadas actuales de la esquina superior derecha y esperará a que se introduzcan nuevos valores. Introduzca un valor y presione Enter para cambiar la esquina superior derecha.



## ESCALA DEL DIBUJO

Cuando se traza un dibujo técnico con un lápiz, debe seleccionarse una escala; sin embargo, cuando se dibuja con AutoCAD, siempre se hace a escala completa. La imagen desplegada en la pantalla puede agrandarse o reducirse a cualquier tamaño sin afectar el dibujo mismo. Así, cuando se desee una impresión del dibujo, se puede escoger la escala apropiada que se ajuste al tamaño del papel. También puede elegirse imprimirlo completo o sólo una parte de él.

## UNIDADES DE TRABAJO

Autocad tiene un sistema de unidades especificados por defecto y puede trabajarse perfectamente con este sistema; sin embargo, puede haber algún problema con el sistema escogido de medición de ángulos, por lo que es conveniente determinarlos al inicio de la ejecución de un dibujo por medio del comando UNITS, que sirve para cambio de unidades configurando el sistema de medida y dirección de angulos.

Las unidades pueden escogerse según sean las necesidades del dibujante, de tal forma de definir una unidad de dibujo como: un milímetro, un centímetro, un metro, un kilómetro, etc.

AutoCAD tiene una exactitud de 14 dígitos decimales, aunque normalmente despliega números con cuatro dígitos después del punto decimal. Sin embargo, puede cambiarse fácilmente el número de dígitos desplegados con el comando Units para ajustarlos a las necesidades de precisión.

## ALGORITMO DE FIJACION DE NUMERO DE DIGITOS DESPLEGADOS

\*\* Command: UNITS

La pantalla pasa al modo de Texto y muestra una lista de opciones. Pueden escogerse los números desplegados en uno de cinco estilos:

- 1.- Científico (con un exponente)
- 2.- Decimal
- 3.- Ingeniería (pies y pulgadas decimales)
- 4.- Arquitectura (pies y fracciones de pulgada)
- 5.- Fraccional

\*\* Number of digits to right of decimal point:(0 to 8)<4>;

Para saltarse las preguntas siguientes que hace el programa, presionese ^C. Esto cancela el comando en uso de AutoCAD.

## VELOCIDAD, EXACTITUD Y AYUDA EN AUTOCAD

Autocad puede ubicar coordenadas con velocidad y exactitud por medio de comandos especialmente creados que se detallan a continuación.

### EL SISTEMA GRID DE AutoCAD

En la pantalla de dibujo, cada parte del dibujo está relacionado con el origen mediante un sistema de reticulado rectangular. Los puntos reticulares son los que aparecen a intervalos regulares, tanto en la dirección vertical como en la horizontal, son como las marcas de kilómetros en la carretera, pues ayudan a localizar ciertas posiciones. Los puntos del grid tienen un espaciado por omisión de una unidad, pero se puede cambiar fácilmente a algún otro valor. El grid sólo aparece en la pantalla de video, no en la impresión de el dibujo.

### ALGORITMO DE CAMBIO DE CUADRICULADO (GRID)

- \*\* Command: GRID
- \*\* Grid spacing(X) or ON/OFF/Snap/Aspect<0.0000>: 2

### COLOCACION PRECISA DEL CURSOR EN EL MODO SNAP (Rápido)

Para auxiliarse en la tarea de poner con precisión el cursor, AutoCAD puede esclavizar al cursor en el sistema grid. Esto puede lograrse con el comando Snap.

### ALGORITMO DE CAMBIO DE MODO SNAP

El espacio del snap por omisión es 1, pero puede cambiarse por cualquier otro; de esta forma, es posible dibujar con rapidez y precisión.

- \*\* Command: SNAP
- \*\* Snap spacing con ON/OFF/Aspect/Rotate/Style <1.0000>:

Observese que las opciones dadas para los comandos Snap y Grid tienen una mezcla de letras mayúsculas y minúsculas. Este es un estilo general en AutoCAD. Cuando se desea una opción, puede abreviarse dando las letras mayúsculas de la respuesta.

### USO DEL SISTEMA ORTOGONAL

Esta opción se utiliza para dibujar elementos ortogonales aunque el dispositivo señalizador se mueva en forma no ortogonal. Puede usarse este comando para auxiliarse en el trazado de líneas, con este comando activo solo pueden trazarse líneas horizontales o verticales.

## EJES DEL DIBUJO

Por medio de la orden Axis se visualiza en Autocad un par de ejes graduados en los bordes de la pantalla, que pueden usarse como una guía para la elaboración del dibujo.

## ASIGNACION DE COLORES

La asignación de colores puede utilizarse como ayuda para resaltar o diferenciar algunos elementos. Autocad realiza este proceso cuando se le da la orden COLOR.

## OBTENIENDO AYUDA DE AutoCAD

Existen más de cien comandos en Autocad y muchos de ellos tienen variaciones. Con tantos diferentes es fácil confundirse; pero, AutoCAD proporciona el comando Help para dar los detalles de comandos en particular. Help también enumera los nombres de todos los comandos en caso de que se olvide cómo se deletrea uno en particular.

### ALGORITMO DE USO DE AYUDA (Help)

```
** Command: HELP          ó          ** Command: ?
** Command name (RETURN for list):
```

Si se contesta con RETURN, se verá una lista de los comandos de AutoCAD en orden alfabético.

Varios comandos empiezan con un apóstrofo. Estos son llamados comandos "transparentes" y pueden ser corridos mientras otro está activo, incluyendo el apóstrofo.

### AYUDA PARA UN COMANDO EN PARTICULAR

Algunas veces es necesaria ayuda sobre un comando en particular, después de que se ha iniciado ese comando. Puede iniciarse el comando Help mientras se encuentra a la mitad de otro, anteponiendo a Help un apóstrofo.

### ALGORITMO PARA USO DE AYUDA INSERTADA EN LA EJECUCION DE UN COMANDO

```
** Command: LINE
** To point: 'help (o '?)
```

La pantalla presenta la información sobre el comando Line.

```
** Press RETURN to resume the LINE command.
```

## TRAZO DE LINEAS

La construcción de dibujos se hace a base de líneas, es por esta razón que Autocad tiene diferentes comandos para el trazo de éstas, estos comandos tienen a la vez distintas funciones. Por ejemplo, una línea fina puede dibujarse utilizando el comando Line, una gruesa con el comando Trace o Pline y una línea en un dibujo en 3D con el comando 3dline.

### ALGORITMO PARA TRAZO DE LINEAS CON EL COMANDO LINE

\*\* Command: LINE

Muevase el cursor hasta que esté colocado en la posición de la coordenada en que desea comenzar a dibujar la línea y presione Enter para comenzar a dibujar.

\*\* To Point: @4.3<21

En la notación de coordenadas "4.3 < 21", se describe una línea recta de 4.3 unidades de longitud orientada en ángulo de 21 grados.

Para terminar el comando se debe pulsar return cuando Autocad solicita coordenada.

La utilización del comando Pline y 3dpoly es parecido al proceso anterior.

## TRAZO DE PUNTOS

El comando POINT de Autocad sirve para dibujar un punto que podrá ser usado de referencia o marca. Puede indicarse a Autocad la ubicación en dónde se desea el punto, por medio de coordenadas o indicándolo con el dispositivo señalizador.

El formato para trazo de puntos es el siguiente:

\*\* Command: POINT                      Point: (designar punto)

## TRAZO DE CIRCULOS

Para dibujar un círculo en Autocad, puede hacerse por medio de el comando CIRCLE. Puede especificarse un círculo en varias formas de acuerdo a las necesidades y situaciones que se tengan.

### ALGORITMO PARA TRAZO DE CIRCULOS (Circle)

Si la palabra Ortho aparece en la línea superior de la pantalla, presione F8 para desactivar dicho modo.

Si la palabra Snap no aparece en la línea superior de la pantalla, presione F9 para activar el modo Snap.

\*\* Command: CIRCLE

Se debe ubicar el cursor en el punto que servirá de centro y presionar el botón de elección. Esto establece el centro del círculo en la locación del cursor. El símbolo del signo más, marca el centro.

Establezca el tamaño del círculo moviendo el cursor. Entre más se aleje del centro, más grande es el tamaño del círculo. El límite o perímetro del círculo pasa a través de la posición del cursor.

### TRAZO DE SEGMENTOS DE CIRCULO

Utilizando la función ARC, pueden dibujarse arcos de la forma en que más se adapte a las necesidades, teniendo entre las opciones la de dibujar tres puntos: inicio, fin y radio.

El formato es:

\*\* Command: ARC Center/<Start point>: (point)  
Center/End/<Second point>: (point)  
End point: (point)

### UTILIZACION DEL COMANDO U

Puesto que AutoCAD conserva todos los comandos que se han introducido, se puede fácilmente anular el trabajo paso por paso. Los comandos Undo y U se usan para este propósito.

El comando U no es una simple abreviatura del comando Undo; es diferente, aunque similar. U sólo cancela el comando más reciente, mientras que Undo puede cancelar más de un comando. (Por supuesto, se puede dar el comando U más de una vez y cancelar más de un comando).

U trabaja en dos niveles. Si se ha completado un comando, éste puede cancelar instantáneamente todos los cambios que se hicieron con ese comando. Por otra parte, si se encuentra a la mitad de un comando, U puede cancelar partes de él, una a la vez. En este caso, el comando U puede borrar uno a la vez, los segmentos de línea dibujados.

### FINALIZACION DE UN COMANDO

Cuando se haya terminado de trabajar con un comando, debe completarse antes de continuar con la siguiente tarea, de la siguiente forma: Presionar Enter, o el segundo botón del mouse, para

completar el comando. También puede darse el comando ^C. En la línea inferior de la pantalla la palabra

\*\* Command:

muestra que el comando se ha completado.

### **USANDO REDO DESPUES DE QUE SE HA COMPLETADO UN COMANDO**

Si se proporciona U después de completar un comando, éste se cancela. Esto es, el dibujo regresa al estado en el que estaba, previo al último comando que se le dió.

\*\* Command: U

Ahora todos los elementos que se crearon con el último comando se remueven al mismo tiempo y no individualmente. Sin embargo, si se dá un comando U accidentalmente no todo está perdido.

\*\* Command: REDO

De esta forma todos los elementos borradas por el comando U reaparecen. Es decir, el comando Redo invierte el efecto del U.

Las ordenes U y Redo pueden aplicarse a cualquier comando.

## **ORDENES PARA MANEJO DE ENTIDADES**

### **METODOS DE SELECCION**

Muchos de los comandos AutoCAD, como aquellos que mueven, copian o borran objetos, requieren que se seleccionen los objetos con los que se desea trabajar.

La selección de objetos es una operación que se debe dominar para poder realizar dibujos con mayor rapidez en AutoCAD. La selección de objetos es igual para la mayoría de los comandos.

Existen varias formas de seleccionar objetos, en los parrafos siguientes se detallan algunas.

### **SELECCION DE OBJETOS PUNTEANDO CON EL CURSOR**

El método más simple de selección es: punteando con el cursor. Durante el proceso de selección de AutoCAD, la forma del cursor cambia de líneas cruzadas a un cuadro pequeño, conocido como cursor de selección o cuadro de selección.

## ALGORITMO PARA SELECCION DE OBJETOS

Para ejemplificación de selección de objetos, supongase que se desean mover algunos de los objetos que están en la pantalla, para lo cual se tecleará el comando MOVE.

\*\* Command: MOVE

La forma del cursor cambia a un cuadro pequeño. AutoCAD requiere ahora que se seleccione el objeto que se desea mover. En la línea inferior de la pantalla se lee

\*\* Select objects:

Mueva el cuadro de selección sobre el objeto a cambiar de posición.

Presione el botón de elección o Enter, para seleccionar el objeto para el comando Move. Observe que la línea aparece punteada, así es como AutoCAD permite saber qué es lo que se ha seleccionado. Los otros objetos en la pantalla no han cambiado su apariencia debido a que no han sido seleccionados. La línea inferior de nuevo se lee

\*\* Select objects:

AutoCAD espera a que se seleccione otro elemento para ser añadido al primer objeto. Observe también que el siguiente mensaje aparece enseguida de la última línea:

\*\* 1 selected, 1 found.

Esto significa que AutoCAD aceptó el elemento seleccionado. (Por otra parte, si esta línea se lee 1 selected, 0 found, significa que AutoCAD no encontró un objeto en el punto que seleccionó. Quizá no se posicionó el cuadro de selección cuidadosamente.

Para completar el proceso de selección, presionese el segundo botón (o el de la derecha) del mouse, equivalente a Enter. El cursor regresa a las líneas cruzadas, pero los objetos que ha seleccionado aún permanecen marcados.

En este punto normalmente continuaría el comando. Sin embargo, sólo se estudia el proceso de selección. Por lo tanto, presionese ^C para terminar con el comando. Las dos líneas regresan a su forma normal. La línea inferior de la pantalla muestra la palabra

\*\* Command:

lo que significa que Autocad está esperando otro comando y que el anterior ha finalizado.

**SELECCION DE OBJETOS PREVIAMENTE ELEGIDOS**

Con frecuencia se deseará desarrollar una sucesión de operaciones en el mismo grupo de objetos, por lo que se necesitará seleccionar el mismo conjunto de objetos más de una vez. AutoCAD proporciona un comando que permite seleccionar objetos que ya se han elegido previamente, el comando Previous o P. Por ejemplo, si desea mover un conjunto de objetos y después hacer copia de ellos, se tendrán que hacer dos selecciones del mismo grupo, una para el comando Move y la otra para el comando Copy.

**ALGORITMO PARA SELECCIONAR OBJETOS PREVIAMENTE ELEGIDOS**

- \*\* Command: Move
- \*\* Select objects: P (por previous)

**SELECCION DE OBJETOS PREVIAMENTE DIBUJADOS**

El comando Last de AutoCAD es una variante del comando Previous. Este selecciona el objeto dibujado más recientemente, en lugar de elegir el objeto seleccionado más recientemente.

**ALGORITMO PARA SELECCIONAR OBJETOS PREVIAMENTE DIBUJADOS**

- \*\* Command: Move
- \*\* Select objects: L por Last

**SELECCION DE UNA VENTANA REGULAR**

Los métodos anteriores se vuelven incómodos cuando se desean escoger muchos objetos en un grupo. Otro método puede seleccionar un grupo de objetos rodeándolos con una ventana. Hay dos tipos de ventanas, la Regular y la de Cruce. La ventana Regular selecciona todos los objetos que están completamente contenidos en la frontera de la ventana. La ventana de Cruce selecciona aquellos objetos que son cruzados por la frontera de la ventana, así como aquellos que están completamente contenidos en el área delimitada por la frontera.

**ALGORITMO PARA SELECCIONAR UNA VENTANA REGULAR**

- \*\* Command: Move
- \*\* Select objects: W por Window

La forma del cursor retorna de un cuadro pequeño a líneas cruzadas. El mensaje

- \*\* First corner:



aparece en la línea inferior de la pantalla. De esta forma se marca la primera de las dos esquinas diagonalmente opuestas de una ventana rectangular. Pueden escogerse cualesquiera de las cuatro esquinas, primero, y escoger la esquina diagonalmente opuesta, después.

Presione el botón de elección para marcar una esquina de la ventana.

\*\* Other corner:

Si se mueve el cursor hacia arriba y a la izquierda, se verá un cuadro que comienza a crecer en la pantalla. Una esquina está fija en el punto que se seleccionó.

Muevase el cursor hasta que el cuadro encierre completamente a todos los objetos. Si la ventana no encierra al objeto seleccionado, es porque se ha elegido mal el punto inicial, presione ^C para cancelar el comando Move y comiencese de nuevo.

### **AÑADIENDO OBJETOS AL CONJUNTO DE SELECCION**

El comando Add permite agregar objetos a un grupo de selección.

### **ALGORITMO PARA AÑADIR OBJETOS AL CONJUNTO DE SELECCION**

\*\* Command: MOVE

\*\* Select Objects: a (por add)

Teclée el comando " a " por Add y presione Enter. Luego marque los objetos a agregar.

Al finalizar, presione el segundo botón del mouse o la tecla Enter, para completar el proceso de selección.

### **SELECCION CON UNA VENTANA DE CRUCE**

Algunas veces se deseará seleccionar un grupo de objetos con una ventana, pero es inconveniente o imposible dibujar una ventana alrededor de todos los objetos. La ventana Regular que se usó anteriormente, requería que todas las partes de los objetos seleccionados estuvieran enteramente contenidas en la frontera de la ventana. Cualquier objeto cruzado por los límites de la ventana no se selecciona.

Una ventana de Cruce permite seleccionar objetos en diferente forma. Esta selecciona no sólo aquellos objetos que están encerrados completamente por la frontera de la ventana, sino también cualquier objeto que sea cruzado por el límite de la misma. La ventana se dibuja exactamente como antes.

**ALGORITMO PARA SELECCIONAR CON UNA VENTANA DE CRUCE**

- \*\* Command: ERASE
- \*\* Select objects: C  
Como con la ventana Regular, el cursor cambia de un cuadro pequeño a líneas cruzadas.
- \*\* First corner:  
En este punto debe marcarse el primer punto de la ventana.
- \*\* Other corner:  
Para completar la ventana debe marcarse el otro punto que abarcará.

Presione el botón de elección para fijar el tamaño de la ventana. Todos los objetos, excepto los que no fueron seleccionados, aparecen punteados, aún aquellos que penetran en la frontera de la ventana. AutoCAD espera que se seleccionen objetos adicionales. Como antes, el cursor ha regresado a un cuadro pequeño.

- \*\* Select objects: R (por Remove)  
Si se deseara remover algún elemento.

Presione el segundo botón del mouse o Enter, para completar la selección y borrar todo, excepto los elementos que se hayan removido.

**ORDENES DE BORRADO Y RECUPERACION****BORRADO DE ENTIDADES**

Al igual que en un dibujo realizado en forma manual, en el dibujo por computadora es necesario borrar algún elemento que no se halla dibujado en forma correcta, para lo cual Autocad cuenta con el comando ERASE para borrar los elementos que no sean necesarios o que estén mal dibujados, necesitándose para ello seleccionar los objetos por cualquiera de los métodos que aparecen en párrafos anteriores. Para ello puede seguirse el procedimiento siguiente:

- \*\* Command: ERASE
- \*\* Select objects: (seleccionar)

**CANCELACION DEL COMANDO PREVIO Y RECUPERACION DE ENTIDADES**

Se ha usado anteriormente el comando U para borrar líneas más recientemente dibujadas, pero U es, de hecho, un comando general que puede usarse para cancelar cualquier comando previo. Por lo tanto, usése para cancelar el comando ejecutado más recientemente.

**ALGORITMO PARA CANCELAR EL COMANDO PREVIO**

\*\* Command: U

Si hay elementos borrados, éstos son instantáneamente redibujadas.

\*\* Command: REDO

Los elementos son borrados otra vez. Así, puede darse alternativamente los comandos U y Redo para cambiar entre las últimas dos versiones.

**MODIFICACION DE PROPIEDADES DE LAS ENTIDADES**

Esta operación se realiza por medio del comando CHANGE de Autocad, la cual permite modificar propiedades de una entidad; como elevación, tipo de línea, color, altura de objeto en 3d y para cambiar un punto de ubicación.

**ALGORITMO PARA MODIFICAR PROPIEDADES (Change)**

\*\* Command: CHANGE

\*\* Select objetos: (seleccionar)

\*\* Properties/<Change point>:

**ALINEACION DE LINEAS, CON AUXILIO DEL COMANDO CHANGE**

Si se dibuja una línea con el modo Ortho desactivado la línea no es horizontal. Ahora se necesita que la línea sea horizontal, para lo cual Autocad auxilia con el comando CHANGE como se muestra a continuación.

**ALGORITMO PARA CAMBIO DE ORIENTACION DE UNA LINEA**

\*\* Command: CHANGE

\*\* Select objects: L (por Last)

para seleccionar el último objeto elegido. La línea inclinada aparece punteada.

Presionese el segundo botón del mouse o Enter, para completar el paso de selección. El cursor regresa a líneas cruzadas. AutoCAD responde con

\*\* Properties/<Change point>:

Mueva el cursor cerca del extremo del objeto a cambiar de lugar y presione el botón de elección.

La opción Change Point del comando Change mueve sólo uno de los extremos de una línea seleccionada. El extremo más cercano al cursor se mueve tan cercano al cursor como sea posible.

## VENTANAS DE AUTOCAD

### AGRANDANDO DIBUJOS CON EL COMANDO ZOOM

Utilizando el comando Zoom se agranda la vista del dibujo. Es más fácil ver lo que está sucediendo. AutoCAD siempre conserva los objetos a escala completa, pero puede desplegar el dibujo en la pantalla usando cualquier escala conveniente.

### ALGORITMO PARA AGRANDAR DIBUJOS CON EL COMANDO ZOOM.

- \*\* Command: ZOOM
- \*\* Select objects: W      por Window

Pueden usarse las opciones de selección enumeradas en párrafos anteriores.

Presione el botón de elección para comenzar una ventana y marque el recuadro, obsérvese como se agranda la ventana.

Presione el botón de elección para aceptar la vista nueva. La imagen en la ventana se agranda para ajustar la pantalla.

### CAMBIO DE UBICACION DE ENTIDADES

A diferencia de un dibujo realizado en forma manual, los elementos de un dibujo hecho en Autocad pueden moverse de su ubicación original por medio del comando MOVE, que trabaja de la siguiente manera:

- \*\* Command: MOVE
- \*\* Select objetos: (seleccionar)
- \*\* Base point or displacement:
- \*\* Second point of displacement:

### COPIA DE ENTIDADES

#### COMANDO COPY PARA DUPLICAR OBJETOS

El comando Copy hace una copia de un objeto o grupo de objetos en el dibujo. Es como el comando Move, excepto que la versión original permanece en su sitio. Con el comando Move, una nueva versión de un grupo de objetos se crea en una locación diferente y se borra la versión

original. Con el comando Copy, el original no se borra. La forma de selección de objetos a ser copiados se hace apuntando a objetos individuales o seleccionando con una ventana. Tanto con el comando Copy como con el comando Move debe designarse un desplazamiento, es decir, qué tan lejos y en qué dirección se moverá.

### ALGORITMO PARA DUPLICAR OBJETOS (Copy)

- \*\* Command: COPY
- \*\* Select objects:

Se seleccionan los objetos, los cuales aparecerán punteados.

Presionese el segundo botón del mouse o Enter, para completar el proceso de selección.  
Las palabras

- \*\* <Base position or displacement>/multiple:

aparecen en la línea inferior de la pantalla. Se debe indicar a AutoCAD a dónde se deben copiar los elementos marcados y en qué dirección. Esto se conoce como desplazamiento. Puede hacerse esto en una de dos formas: Puede introducirse el desplazamiento vertical y horizontal desde el teclado o pueden seleccionarse los puntos con el cursor. Así, los objetos marcados se moverán la distancia entre los dos puntos y en la dirección correspondiente.

### COPIA DE ENTIDADES EQUIDISTANTES

En Autocad es posible construir una copia idéntica y equidistante en todos los puntos de una entidad creada, por medio del comando OFFSET.

El comando OFFSET construye una entidad paralela a otra entidad con una especificación de distancia y el lado al que se desea dibujar.

Puede utilizarse el comando OFFSET con entidades como una línea, arco, círculo o polilínea.

- \*\* Command: OFFSET
- \*\* Offset distance or Through <last>:
- \*\* Select object to offset: (point to the object)

### ROTACION DE UN OBJETO

En Autocad, una entidad puede ser rotado en cualquier ángulo por medio del comando ROTATE.

Para lograr esta rotación se deben seleccionar el o los objetos por uno de los métodos

estudiados con anterioridad y luego especificar punto base y ángulo de rotación.

#### ALGORITMO PARA ROTAR UN OBJETO

- \*\* Command: ROTATE
- \*\* Select objects:

mueva el cuadro de selección sobre un elemento y presione el botón de elección. Este elemento aparece punteado.

Presione el segundo botón del mouse o Enter, para completar el paso de selección.

- \*\* Base point:  
ingrédese la posición alrededor de la cual se le dará la rotación.

- \*\* <Rotation angle>/Reference:  
se debe teclear el ángulo de rotación y presionar Enter.

#### OPCIONES DEL OSNAP

Anteriormente se activó el modo Snap de tal manera que AutoCAD pudiera colocar con precisión los objetos, así, el cursor saltó al punto del grid más cercano. En forma parecida, AutoCAD puede situar o saltar el cursor a una locación particular de un objeto, por ejemplo, al final de una línea o al centro de un círculo. De esta forma, AutoCAD puede localizar la posición precisa. Este método de conexión es llamado un object snap y Osnap.

Las opciones del Osnap son: CENTER, ENDpoint, INTERsec, MIDpoint, NEArest, QUADrant y TANgent. Si se desea seleccionar una opción del menú del Osnap, muevase el cursor a la opción en el menú y presionese el botón de elección, o puede hacerse tecleando las tres primeras letras de la elección que aparecen arriba en mayúscula.

#### ALGORITMO PARA MOVER OBJETOS EN UN DIBUJO USANDO OSNAP

Se moverán dos líneas y un círculo ejemplificando el uso del Osnap, para lo cual se necesita dibujar estos elementos.

- \*\* Command: MOVE
- \*\* Select objects:

Seleccione los elementos que desea mover y presione Enter.

Cuando los elementos seleccionados aparezcan punteados, presione el segundo botón del mouse o Enter, para completar el proceso de selección.

\*\* Base point or displacement: qua por Quadrant

Quadrant ubica con precisión el cuadrante más cercano de un círculo; esto es, selecciona la parte superior, derecha, inferior o izquierda; la que esté más próxima al cursor.

Muevase el cuadro de selección a la parte superior del círculo y presione el botón de elección. Para el segundo punto:

\*\* Base point or displacement: CEN por Center  
Este comando ubica con precisión el centro de un círculo.

## EL COMANDO TRIM

El comando Erase sirve para remover objetos completos de la pantalla de dibujo. No puede usarse para remover parte de una línea o de un círculo. Para este caso existe otro comando que se conoce como Trim.

El comando Trim puede usarse para reducir la longitud de una línea de un arco circular. Su uso es más complicado que el comando Erase porque se debe recortar una línea contra una segunda línea, llamada frontera de corte. Con el comando Erase se seleccionaron los objetos a ser cortados en un solo paso, pero con el Trim debe seleccionarse los objetos a ser cortados en dos pasos. Primero, se deben seleccionar las fronteras o líneas contra las que se va a cortar y luego se deberán seleccionar las líneas que serán cortadas contra la frontera. Se debe trabajar con el modo Ortho desactivado.

## RECORTANDO LINEAS

Para el ejemplo que se presenta, se desean recortar las partes de las líneas que sobresalen de un círculo. Para ello se supone que se tiene en el dibujo un círculo con líneas atravesadas que sobresalen.

## ALGORITMO PARA RECORTAR LINEAS

\*\* Command: TRIM

AutoCAD responde con los dos indicadores

\*\* Select cutting edge(s)

\*\* Select objects:

El cursor cambia a un cuadro de selección. En este punto, debe seleccionarse no el objeto a ser cortado, sino la frontera contra la que se desea cortar.

Mueva el cuadro de selección a la frontera del círculo, alejándose de las líneas, y presione

el botón de elección. El círculo entero aparece punteado, marcándolo como una frontera de corte. AutoCAD responde con

\*\* 1 selected, 1 found

como se hace cuando se seleccionan objetos para el comando Erase. Después AutoCAD repite el requerimiento

\*\* Select Objects:

para que pueda incluirse otra frontera. Puesto que ésta es la única frontera que se necesita, presionese el segundo botón del mouse o Enter, para completar la fase de selección de las fronteras, AutoCAD responde con

\*\* Select object to trim:

Ahora se puede seleccionar la parte de la línea que se desea cortar a partir de la frontera punteada.

Muevase el cuadro de selección sobre el extremo superior de las líneas. El cuadro de selección no tiene que estar exactamente en el extremo; pero si fuera del círculo. Presiónese el botón de elección. Obsérvese que la línea es cortada con limpieza en el círculo. Como es usual, hay una marca en la pantalla mostrando la posición del cuadro de selección cuando se cortó la primera línea. El círculo aún aparece punteado, marcándolo como una frontera de corte. AutoCAD despliega de nuevo la línea

\*\* Select object to trim:

Muévase el cuadro de selección a otra de las partes que sobresalen del círculo, presionando el botón de elección para recortar la línea. Este aparece punteado puesto que el comando Trim aún está activo.

El comando Trim sólo puede borrar un objeto en un lado de la frontera de corte. No puede hacerlo en ambos lados.

Presiónese el segundo botón del mouse o Enter, para completar el comando Trim. El círculo regresa de estar punteado a su forma normal y la palabra

\*\* Command:

aparece en la línea inferior de la pantalla.



## COMPARACION ENTRE TRIM Y ERASE

Los comandos Trim y Erase funcionan de la siguiente manera; Trim borra parte de un objeto hasta una frontera de corte mientras que Erase remueve un objeto completo.

## GUARDANDO LA INFORMACION

Todas las entidades dibujadas en Autocad pueden ser guardadas en un archivo, para su uso o modificación posterior.

Si la electricidad falta en el momento en que se trabaja en un dibujo, se perderá todo el trabajo porque no ha sido almacenado en un disco. Para evitar tal pérdida, debe guardarse el trabajo con el comando: Save (Guardar) de AutoCAD cada 10 o 15 minutos para guardar una versión intermedia del dibujo, con lo cual no se perderán más de 10 o 15 minutos de trabajo; ó con el comando End (finalizar). Este comando hace dos cosas: guarda una copia de el trabajo y regresa al menú principal de AutoCAD.

## ALGORITMO PARA SALVAR EL TRABAJO (Save)

- \*\* Command: SAVE
- \*\* File name <plano>:

El nombre encerrado entre paréntesis angulares es el que se ha escogido en un principio. AutoCAD usará este nombre si no se ha dado uno diferente. Presionese Enter para aceptar el nombre plano.

Es importante repetir estos dos pasos cada 10 o 15 minutos.

## ALGORITMO PARA FINALIZACION DEL TRABAJO (End)

- \*\* Command: END

AutoCAD regresa al menú principal y guarda el trabajo con el nombre de archivo que se seleccionó en el inicio.

Teclée " 0 " (cero) y presione Enter para abandonar a AutoCAD y regresar al indicador de DOS.

## CREACION DE UNA COPIA DE ARCHIVO

Se trata de hacer una copia del dibujo de tal manera que se puedan hacer cambios sin perder el original.

## ALGORITMO PARA CREAR COPIA DE UN ARCHIVO

Si AutoCAD no está activo, teclée el comando "acad" desde DOS y presione la tecla Enter para activarlo.

Teclée " 1 " en el menú principal y presione Enter para crear un dibujo nuevo.

Teclée el comando " plano2 = plano " y presione Enter. Esto activa el editor de dibujo, abre un archivo nuevo llamado PLANO2.DWG y agrega los objetos contenidos en el archivo PLANO.DWG.

## DIBUJO A MANO ALZADA

Si se cuenta con un dispositivo señalizador, es posible hacer dibujos a mano alzada en Autocad. La forma en que trabaja es por medio de líneas con una longitud dada por el usuario en el comando SKETCH. Debido a que Autocad guarda en una base de datos toda la información de líneas, no es aconsejable usar esta opción por mucho tiempo, ya que pueden crear archivos muy grandes o de muy tardada lectura por lo que puede volverse el proceso lento.

Para poder trabajar con la opción SKETCH, debe desactivarse los modos ORTHO, SNAP.

## COPIAS EN PAPEL DE PLANOS DESARROLLADOS EN AUTOCAD

En el momento en que se desee, puede obtenerse una copia en papel del dibujo sobre el que se trabaja, usando para ello una impresora gráfica, trazador de plumas o trazador de inyección de tinta.

## DATOS DEL DIBUJO

Un plano es una guía de trabajo en el campo. Cuando se necesita información del plano, el especialista toma sus mediciones por medio de un escalímetro, o usando regla y lápiz para trazar línea de referencia y obtener así coordenadas de puntos de interés. En un sistema CAD no puede usarse este proceso para obtener mediciones, ya que no se trabaja sobre papel.

Para realizar mediciones, Autocad cuenta con comandos que facilitan esta labor, los que se detallan como sigue:

## CALCULOS DE AREA

El comando AREA puede utilizarse para calcular el área y el perímetro de cualquier superficie cerrada. Su formato es:

\*\* Command: AREA

- \*\* <First point>/Entity/Add/Subtract: (punto)
- \*\* Next point: (punto)

### **MEDICION DE DISTANCIAS EN LINEAS DEL DIBUJO**

El comando DIST se utiliza para obtener distancia y ángulo entre dos puntos. La orden da de la siguiente manera:

- \*\* Command: DIST
- \*\* First point: (punto inicial)
- \*\* Second point: (punto final)

### **COMANDO DBLIST**

Muestra la información de todo lo que aparece en el dibujo en uso como coordenadas y ángulos de las líneas.

### **COMANDO LIST**

Muestra la información almacenada de un objeto.

### **COMANDO ID**

Con este comando puede obtenerse las coordenadas de la posición de un punto.

### **COMANDO STATUS**

Lista información sobre el estado del dibujo en uso como: límites, tipos de línea, grosores, estado de memoria, etc.

### **COMANDO TIME**

Lleva el control de tiempo utilizado en la ejecución de dibujos en Autocad.

Es importante señalar que antes de comenzar la ejecución de un dibujo se deben establecer parámetros de éste; tal y como se hace cuando se realiza un dibujo sobre una mesa o escritorio. Estos parámetros son: Escala a utilizar, formato de papel, tipo de líneas a usar, formas, etc.

En el Sistema de Dibujo por Computadora, estos parámetros son introducidos en una hoja electrónica y se deben definir antes de empezar a trabajar.

Entre las escalas, se encuentran definidas en Autocad, las más comunes que aparecen en los escalímetros, se puede escoger una de ellas o definir una especial según sea el caso o exigencias.

Los formatos se pueden escoger dentro de las formas conocidas:

DIN A0 841 x 1189	1 m2
DIN A1 594 x 841	1/2 m2
DIN A2 420 x 594	1/4 m2
DIN A3 297 x 420	1/8 m2
DIN A4 210 x 297	1/16 m2
DIN A5 148 x 210	1/32 m2

o una diferente a definir; como por ejemplo una hoja tamaño carta de 215 x 280 mm.

Existe la opción de crear una gran librería de dibujos o elementos especiales como un drenaje, símbolos que indiquen ubicación del Norte, etc; todo esto con un gran nivel de detalle y luego insertarlos en un dibujo, esto para desarrollar los esquemas con gran velocidad, ya que un detalle de este tipo podría causar pérdida de tiempo o perder el objetivo fundamental en un diseño.

### **ALGORITMO DE ENTRADA A AUTOCAD**

Si AutoCAD no está funcionando, teclée desde el DOS "acad" y Enter.

Teclée "2" en el menú principal de Autocad y Enter.

Teclée el nombre del archivo a utilizar y Enter para cargar el dibujo en la pantalla.

## CAPITULO 3

### DISEÑO DE CARRETERAS.

La falta de comunicación entre poblados trae consigo una serie de repercusiones para sus habitantes; hace que éstos se mantengan aislados de beneficios importantes como: salud, educación, económicos, etc; y ello provoca que no se desarrollen de una forma normal e integral. Para evitar esta falta de comunicación existe la posibilidad de unir estos poblados por medio de una carretera que servirá para el tráfico de personas y mercaderías para el intercambio económico, cultural, científico, tecnológico, etc. y lograr así la superación de los pueblos.

Para determinar si la construcción de una carretera es un proyecto factible, se debe hacer un análisis costo/beneficio del mismo, tratando además que el proyecto sea lo más económico; lo que se logra haciendo que la carretera se adapte más o menos al terreno y tratando de evitar la destrucción de la naturaleza y vida silvestre.

En la antigüedad, las carreteras se construían no siguiendo lineamientos técnicos sino tomando en consideración el sentido común. En la actualidad, debido al incremento de la población y de vehículos, se exige la construcción de carreteras técnicamente diseñadas.

Es por esta razón que la construcción de carreteras es importante en el desarrollo de un país y la velocidad de su construcción un factor primordial.

Para optimizar recursos y obtener rapidez en el diseño de carreteras se hace necesaria la búsqueda de mecanismos de apoyo, sin tener por ello una baja en el control de calidad de las cuestiones técnicas. Para ayudar en este problema se ha desarrollado una gran variedad de Software, dirigido al cálculo, diseño y dibujo geométrico en carreteras.

Ayudados en Software para dibujo en general como lo es AutoCAD, en los siguientes párrafos se explica el desarrollo de las partes que componen un diseño de carretera. El tramo bajo estudio es Avenida Petapa-San Miguel Petapa, en una longitud de 500 metros.

De este tramo existen estudios hechos por la Dirección General de Caminos y otros estudios realizados en base a prestación de servicios de empresas privadas, los que se toman de base para hacer los dibujos que en las siguientes hojas se muestran.

### 3. AREAS DE APLICACION GENERAL

Las áreas a estudiar siguen el desarrollo normal del estudio del tramo carretero, enfocando estas áreas desde el diseño, hasta la presentación gráfica en planos finales; no considerando las fases de estudio como: Estudio económico-social, Aerofotogrametría y Reconocimiento del terreno, por estar fuera de el objetivo de este trabajo.

### 3.1 TOPOGRAFIA Y PLANIMETRIA

La topografía se ha definido como una ciencia y el arte de determinar la localización espacial de las posiciones relativas de puntos ubicados sobre la superficie terrestre; próximos a ella, sobre ella o abajo de ella. Otros autores mencionan que la topografía es el arte de medir distancias horizontales y verticales entre objetos y otros la definen como una disciplina que abarca todos los métodos para reunir y procesar información acerca de partes físicas de la tierra.

Gran parte de la información de un levantamiento se registra gráficamente en los planos de construcción, perfiles, secciones transversales y diagramas.

#### HISTORIA DE LA TOPOGRAFIA.

Los registros históricos más antiguos que hay en existencia y que tratan directamente de la topografía indican que este arte se principió en Egipto. Herodoto dice que Sesostenes, (más o menos en el año de 1,400 a.C.) dividió las tierras de Egipto en predios para fines de aplicación de impuestos. Las inundaciones anuales del Nilo hicieron desaparecer porciones de estos lotes, y se designaron topógrafos para reponer los límites.

Usando de base estos trabajos, fué posible que los primeros filósofos griegos desarrollaran la ciencia de la geometría.

El verdadero desarrollo del arte de la topografía lo realizaron los romanos, por medio de Fronticios, quién escribió la obra más conocida sobre topografía.

En la Edad Media, la ciencia de los griegos y los romanos fué mantenida viva por los arabes, dentro de las cuales figuraba la topografía.

En el siglo XIII, Von Piso escribió la práctica geometría que contenía instrucciones sobre los métodos topográficos.

En los siglos XVIII y XIX avanzó más rápidamente el arte de la topografía. La necesidad de mapas y la fijación de linderos nacionales hicieron que Inglaterra y Francia realizaran extensos levantamientos que requirieron de triangulaciones de precisión. Así comenzaron los levantamientos geodésicos.

El aumento del valor de la tierra y la importancia de la exactitud de los linderos, aunados a la demanda de mejoras públicas en los servicios de caminos, canales y ferrocarriles, llevaron a la topografía a una posición prominente. Mas recientemente, el gran volumen de la construcción general, las numerosas particiones de la tierra, la necesidad de mejores registros y las demandas planteadas por los programas de exploración y estudio ecológico han implicado un desarrollo creciente de los trabajos de topografía.

## **USOS DE LA TOPOGRAFIA.**

Como se mencionó anteriormente, los primeros levantamientos topográficos se efectuaron con el propósito de establecer linderos de predios, lo que hoy, aún es una práctica común.

Los proyectos de construcción se planifican en base a levantamientos antes y durante la etapa de construcción.

## **LOS DIBUJOS DE TOPOGRAFIA.**

Los dibujos en topografía consisten en perfiles, planos y ciertos cálculos gráficos. La utilidad de estos dibujos depende de la precisión con que los puntos y las líneas se proyectan en el papel. En la mayor parte de los casos se muestran pocas dimensiones, y las personas que consultan los dibujos deben tomar las distancias con escala o medir ángulos.

### **3.1.1 POLIGONAL.**

Una poligonal se refiere a una serie de líneas rectas consecutivas a lo largo del recorrido de un levantamiento, en la que las longitudes y direcciones se determinan por mediciones en el campo, usando el principio de que en cada punto en que la poligonal cambia de dirección se efectúa una medición angular con un tránsito o teodolito.

Existen dos tipos de Poligonales: la cerrada y la abierta. En una poligonal cerrada las líneas regresan al punto de partida.

La poligonal abierta esta formada por una serie de líneas consecutivas que no regresan al punto de partida.

#### **3.1.1.1 LINEA PRELIMINAR**

La línea preliminar se obtiene mediante un levantamiento topográfico. en ella se visualizan las sinuosidades y accidentes geográficos del tramo en estudio. Es entonces la línea preliminar una poligonal abierta formada por ángulos y tangentes que definen la estructura elemental de un trazo determinado.

#### **3.1.1.2 LINEA DE LOCALIZACION**

Luego de un estudio detallado y tanteos realizados en gabinete, considerando especificaciones y criterios de diseño sobre la línea preliminar, se obtiene una línea de localización, en la que se busca mejorar la preliminar tanto en curvas como en pendientes; de tal forma que sea lo más cómoda y segura posible para el desplazamiento de un vehículo.

### 3.1.2 DIBUJO CURVAS DE NIVEL

#### TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL.

Tomados los datos de los puntos de control en posición horizontal y vertical, puede decirse que con cálculos matemáticos sencillos puede obtenerse coordenadas X, Y y Z de las estaciones y puntos de base tomados en forma aleatoria en el terreno o tomarse en forma de posiciones en una cuadrícula regular.

El dibujo de curvas de nivel se realiza hasta un cierto punto, en forma estimativa por lo cual se requiere que el dibujante posea experiencia y criterio para que las curvas de nivel representen de la mejor forma posible la configuración real de la superficie del terreno.

Las curvas de nivel se trazan en planta, en forma de líneas finas, suaves, a mano y ancho uniforme. Se acostumbra que la quinta línea se dibuje más gruesa que las demás y algunas veces se dibujan primero para facilitar la localización de las curvas de nivel intermedio.

Las cotas de elevaciones de las curvas de nivel son indicadas con números colocados a intervalos pre-determinados; por lo regular se indica la elevación de la quinta curva; pero, en áreas con pocos desniveles en donde las curvas están muy espaciadas, cada curva puede marcarse con su elevación, interrumpiendo la línea para dejar espacio al número. Por lo regular los números se orientan para poder ser leídos desde uno o dos lados del plano. En puntos importantes las elevaciones son indicadas; puntos tales como: intersecciones de carreteras, puentes, superficie de agua, cimas y depresiones.

#### TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL POR INTERPOLACION (METODO DE CUADRICULA)

Uno de los procedimientos para trazo de curvas de nivel consiste en espaciar las curvas de nivel en forma proporcional entre los puntos dibujados.

#### TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL POR SECCIONES TRANSVERSALES.

En este método los puntos del terreno se encuentran a lo largo de líneas relativamente cortas, perpendicularmente a la línea principal o línea de base de la poligonal. Las estaciones se ubican a lo largo de las líneas de la poligonal separadas entre sí por una distancia que depende de la irregularidad del terreno y de la distancia entre las curvas de nivel.

La obtención de detalles con secciones transversales es apropiada cuando el área que se va a configurar es una franja larga y angosta.

### 3.2 TRAZO GEOMETRICO DE CALLES (VERTICAL Y HORIZONTAL)

El trazo geométrico de calles es más que un dibujo, una obra de visualización, en el que se



deben colocar todos los detalles que al final proporcionarán la vista en la fase final de diseño y en la estimación de cantidades de obra a usarse.

## **ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL. GENERALIDADES**

En la localización de carreteras, vías férreas, canales y ductos, las curvas horizontales que se emplean en los puntos de cambio de dirección son arcos de círculo.

Las líneas rectas que conectan estas curvas circulares son tangentes a ellos y por consiguiente, se les denomina tangentes.

Las curvas verticales son generalmente arcos de parábolas. Las curvas horizontales parabólicas se emplean ocasionalmente en levantamientos de carreteras.

### **CURVAS VERTICALES.**

Con objeto de que no exista un cambio brusco en la dirección vertical para los vehículos en movimiento en carreteras y ferrocarriles, los segmentos se conectan con una curva en un plano vertical, denominada curva vertical. La curva vertical es el arco de la parábola, ya que esta curva se adapta bien al cambio gradual de dirección y permite el cálculo rápido de las elevaciones sobre la curva.

### **3.3 SECCIONES TÍPICAS VARIAS**

Para trazar secciones típicas es importante conocer los datos de las rasantes. Para seleccionar una rasante se hace por medio de tanteos y se logra suavizar por experiencia del diseñador. La rasante ideal es la que compensa cortes con rellenos.

Teniendo datos de rasante y diseño de calzada, se trazan secciones típicas sobre las secciones transversales con el objeto de obtener áreas de corte y de relleno, que luego al multiplicarlas por una longitud dan volúmenes de movimiento de tierras a ejecutar y que inciden en el costo de la obra.

En un proyecto de construcción de caminos, las cantidades de tierra que se suprimen de algunas áreas (corte) y se agregan a otras (relleno) deben balancearse, pues de lo contrario será necesario adquirir y transportar material de relleno adecuado adicional.

La computadora, con un despliegue gráfico, puede proporcionar información gráfica a los ingenieros acerca de la cantidad de material de relleno que se requiere en una determinada pendiente para cada una de las distintas áreas. Los ingenieros pueden examinar muchas alternativas y determinar cuál es la que proporciona la mejor combinación de funcionalidad y economía.

**TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.**

Estos trabajos consisten en el movimiento de materiales con objeto de establecer una superficie predeterminada para la construcción de obras públicas y privadas y la determinación de volumen de materiales movidos. El trabajo de campo consiste en obtener datos del terreno generalmente perfiles y secciones transversales y en la colocación de estacas de elevación y de taludes para guiar los trabajos de construcción en el sitio de la obra. El trabajo de gabinete incluye la obtención de los datos del terreno a partir de planos o por métodos fotogramétricos, el procesamiento de los datos del terreno, el cálculo de volúmenes de corte o terraplenes y la determinación de los procedimientos más económicos para la ejecución de los mismos. Los trabajos y cálculos de los movimientos de tierra son elementos clave en el procedimiento general de localización de rutas.

## CAPITULO 4

### AREAS DE APLICACION ESPECIFICA

#### 4.1 ITERACIONES TOPOGRAFICAS DE POLIGONAL ABIERTA

##### DIBUJO POLIGONAL ABIERTA

Cualquier tipo de dibujo es posible realizarlo en AutoCAD, algunos con mayor rapidez que otros, dependiendo de su complejidad. En el caso particular de carreteras, una poligonal abierta o radiación desde un punto, se puede desarrollar debido a la facilidad del programa para dibujar por medio de coordenadas o con rumbos y distancias.

Cuando se realiza un dibujo, AutoCAD guarda en un archivo toda la información del dibujo, de acuerdo a la forma en que se ingreso la información permitiendo esto que se pueda verificar la información ingresada a la base de datos.

##### LEVANTAMIENTO PRELIMINAR

Conociendo los poblados a unir por medio de una carretera y después de un análisis Costo/Beneficio, se hace una selección de ruta, utilizando para ello un mapa escala 1:50,000 del área bajo estudio. Con base en esta selección y considerando niveles de terreno, se realiza un reconocimiento de campo. Si se concluye que se adapta al terreno, entonces se procede a realizar la preliminar de campo, comparando la selección de ruta con la situación real del terreno por medio de estudios topográficos, esto es: trazo de líneas rectas, para unir los dos puntos bajo estudio, que luego se corregirán las veces que sea necesario hasta llegar a obtener una línea de Localización, la que se suavizará por medio de curvas horizontales y verticales y demás parámetros necesarios en el diseño de una carretera.

Consideradas todas las soluciones que en el estudio de reconocimiento se han detectado y desechadas algunas, las que quedan hay que estudiarlas con todo detalle con el objeto de seleccionar la más viable tanto económica como desde el punto de vista de la ingeniería.

##### PROCEDIMIENTO EN GABINETE Y CAMPO

En mapas 1:50,000 se van dejando marcas con compas, esto de acuerdo a pendientes de diseño y distancia entre curvas, dejando una línea de bandera que sirve como línea preliminar. Luego en el campo se debe hacer el reconocimiento en base a la selección de ruta; de aquí, se obtiene la localización de puntos de la línea de bandera con rumbos y distancias o deflexiones contra distancias; dependiendo del tipo de topografía que se haga. Esta información se procesa tratando de tener la información necesaria para dibujar por medio de coordenadas totales X e Y o azimut y distancia, teniendo así la línea preliminar.

En el desarrollo de este trabajo, la línea preliminar se dibuja en AutoCAD por medio de coordenadas totales obtenidas del procesamiento de los datos de la topografía de campo. Estos datos aparecen en el cuadro No. 1 y para el cálculo de coordenadas se usan las fórmulas  $X = \text{distancia} \cdot \text{Seno}(\text{Azimut})$  e  $Y = \text{distancia} \cdot \text{Coseno}(\text{Azimut})$ , para encontrar coordenadas parciales y luego se acumulan éstas para obtener coordenadas totales. Dichos cálculos se realizan en una hoja electrónica realizando las operaciones con fórmulas.

Dibujar en Autocad es bastante sencillo, pero al ir observando como va quedando el dibujo, se presentan problemas que se deben resolver en gabinete, lo que atraza un dibujo.

Utilizando AutoCAD y definidas las variables: formato a utilizar, escala, etc, se procede a graficar las coordenadas totales en el plano en 2 dimensiones por medio del comando pline. Los textos en el dibujo son importantes para identificar puntos; Autocad tiene la opción de introducir textos con variedad de tipos de letra que trae definidos. El logo de dirección del Norte es un dibujo separado y guardado en un archivo aparte, que puede ser utilizado en cualquier plano con solo llamarlo con la función INSERT, (Ver plano No. 1).

El Plano No. 1 se encuentra desfazado de la coordenada 0,0 ya que de referencia para el cálculo de coordenadas se utilizó la coordenada 10000,10000. El plano empleado es un DIN A2.

El proceso manual hubiera sido trazar la línea Central por Coordenadas en rollos de papel; lo que da idea de un buen ahorro de tiempo si el dibujo se desarrolla en Autocad, debido al tiempo empleado en las mediciones con los instrumentos manuales.

Para el presente estudio, se trata de ahorrar el tiempo de realización que conllevan los planos finales, en vista de que los dibujos iniciales se actualizarán con las revisiones y modificaciones que en el diseño se llegue a determinar que son necesarias para cumplir con las normas técnicas del diseño de carreteras.

Sobre la línea preliminar del plano No. 2, se trazan secciones transversales cada 20 metros, utilizando una línea recta perpendicular a la línea central, para cuyo caso se crea un bloque con una línea recta, un círculo en la mitad de la línea y un texto al lado izquierdo, para indicar la estación en que se encuentra dicha perpendicular. Este bloque es insertado en cada uno de los puntos definidos en el cuadro No. 2, en forma perpendicular a la línea preliminar.

## **LINEA DE LOCALIZACION**

La línea de localización, se dibuja en el mismo plano de la preliminar; determinando todas las intersecciones para calcular: rumbos, distancias, coordenadas, longitudes de curva, tangentes, estacionamientos de PC y PT.

Para afinar la línea se debe replantear en el campo, nivelar y sacar secciones transversales en cada estación y puntos de cambios bruscos. Estos resultados se dibujan en papel milimetrado

en trabajo a mano y en el plano No. 3 de línea de localización de el proyecto bajo estudio, realizado en Autocad.

Puede observarse en este plano No. 3 que sobre la línea de localización se han trabajado todos los elementos y colocado la información, en la forma en que los datos han sido calculados.

El perfil de la línea de localización está trazado en el dibujo, que en el orden normal de diseño luego mostrará curvas verticales; este perfil puede tomarse como constante, a escalas diferentes, con el plano vertical a escala 1:100 para notar los cambios en el terreno, como puede observarse en el plano No. 4.

## **DIBUJO CURVAS DE NIVEL**

Para dibujar las curvas de nivel de la línea preliminar hecha en Autocad, el procedimiento es exactamente igual al proceso a mano, con la ventaja de que se realiza el trabajo una sola vez, pudiendo sacar varias copias impresas en papel. Para ello se utilizan los datos del Cuadro No. 3, que son datos de elevaciones de secciones transversales de una poligonal abierta y línea preliminar.

Con la novedad de las versiones a partir de la 11 de Autocad, de interfase de programación en C; es posible trabajar de una forma más rápida, elaborando un programa que interpole dichos puntos y obtener así el dibujo de curvas de nivel con solo ingresar distancia y elevación de los puntos sobre la perpendicular a la línea preliminar.

## **4.2 ITERACIONES DE CURVAS HORIZONTALES**

### **TRAZO GEOMETRICO DE CURVAS HORIZONTALES**

En el plano No. 3, y tomando como base la línea de localización afinada, se procede a dibujar todos los datos que se han obtenido de trabajo de gabinete y de topografía de campo. Es mejor si se tienen ubicados todos estos datos en un sistema de coordenadas X,Y.

En el cuadro No. 4 se han calculado los valores de los elementos de curvas horizontales como: G, Delta, longitud de curva, subtangente y radio; importantes para definir la forma de las curvas en base a las fórmulas establecidas para el diseño técnico de carreteras.

En el cuadro No. 5 se encuentran calculadas las coordenadas de los elementos de curvas horizontales para la rápida elaboración del plano por medio de ingreso de datos por coordenadas.

Para este dibujo fué necesario utilizar varios comandos de Autocad que facilitaron el trabajo, como por ejemplo el comando Offset utilizado para hacer una copia de una línea equidistante a otra para evitar el efecto de pérdida de engrosamiento de elementos a ángulos diferentes.

Notese además que el ashurado del jardín central, haciendose a mano, hubiera llevado

bastante tiempo en su realización, sin embargo, con una opción de Autocad es posible realizarlo de una forma más rápida; únicamente delimitando las áreas en las que se desea. (Ver plano No. 3).

### **GRADO DE CURVATURA (G)**

Para escoger el grado de curvatura, éste se escoge tomando como base círculos a escala con diferente radio y colocandolo sobre las líneas tangentes y su intersección para notar la forma que toma; este proceso puede abreviarse en autocad, trazando los círculos a radio definido y superponiendolo en el dibujo (ya que al mover un objeto aparece punteado y se ve el desfase en el dibujo), notando siempre la forma que adquiere y ajustandolo a la mejor, de acuerdo a las disposiciones técnicas con que se cuenta.

### **4.3 ITERACIONES DE CURVAS VERTICALES**

#### **TRAZO GEOMETRICO DE CURVAS VERTICALES**

Como puede observarse en el plano No. 4, en él se encuentra dibujado el perfil del terreno. Los datos de coordenadas de perfil tomados de la libreta de campo del topógrafo están tabulados en el cuadro No. 7, y La escala horizontal es mayor que la escala vertical, para visualizar de una forma exagerada la situación real del terreno.

Asimismo contiene el plano No. 4, ubicación y posición de los pozos de visita que serán colocados en el tramo carretero para el desagüe de aguas pluviales, para lo cual se hizo previamente un estudio que define: tipo de tubería a colocar y su ubicación.

Todo el dibujo del plano No. 4, está hecho a base de líneas y arcos, considerando las especificaciones para este tipo de carretera, que se encuentran tabulados en cuadro No. 6 y que se basa en el hecho de que cada punto de intersección vertical debe ser afinado por medio de una curva, con el proposito de suavizar el cambio de pendiente.

Para facilitar el trabajo se han creado bloques de dibujos que luego han sido insertados en el plano para evitar pérdidas de tiempo en detalles minuciosos, como en el caso de los pozos de visita.

Además se han dibujado líneas guía de altitud para visualizar de una forma más clara la posición de algunos elementos en el terreno.

#### **AREAS DE CORTE Y RELLENO EN SECCIONES TIPICAS**

El cálculo de áreas de corte y relleno puede hacerse planimetrando el área entre rasante transversal del terreno y el diseño transversal de carretera; o en lugar de planimetrar calculando el área directamente en Autocad por medio del comando Area y definiendo la figura a calcularle el área, lo que facilita en gran manera el cálculo que será más exacto, debido a la precisión del

dibujo.

En el proceso de diseño a mano, se dibujan en papel milimetrado a escala 1:100, tanto rasante transversal del terreno como el diseño transversal de carretera; para determinar luego el área de corte o relleno, ya sea por medio del planímetro o por cualquier otro método. Para el proceso de diseño utilizando AutoCAD, se dibuja la rasante transversal del terreno y diseño transversal de carretera, luego puede calcularse el área delimitando los puntos de intersección de éstos.

## CAPITULO 5

### VENTAJAS Y DESVENTAJAS

#### 5.1 VENTAJAS:

La ventaja que se tiene en la utilización de dibujo por computadora, es que si un dato se ingresó mal, no es necesario volver a hacer de nuevo el dibujo, sino que únicamente se hacen las correcciones en donde corresponde, sin dañar la parte que está bien.

En el dibujo de un plano de cualquier tipo, es muy común que casi el 50 % de éste esté formado por textos, que dan información de detalles importantes para la construcción de un elemento. En el proceso manual, a esta labor debe dedicarse gran cantidad de tiempo, utilizando para ello el lero y sus regletas; sin embargo, con los sistemas CAD, este trabajo puede realizarse fácilmente y en corto tiempo. Claro que el resultado final se obtiene cuando se envía el dibujo a una impresora gráfica o un plotter.

Existe una gran diversidad de comandos, específicos que permiten realizar dibujos especiales con buen grado de detalle.

El empleo del equipo para dibujar como regla T, escuadras, rapidografos, etc, es sustituida de esta forma por la computadora.

Puede hacerse un bosquejo de dibujo en un sistema CAD, imprimirlo y luego trabajar a mano las modificaciones o si no hacer el bosquejo y modificaciones directamente en la computadora; que de todos modos puede usarse como un bosquejo. El problema de la primera opción radica en que al pasarlo en limpio se pueden cometer errores.

#### 5.2 DESVENTAJAS

La desventaja principal, radica en el tipo de impresión, la cual depende del Hardware con que se trabaja, que puede ser desde una impresora de matriz, impresora laser o plotter de inyección a tinta.

Asímismo la velocidad de generación de dibujos puede que sea un poco lenta pero ello dependerá del modelo y marca de la computadora y de la complejidad del dibujo.



## **CONCLUSIONES**

Es obligación de cada profesional conocer la tecnología moderna y saber manejarla para desarrollar sus actividades con mayor rapidez y eficacia y obtener así más tiempo para dedicar a la elección de la mejor alternativa de un proyecto.

La rapidez con que se realiza un dibujo en AutoCAD, depende de la habilidad del manejo del programa por parte del operador, entendimiento del proceso a seguir y de la forma en que se organice el trabajo; ya que lo más importante en este caso es planificar la ejecución de dibujo específico.

Ya que AutoCAD es un programa utilizable para dibujos en 2 y 3 dimensiones, pueden realizarse dibujos esquematizando la posición relativa horizontal, conocida como PLANIMETRIA y posición relativa vertical o ALTIMETRIA, asimismo por la forma de ingreso de datos y visualización en plano, es posible calcular pendientes de acuerdo a mediciones en el plano.

A pesar de la versatilidad de Autocad para la creación de planos ingenieriles, nunca debe perderse de vista de que el elemento humano desarrolla una función importante en la realización de los mismos y no deja de ser indispensable para el manejo y programación del diseño de dibujos y cálculo.

Ya que de el proyecto tomado de base para la realización de este trabajo existen planos finales, se toman éstos y se comparan con los obtenidos del dibujo por computadora, determinando que el procedimiento empleado en la realización del dibujo es aceptable y exacto y que esta forma el dibujo es más presentable y acepta modificaciones, si el diseño lo exige; de lo cual se concluye que la realización de dibujo por computadora es una alternativa más, puesta a disposición de todos los profesionales para realizar planos con mayor exactitud, rapidez, limpieza, etc.

## RECOMENDACIONES

Los programas de dibujo en la actualidad son sólo para diseño de planos y no para cálculos. Sin embargo, Autocad se actualiza en función de las necesidades que se tienen, innovando formas para facilitar el diseño de planos, mostrándose esto en que en la actualidad la versión 11 de Autocad trae nuevas aplicaciones, como lo es la Interfase de Programación en C, soporte en red; lo que permite a dos usuarios acceder a partes distintas de un mismo plano y lo más importante: cálculo automático de los datos técnicos de los dibujos, con lo cual los cálculos que en este trabajo se realizaron utilizando otro paquete, si se utiliza la versión 11, pueden hacerse dentro del programa Autocad.

Si se planifica la realización del dibujo con rumbos y distancias, debe tenerse el cuidado que los datos sean obtenidos de acuerdo a coordenadas totales, para evitar así que se trabaje con datos en los que no se ha distribuido el error de cierre angular y en distancias.

Se aconseja que esta tesis sea utilizada como una consulta rápida, no se pretende que la misma sea consultada para el aprendizaje total, ya que se han obviado muchas cosas importantes pero minuciosas, que solo se pueden obtener con la experiencia.

También deberá considerarse que la velocidad con que se pueda realizar una tarea depende mucho del conocimiento que se tenga sobre el paquete y velocidad del Hardware; de acuerdo a esto, se puede comparar entre la realización de un dibujo a mano y un dibujo utilizando AUTOCAD en su desarrollo.

**BIBLIOGRAFIA**

- Aldana Santizo, Mario Alberto. Selección de rutas para carreteras utilizando mapas topográficos y fotografía aérea.  
Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC.  
Guatemala, Enero 1,980
  
- AutoCAD. The AutoCAD Drafting Package  
Reference Manual  
Feb 4, 1,987.
  
- AutoCAD. The AutoCAD Drafting Package  
Installation and Performance Guide  
Edition for the IBM Personal Computer  
Sept. 11, 1,987
  
- AutoCAD. AutoCAD release 9  
Reference Manual Supplement  
Sept. 1, 1,987.
  
- AutoCAD. AutoLISP Release 9  
Programmer's Reference  
Sept. 1, 1,987.
  
- Cogollor Gomez, Jose. Enciclopedia de AutoCAD 11.  
Estados Unidos; Editorial RAMA 1.992.
  
- Chang Liang, Ramon. Las computadoras y el diseño de Carreteras.  
Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC  
Sept. 1,970
  
- Demel, Jhon T. Gráficas por Computadora.  
Traducido de la 1era edicion en ingles por Roberto Luis Escalona de  
Introduction to computer Graphics. Mexico; Edit. McGraw  
Hill, Abril 1,988
  
- Gillet Scheel, Frederick Lawrence. Elementos basicos para el dibujo en Ingeniería.  
Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, USAC  
Nov. 1,980
  
- Luzadder, Warren J. Fundamentos de Dibujo en Ingeniería.  
9na edicion, Mexico; Prentice Hall Hispanoamericano S. A. 1,988

# ANEXO 1

## COMENTARIOS ESPECIALES

Actualmente existe una gran variedad de Software que se puede entrelazar con el Software de Dibujo Asistido por Computadora para realizar operaciones que faciliten el dibujo y diseño ingenieril. Un ejemplo lo constituye el software para Scanner. Scanner son dispositivos que sirven para trasladar un dibujo de una hoja de papel a archivos que se pueden almacenar en diskette y desplegar luego en pantalla gráfica por medio de un sistema parecido al de fotocopiado y que luego; utilizando un manejador, puede trasladar archivos a dibujos de Autocad.

Con este sistema, imagínese un diseño de carretera de la siguiente forma: La hoja cartográfica o parte de ella con curvas de nivel y detalles, que se obtiene en el Instituto Geográfico Militar, se traslada a un archivo de dibujo en Autocad por medio de un scanner, dentro de este archivo puede hacerse la selección de ruta, tomando en consideración todos los accidentes geográficos: ríos, lagos, áreas forestales, etc, dando autocad la ubicación precisa de estas líneas, con el fin de rectificarlas.

De igual forma, con el fin de aprovechar al máximo el tiempo pueden trasladarse archivos de Autocad a otro paquete de dibujo como DesignCAD o a programas de dibujo como Paint Brush o viceversa.

Los modelos tridimensionales de edificios permiten a los ingenieros y arquitectos estudiar el impacto de un sólo edificio o de un grupo de ellos. Mediante paquetes de gráficas complejos como el caso de Autoshade, en el que pueden ser utilizados dibujos de Autocad; los diseñadores pueden realizar un recorrido simulado a través de las habitaciones o por los exteriores de edificios para apreciar mejor el efecto integral de un diseño particular.

Notese que en Autocad se realizan dibujos con estructura de alambre, luego con Autoshade puede hacerse un modelado tridimensional sombreado; que muestra con más realidad la disposición final de un objeto.

Para obtener una copia en papel de un dibujo hecho en computadora, pueden utilizarse dispositivos tipo delineadores comunmente llamados Plotter's, en los cuales pueden sacarse planos A4, A3, A2, A1, A0, u otro tamaño; esto también dependiendo del modelo del plotter o utilizando una impresora grafica de cualquiera de los siguientes tipos: de matriz, de inyección de tinta o laser.

El grado de claridad a obtener dependerá de qué impresor o delineador se tenga.

Es importante hacer resaltar que para el diseño de carreteras, el dibujo directamente en AutoCAD es solo una alternativa, ya que existen programas específicos en los cuales es posible realizar el diseño de una forma más rápida, como es el caso de Autocivil que utiliza la plataforma AutoCAD para la realización de planos, presentando curvas de nivel, cortes en una carretera, etc; de una forma más fácil.

Asimismo, existe Cartomap; que realiza una operación parecida a la explicada anteriormente.

Así pueden enumerarse varios programas que pueden utilizarse para el diseño de carreteras, que existen en el mercado en la actualidad y que seguirán apareciendo conforme la tecnología sea aceptada para este trabajo.

# ANEXO 2

## CONTIENE:

<b>CUADRO No. 1,</b>	Datos de preliminar de línea central.
<b>CUADRO No. 2,</b>	Datos de línea de localización de línea central.
<b>CUADRO No. 3,</b>	Libreta de secciones transversales de línea de preliminar.
<b>CUADRO No. 4,</b>	Datos de curvas horizontales de línea de localización.
<b>CUADRO No. 5,</b>	Datos de curvas horizontales de línea de localización.
<b>CUADRO No. 6,</b>	Datos de curvas verticales de línea de localización.
<b>CUADRO No. 7,</b>	Coordenadas de la rasante natural del terreno.
<b>PLANO No. 1,</b>	Línea preliminar, Bosquejo inicial,
<b>PLANO No. 2,</b>	Línea preliminar, Curvas de nivel,
<b>PLANO No. 3,</b>	Línea de localización, Curvas horizontales,
<b>PLANO No. 4,</b>	Línea de localización, Curvas verticales.

CONSTRUCTORA:

PROYECTO:

LOCALIZADO:

LÍNEA CENTRAL

AVE. PETAPA - SAN MIGUEL PETAPA

SAN MIGUEL PETAPA

CUADRO No. 1

No.	PUNTOS OBSERVADOS			DEFLEXIONES		DISTANCIA	X	Y	Z
	PI-1	PI-2	PC-PT	RUMBO	AZIMUT				
P-0		0 + 000					10,000.0000	10,000.0000	1,414.0200
P-1	0 + 000	0 + 018.67		SUR FRANCO	180°00'00"	18.67	10,000.0000	9,981.3300	1,412.3400
P-2	0 + 018.67	0 + 269.61		S 21°25'41" W	201°25'41"	250.94	9,908.3200	9,747.7400	1,408.1800
P-3	0 + 269.61	0 + 375.93		S 31°00'00" W	211°00'00"	106.32	9,853.0600	9,656.6000	1,406.5000
P-4	0 + 375.93	0 + 380.00		N 68°48'33" W	291°10'27"	4.07	9,849.7700	9,658.0700	1,405.7000
POT	0 + 380.00	0 + 480.05		S 15°30'00" W	195°30'00"	100.05	9,823.0300	9,561.6600	1,401.1200



CONSTRUCTORA:

PROYECTO:

LOCALIZADO:

AVE. PETAPA - SAN MIGUEL PETAPA  
SAN MIGUEL PETAPA

**CUADRO No. 2**

LÍNEA CENTRAL

No.	PTOS. OBSERVADOS		DEFLEXIONES		DISTAN- CIA	X' PARCIAL	Y' PARCIAL	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
	PI-1	PI-2	RUMBO	AZIMUT						
P-0		0 + 0.00						10,000.00	10,000.00	1,414.02
	0 + 0.00	0 + 16.00	SUR FRANCO	180°00'00"	16.00	0.00	(16.00)	10,000.00	9,984.00	
P-1	0 + 0.00	0 + 18.67	SUR FRANCO	180°00'00"	18.67			10,000.00	9,981.33	1,412.34
P-2	0 + 18.67	0 + 269.61	S 21°25'41" W	201°25'41"	250.94			9,908.32	9,747.74	1,408.18
	0 + 18.67	0 + 20.00			1.33	(0.49)	(1.24)	9,999.51	9,980.09	
	0 + 18.67	0 + 40.00			21.33	(7.79)	(19.86)	9,992.21	9,961.47	
	0 + 18.67	0 + 60.00			41.33	(15.10)	(38.47)	9,984.90	9,942.86	
	0 + 18.67	0 + 80.00			61.33	(22.41)	(57.09)	9,977.59	9,924.24	
	0 + 18.67	0 + 100.00			81.33	(29.71)	(75.71)	9,970.29	9,905.62	
	0 + 18.67	0 + 120.00			101.33	(37.02)	(94.33)	9,962.98	9,887.00	
	0 + 18.67	0 + 140.00			121.33	(44.33)	(112.94)	9,955.67	9,868.39	
	0 + 18.67	0 + 160.00			141.33	(51.63)	(131.56)	9,948.37	9,849.77	
	0 + 18.67	0 + 180.00			161.33	(58.94)	(150.18)	9,941.06	9,831.15	
	0 + 18.67	0 + 200.00			181.33	(66.25)	(168.60)	9,933.75	9,812.53	
	0 + 18.67	0 + 220.00			201.33	(73.55)	(187.41)	9,926.45	9,793.92	
	0 + 18.67	0 + 240.00			221.33	(80.86)	(206.03)	9,919.14	9,775.30	
	0 + 18.67	0 + 260.00			241.33	(88.17)	(224.65)	9,911.83	9,756.68	
P-3	0 + 269.61	0 + 375.93	S 31°00'00" W	211°00'00"	106.32			9,953.06	9,656.60	1,406.50
	0 + 269.61	0 + 280.00			10.39	(5.35)	(8.91)	9,902.97	9,738.83	
	0 + 269.61	0 + 300.00			30.39	(15.65)	(26.05)	9,892.67	9,721.69	
	0 + 269.61	0 + 320.00			50.39	(25.95)	(43.19)	9,882.37	9,704.55	
	0 + 269.61	0 + 340.00			70.39	(36.25)	(60.34)	9,872.07	9,687.40	
	0 + 269.61	0 + 360.00			90.39	(46.55)	(77.48)	9,861.77	9,670.26	
P-4	0 + 375.93	0 + 380.00	N 68°49'33" W	291°10'27"	4.07			9,849.77	9,658.07	1,405.70
	0 + 380.00	0 + 400.00			20.00	(5.34)	(19.27)	9,844.43	9,638.80	
	0 + 380.00	0 + 420.00			40.00	(10.69)	(38.55)	9,839.08	9,619.52	
	0 + 380.00	0 + 440.00			60.00	(16.03)	(57.82)	9,833.74	9,600.25	
	0 + 380.00	0 + 460.00			80.00	(21.38)	(77.09)	9,828.39	9,580.98	
	0 + 380.00	0 + 480.00			100.00	(26.72)	(96.36)	9,823.05	9,561.71	
POT	0 + 380.00	0 + 480.05	S 15°30'00" W	195°30'00"	100.05			9,823.03	9,561.66	1,401.12

LIBRETA DE PRELIMINAR

CUADRO No. 3

PETAPA - SAN MIGUEL P.

Fecha 29-5-91

Operador

Localización

Descripción de la Línea

Lib. de Campo No.

Lib. de Oficina No.

NSWE de Guatemala-Ruta No.

SECCIONES TRANSVERSALES ORIGINALES

	-0.10	0.00	0.10	1,414.02	0.00	-0.20	-0.50				
	20.00	10.00	4.50	0 + 000	4.00	10.00	30.00				
			sobre muro	1,412.25	orilla calle	orilla camino					
			0 + 016								
cerco	0.20	0.10	1,412.42	-0.10	-0.40	0.10					
	11.20	9.70	0 + 020	10.00	18.20	24.70					
cerco	0.00	1,411.29	0.20	-2.30	-1.70	-1.60	-0.50	-0.40	pared		
	6.00	0 + 040	6.30	8.50	10.20	18.30	20.00	23.00			
cerco	0.00	1,410.91	-0.10	-1.90	-1.50	-1.70	-1.20	-0.80	pared		
	6.00	0 + 060	4.20	8.70	9.50	17.50	19.00	22.70			
cerco	0.00	1,410.38	-0.30	-2.00	-1.80	-1.70	-1.20	orilla Sob			
	6.00	0 + 080	5.50	8.50	10.00	17.80	22.00	Banqueta			
cerco	0.10	1,410.03	0.00	-1.90	-1.70	-1.50					
	6.00	0 + 100	6.30	8.80	18.30	24.00		Pared			
cerco	0.10	1,409.61	-0.20	-1.90	-1.70	-1.80	-1.30				
	6.00	0 + 120	2.50	6.70	8.40	18.30	24.30	Pared			
	0.50	0.50	0.20	1,408.72	-0.90	-1.20	-0.80	-0.70			
	6.50	5.00	4.60	0 + 140	7.80	19.00	20.00	23.00	sob. Banqueta		
			0.20	1,408.73	0.10	-1.60	1.60	-0.80	-1.30	-1.50	-1.10
Pared		6.00	0 + 160	4.20	5.20	7.00	7.60	8.50	20.00	24.00	
			-0.20	1,408.65	0.20	-1.80	-1.80	-0.90	-1.40	-1.50	-1.10
Pared		5.70	0 + 180	3.80	5.40	7.00	7.70	8.50	18.00	22.40	
			-0.10	1,408.67	-0.20	-2.30	-2.30	-0.80	-1.50	-1.40	-1.40
Pared		5.70	0 + 200	4.60	5.70	6.80	7.70	8.50	18.50	23.00	
			0.00	1,408.38	-0.10	-2.30	-2.30	1.00	-1.40	-1.20	-1.1
Pared		5.70	0 + 220	4.10	5.80	7.00	7.60	8.50	18.50	22.50	
			-0.10	1,408.41	0.00	-0.90	-2.10	-2.10	-1.1	-1.70	-1.60
Pared		5.70	0 + 240	2.00	5.20	6.00	7.20	7.70	8.50	17.40	
			0.00	1,408.15	-1.00	-2.10	-2.10	-0.80	-1.60	-1.70	-1.40
		5.60	0 + 260	5.30	6.00	7.10	7.80	8.80	18.00	23.70	
	0.30	-0.30	1,408.20	-0.20	-1.10	-2.30	-2.30	-0.90	-1.80	-1.80	
	5.50	1.00	0 + 280	2.00	4.10	5.10	6.00	7.00	8.50	17.70	
	-0.10	-0.30	1,408.38	0.00	-0.60	-2.50	-2.50	-1.50	-2.10	-1.90	
	5.70	1.50	0 + 300	2.00	3.20	4.80	5.90	6.60	7.60	16.50	
	0.80	1.10	1,407.84	-1.60	-1.90	-1.20	-1.40				
	6.00	2.00	0 + 320	7.00	16.20	18.00	22.90				
	3.70	1.40	1,407.21	-0.60	-1.40	-0.60	-0.60	-0.60			
	20.00	10.00	0 + 340	4.50	15.80	15.80	17.00	22.90			
	0.60	0.40	0.60	1,408.82	-1.10	-4.00	-4.00	3.5	-3.60	-2.90	-2.70
	14.00	7.00	1.00	0 + 360	3.50	6.30	6.80	7.60	16.00	16.80	24.10
	2.60	2.70	0.30	-0.90	-0.70	-0.30	1,405.70	0.10			
	22.00	19.70	17.50	17.00	8.60	6.50	0 + 380	0.90	orilla		
	2.50	1.50	-0.70	-0.80	-0.40	-0.10	1,404.85	0.00	-0.20		
	17.80	16.40	15.00	13.40	3.20	1.80	0 + 400	3.00	6.40	orilla Sob. Banqueta	

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



DATOS DE CURVAS HORIZONTALES DE LINEA DE LOCALIZACION

CUADRO No. 5

Est	PO	ESTACION		PO	AZIMUTH	DISTAN.	Y parcial	X parcial	Y total	X total
	P0								10,000.00	10,000.00
P0 - R1		0 +	0.00 -		270 0 0	163.70	0.00	-163.70	10,000.00	9,836.30
R1 - 20		0 +	0.00 - 0 +	20.00	97 0 0	163.70	-19.95	162.48	9,980.05	9,998.78
P0 - P11		0 +	0.00 - 0 +		180 0 0	31.08	-31.08	0.00	9,968.92	10,000.00
R1 - 40		0 +	0.00 - 0 +	40.00	104 0 0	163.70	-39.60	158.84	9,960.40	9,995.14
R1 - PV2		0 +	0.00 - 0 +	53.00	108 33 0	163.70	-52.08	155.20	9,947.92	9,991.50
R1 - 60		0 +	0.00 - 0 +	60.00	111 0 0	163.70	-58.66	152.83	9,941.34	9,989.13
P11 - P1				0 + 61.43	201 30 0	31.08	-28.92	-11.39	9,940.00	9,988.61
P1 - 80		0 +	61.43 - 0 +	80.00	201 30 0	18.57	-17.28	-6.81	9,922.72	9,981.80
P1 - POT		0 +	61.43 - 0 +	95.43	201 30 0	34.00	-31.63	-12.46	9,908.37	9,976.15
P1 - 100		0 +	95.43 - 0 +	100.00	201 30 0	4.57	-4.25	-1.67	9,904.12	9,974.47
P1 - POT		0 +	61.43 - 0 +	115.43	201 30 0	54.00	-50.24	-19.79	9,889.76	9,968.82
P1 - PV3		0 +	61.43 - 0 +	120.00	201 30 0	58.57	-54.49	-21.47	9,885.51	9,967.14
P1 - 140		0 +	61.43 - 0 +	140.00	201 30 0	78.57	-73.10	-28.80	9,866.90	9,959.81
P1 - POT		0 +	61.43 - 0 +	155.43	201 30 0	94.00	-87.46	-34.45	9,852.54	9,954.16
P1 - POT		0 +	61.43 - 0 +	156.68	201 30 0	95.25	-88.62	-34.91	9,851.38	9,953.70
P1 - 160		0 +	61.43 - 0 +	160.00	201 30 0	98.57	-91.71	-36.13	9,848.29	9,952.48
P1 - PV4		0 +	61.43 - 0 +	180.00	201 30 0	118.57	-110.32	-43.46	9,829.68	9,945.15
P1 - POT		0 +	61.43 - 0 +	191.68	201 30 0	130.25	-121.19	-47.74	9,818.82	9,940.87
P1 - POT		0 +	61.43 - 0 +	192.93	201 30 0	131.50	-122.35	-48.19	9,817.65	9,940.41
P1 - 200		0 +	61.43 - 0 +	200.00	201 30 0	138.57	-128.93	-50.79	9,811.07	9,937.82
P1 - 220		0 +	61.43 - 0 +	220.00	201 30 0	158.57	-147.54	-58.12	9,792.47	9,930.49
P1 - POT		0 +	61.43 - 0 +	232.93	201 30 0	171.50	-159.57	-62.85	9,780.44	9,925.75
P1 - 240		0 +	61.43 - 0 +	240.00	201 30 0	178.57	-166.14	-65.45	9,773.86	9,923.16
P1 - POT		0 +	61.43 - 0 +	252.93	201 30 0	191.50	-178.17	-70.18	9,761.83	9,918.42
P1 - 260		0 +	61.43 - 0 +	260.00	201 30 0	198.57	-184.75	-72.78	9,755.25	9,915.83
P1 - PV5		0 +	61.43 - 0 +	280.00	201 30 0	218.57	-203.36	-80.11	9,736.64	9,908.50
P1 - P2		0 +	61.43 - 0 +	282.26	201 30 0	220.83	-205.46	-80.93	9,734.54	9,907.67
P2 - R2		0 +	282.26 - 0 +		291 30 0	229.18	83.99	-213.23	9,818.53	9,694.44
R2 - 300		0 +		300.00	115 56 0	229.18	-100.23	206.10	9,718.31	9,900.54
P2 - P12		0 +	282.26 -		201 30 0	24.09	-22.41	-8.83	9,712.12	9,898.85
R2 - 320		0 +		320.00	120 56 0	229.18	-117.81	196.58	9,700.73	9,891.02
P12 - P3				0 + 330.26	213 30 0	24.09	-20.09	-13.30	9,692.04	9,885.55
P3 - 340		0 +	330.26 - 0 +	340.00	213 30 0	9.74	-8.12	-5.38	9,683.91	9,880.17
P3 - 360		0 +	330.26 - 0 +	360.00	213 30 0	29.74	-24.80	-16.41	9,667.24	9,869.13
P3 - PV6		0 +	330.26 - 0 +	364.00	213 30 0	33.74	-28.14	-18.62	9,663.90	9,866.93
P3 - POT		0 +	330.26 - 0 +	377.26	213 30 0	47	-39.19	-25.94	9,652.84	9,859.61
P3 - 380		0 +	330.26 - 0 +	380.00	213 30 0	49.74	-41.48	-27.45	9,650.56	9,858.10
P3 - POT		0 +	330.26 - 0 +	397.26	213 30 0	67	-55.87	-36.98	9,636.17	9,848.57
P3 - P4		0 +	330.26 - 0 +	399.77	213 30 0	69.51	-57.96	-38.37	9,634.07	9,847.18
P4 - R3		0 +	399.77 - 0 +		123 30 0	190.99	-105.41	159.26	9,528.66	10,006.45
R3 - 400		0 +	399.77 - 0 +	400.00	303 26 0	190.99	105.23	-159.39	9,633.89	9,847.06
R3 - 420		0 +	399.77 - 0 +	420.00	297 26 0	190.99	87.99	-169.51	9,616.65	9,836.94
R3 - POC		0 +	399.77 - 0 +	438.51	291 52 0	190.99	71.13	-177.25	9,599.79	9,829.20
R3 - POC		0 +	399.77 - 0 +	439.76	291 30 0	190.99	70.00	-177.70	9,598.66	9,828.75
R3 - 440		0 +	399.77 - 0 +	440.00	291 26 0	190.99	69.79	-177.78	9,598.45	9,828.67
R3 - PV7		0 +	399.77 - 0 +	448.00	289 2 0	190.99	62.29	-180.55	9,590.94	9,825.90
P4 - P13		0 +	399.77 -		213 30 0	29.4	-24.52	-16.23	9,609.56	9,830.96
P13 - P5				0 + 458.10	196 0 0	29.4	-28.26	-8.10	9,581.30	9,822.85
P5 - 460		0 +	458.10 - 0 +	460.00	196 0 0	1.9	-1.83	-0.52	9,579.47	9,822.33
P5 - POC		0 +	458.10 - 0 +	464.76	196 0 0	6.66	-6.40	-1.84	9,574.89	9,821.02
P5 - POC		0 +	458.10 - 0 +	466.01	196 0 0	7.91	-7.60	-2.18	9,573.69	9,820.67
P5 - 480		0 +	458.10 - 0 +	480.00	196 0 0	21.9	-21.05	-6.04	9,560.24	9,816.82
P5 - 500		0 +	458.10 - 0 +	500.00	196 0 0	41.9	-40.28	-11.55	9,541.02	9,811.30
P5 - POT		0 +	458.10 - 0 +	507.26	196 0 0	49.16	-47.26	-13.55	9,534.04	9,809.30
P5 - 520		0 +	458.10 - 0 +	520.00	196 0 0	61.9	-59.50	-17.06	9,521.79	9,805.79

DATOS DE CURVAS VERTICALES DE LINEA DE LOCALIZACION

CUADRO No. 6

ESTAC.	X	PEND. %	ELEV. S.	ELEV. SUBRAS	CORR. Y	RASANTE CORREG.	ELEV. I.	LINEA DREN.	PEND. DREN.	X ESC 1:100	Y ESC 1:1000
0 + 0	PV1	-1.14	1413.95	1413.95		1413.95	1408.70	1409.00	2%	0.00	1413.95
0 + 45	PCV	-1.14		1413.44	0.00	1413.44		1408.10		4.50	1413.44
0 + 50		-1.14		1413.38	-0.01	1413.37		1408.00		5.00	1413.37
0 + 53	PV2	-1.14	1413.32	1413.35	-0.03	1413.32	1407.64	1407.94	2%	5.30	1413.32
0 + 55		-1.14		1413.32	-0.05	1413.27		1407.90		5.50	1413.27
0 + 60		-1.14		1413.27	-0.11	1413.16		1407.80		6.00	1413.16
0 + 65	PIV	LCV=40		1413.22	-0.19	1413.03		1407.70		6.50	1413.03
0 + 70		-5.00		1412.97	-0.11	1412.86		1407.60		7.00	1412.86
0 + 75		-5.00		1412.72	-0.05	1412.67		1407.50		7.50	1412.67
0 + 80		-5.00		1412.47	-0.01	1412.46		1407.40		8.00	1412.46
0 + 85	PTV	-5.00		1412.22	0.00	1412.22		1407.30		8.50	1412.22
0 + 120	PV3	-5.00	1410.47	1410.47		1410.47	1406.30	1406.60	2%	12.00	1410.47
0 + 145	PCV	-5.00		1409.22	0.00	1409.22		1406.10		14.50	1409.22
0 + 155		-5.00		1408.72	0.04	1408.75		1405.90		15.50	1408.75
0 + 165		-5.00		1408.22	0.14	1408.36		1405.70		16.50	1408.36
0 + 175	PIV	LCV=60		1407.72	0.32	1408.03		1405.50		17.50	1408.03
0 + 180	PV4	-0.80	1407.90	1407.68	0.22	1407.90	1405.10	1405.40	2%	18.00	1407.90
0 + 185		-0.80		1407.64	0.14	1407.78		1405.30		18.50	1407.78
0 + 195		-0.80		1407.56	0.04	1407.59		1405.10		19.50	1407.59
0 + 205	PTV	-0.80		1407.48	0.00	1407.48		1404.90		20.50	1407.48
0 + 280	PV5	-0.80	1406.88	1406.88		1406.88	1403.10	1403.40	2%	28.00	1406.88
0 + 305	PCV	-0.80		1406.68	0.00	1406.68		1402.90		30.50	1406.68
0 + 364	PV6	-0.80	1405.97	1406.21	-0.23	1405.97	1401.43	1401.73	2%	36.40	1405.97
0 + 448	PV7	-0.80	1404.16	1405.54	-1.38	1404.16	1399.75	1400.05	2%	44.80	1404.16
0 + 455	PIV	LCV=300		1405.48	-1.52	1403.96		1399.91		45.50	1403.96
0 + 605	PTV	-4.85		1398.20	0.00	1398.20		1396.91		60.50	1398.20

COORDENADAS DE LA RASANTE  
NATURAL DEL TERRENO

CUADRO No. 7

ESTACION	ELEV. SUBRAS	X ESC 1:100	Y ESC 1:1000
0 + 0.0	1,414.50	0.00	1,414.50
0 + 20.0	1,414.00	2.00	1,414.00
0 + 36.0	1,414.00	3.60	1,414.00
0 + 38.0	1,413.85	3.80	1,413.85
0 + 40.0	1,413.75	4.00	1,413.75
0 + 43.0	1,413.45	4.30	1,413.45
0 + 44.0	1,413.65	4.40	1,413.65
0 + 48.0	1,413.19	4.80	1,413.19
0 + 50.0	1,412.54	5.00	1,412.54
0 + 61.0	1,411.28	6.10	1,411.28
0 + 64.0	1,411.31	6.40	1,411.31
0 + 64.5	1,411.53	6.45	1,411.53
0 + 65.5	1,411.53	6.55	1,411.53
0 + 65.0	1,410.38	6.50	1,410.38
0 + 70.0	1,409.82	7.00	1,409.82
0 + 100.0	1,408.61	10.00	1,408.61
0 + 120.0	1,408.69	12.00	1,408.69
0 + 140.0	1,408.07	14.00	1,408.07
0 + 147.0	1,407.81	14.70	1,407.81
0 + 150.0	1,407.81	15.00	1,407.81
0 + 160.0	1,407.96	16.00	1,407.96
0 + 180.0	1,407.80	18.00	1,407.80
0 + 187.0	1,408.02	18.70	1,408.02
0 + 188.0	1,407.68	18.80	1,407.68
0 + 200.0	1,407.43	20.00	1,407.43
0 + 220.0	1,407.38	22.00	1,407.38
0 + 240.0	1,407.15	24.00	1,407.15
0 + 280.0	1,406.70	28.00	1,406.70
0 + 282.0	1,406.65	28.20	1,406.65
0 + 330.0	1,406.30	33.00	1,406.30
0 + 360.0	1,406.20	36.00	1,406.20
0 + 400.0	1,405.19	40.00	1,405.19
0 + 440.0	1,404.40	44.00	1,404.40
0 + 460.0	1,403.72	46.00	1,403.72
0 + 480.0	1,403.11	48.00	1,403.11
0 + 520.0	1,401.74	52.00	1,401.74

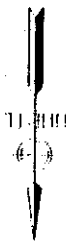
EST.	P.O.	PLANO
0	0+000	0
1	0+100	1
2	0+200	2
3	0+300	3
4	0+400	4
5	0+500	5
6	0+600	6
7	0+700	7
8	0+800	8
9	0+900	9
10	1+000	10
11	1+100	11
12	1+200	12
13	1+300	13
14	1+400	14
15	1+500	15
16	1+600	16
17	1+700	17
18	1+800	18
19	1+900	19
20	2+000	20
21	2+100	21
22	2+200	22
23	2+300	23
24	2+400	24
25	2+500	25
26	2+600	26
27	2+700	27
28	2+800	28
29	2+900	29
30	3+000	30
31	3+100	31
32	3+200	32
33	3+300	33
34	3+400	34
35	3+500	35
36	3+600	36
37	3+700	37
38	3+800	38
39	3+900	39
40	4+000	40
41	4+100	41
42	4+200	42
43	4+300	43
44	4+400	44
45	4+500	45
46	4+600	46
47	4+700	47
48	4+800	48
49	4+900	49
50	5+000	50
51	5+100	51
52	5+200	52
53	5+300	53
54	5+400	54
55	5+500	55
56	5+600	56
57	5+700	57
58	5+800	58
59	5+900	59
60	6+000	60
61	6+100	61
62	6+200	62
63	6+300	63
64	6+400	64
65	6+500	65
66	6+600	66
67	6+700	67
68	6+800	68
69	6+900	69
70	7+000	70
71	7+100	71
72	7+200	72
73	7+300	73
74	7+400	74
75	7+500	75
76	7+600	76
77	7+700	77
78	7+800	78
79	7+900	79
80	8+000	80
81	8+100	81
82	8+200	82
83	8+300	83
84	8+400	84
85	8+500	85
86	8+600	86
87	8+700	87
88	8+800	88
89	8+900	89
90	9+000	90
91	9+100	91
92	9+200	92
93	9+300	93
94	9+400	94
95	9+500	95
96	9+600	96
97	9+700	97
98	9+800	98
99	9+900	99
100	10+000	100

P=0  
0+000

P=1  
0+350.00

P=2  
0+575.93

P=3  
0+800.00

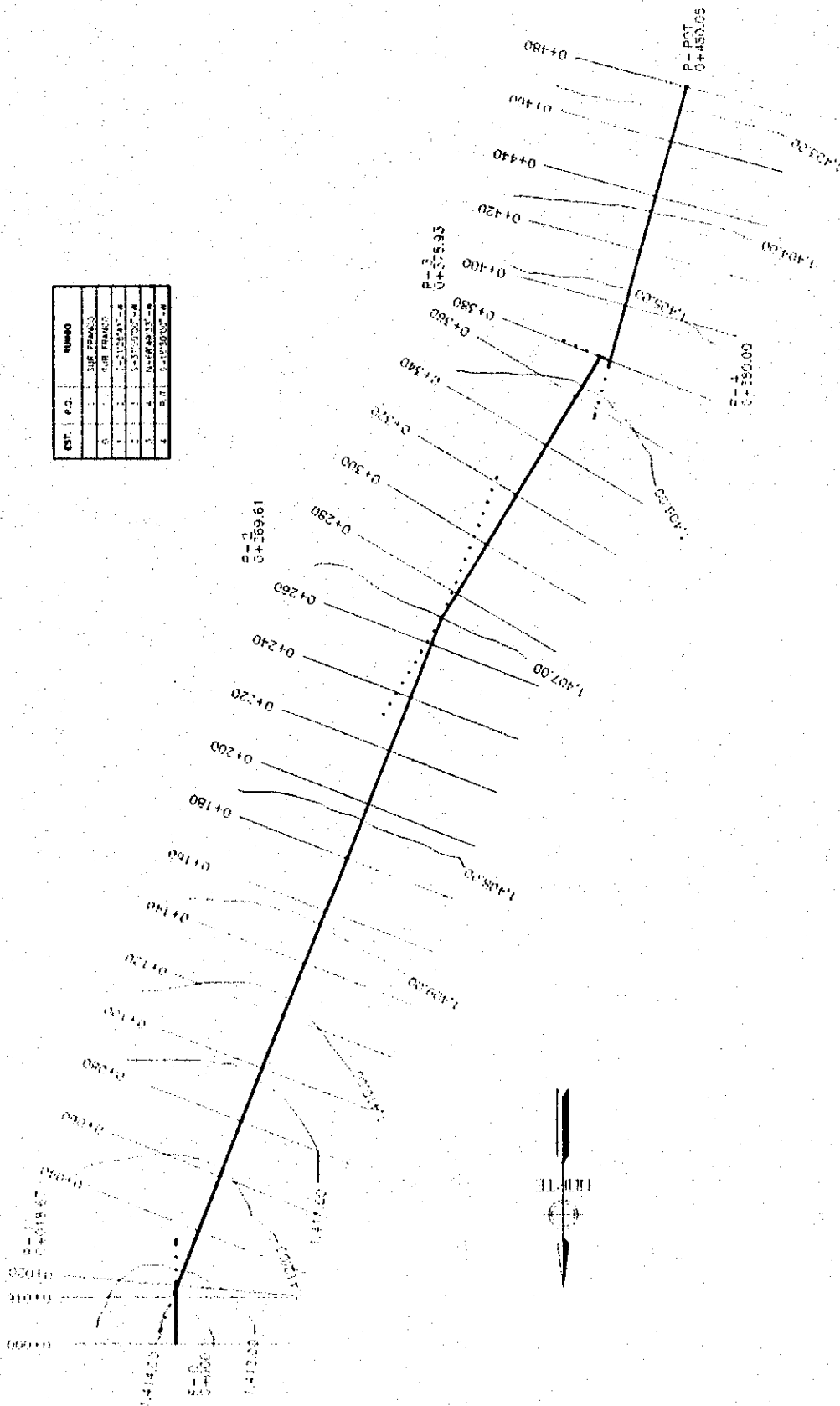


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA

LINEA PRELIMINAR  
BOQUEÑO MUNICIPAL

PROYECTO: BOQUEÑO MUNICIPAL  
AUTOR: ENRIQUE MUÑOZ  
FECHA: 1980  
ESCALA: 1:500  
CLASIFICACION: I

EST.	P.C.	NUMERO
0		SUB. PUNTO
1		SUB. PUNTO
2		SUB. PUNTO
3		SUB. PUNTO
4		SUB. PUNTO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA

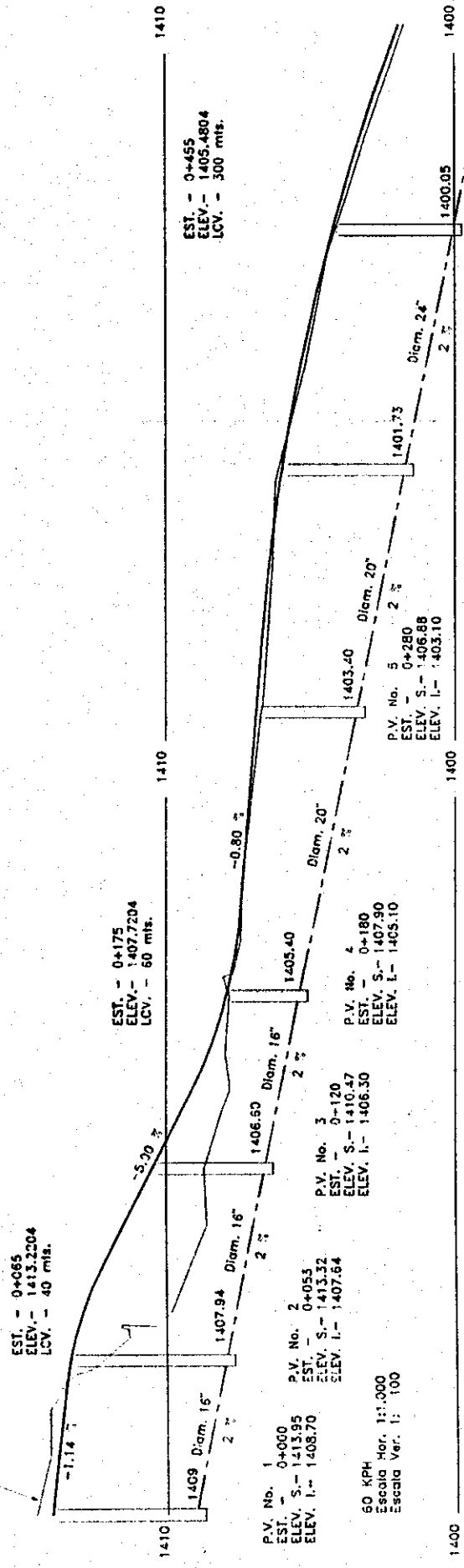
LINEA PRELIMINAR  
CURVAS DE UNIFORME

PROYECTO: ...  
ESCALA: ...  
FECHA: ...  
CLASIF: ...



1420  
1410  
1400

PERFIL DEL TERRENO



1420  
1410  
1400

EST. - 0+065  
ELEV. - 1413.2204  
LCV. - 40 mts.

EST. - 0+175  
ELEV. - 1407.7204  
LCV. - 60 mts.

EST. - 0+455  
ELEV. - 1405.4804  
LCV. - 300 mts.

P.V. No. 1  
EST. - 0+000  
ELEV. S. - 1413.95  
ELEV. I. - 1408.70

P.V. No. 2  
EST. - 0+058  
ELEV. S. - 1413.32  
ELEV. I. - 1407.94

P.V. No. 3  
EST. - 0+120  
ELEV. S. - 1410.47  
ELEV. I. - 1406.30

P.V. No. 4  
EST. - 0+180  
ELEV. S. - 1407.90  
ELEV. I. - 1405.10

P.V. No. 5  
EST. - 0+280  
ELEV. S. - 1406.88  
ELEV. I. - 1403.10

P.V. No. 6  
EST. - 0+384  
ELEV. S. - 1405.97  
ELEV. I. - 1401.43

P.V. No. 7  
EST. - 0+448  
ELEV. S. - 1404.16  
ELEV. I. - 1398.75

60 KPH  
Escala Hor. 1:1000  
Escala Ver. 1: 100

1420  
1410  
1400

1420  
1410  
1400

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA

AREA DE LOCALIZACION  
CURVAS VERTICALES

PROYECTO:	RECONSTRUCCION DE LA CARRETERA SAN MIGUEL PETAJE
ESCALA:	1:1000
FECHA:	MAYO 1955
CLASIFICACION:	RECONSTRUCCION