



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA LA REMODELACIÓN  
DEL CORREDOR TURÍSTICO AV. PASEO DE LA REFORMA



T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA  
P R E S E N T A  
JUAN CARLOS ANAYA CAJIGA

CD. UNIVERSITARIA

JUNIO 2005

m. 346007



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/031/05

Señor  
JUAN CARLOS ANAYA CAJIGA  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. VÍCTOR MANUEL MOZO Y TENORIO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

**"ESTUDIO TOPOGRÁFICO PARA LA REMODELACIÓN DEL CORREDOR TURÍSTICO AV. PASEO DE LA REFORMA"**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS
- III. CONTROL HORIZONTAL
- IV. CONTROL VERTICAL
- V. DIBUJO Y EDICIÓN
- VI. REPLANTEO
- VII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente,  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 14 de abril de 2005.  
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/AJP\*cr.c.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: JUAN CARLOS ANAYA CAJIGA

FECHA: 20 JUNIO 05

FIRMA: [Firma]

## *Dedicatorias :*

A:

### *Mis queridos Padres:*

Sr. Lorenzo Anaya Rodríguez  
Sra. María Salome Cajiga de Anaya (+)

Ya que gracias a su apoyo y comprensión pude terminar esta meta.

A:

### *Mis hermanos y Familiares*

En especial a:

Mi hermano:

Héctor Lorenzo Anaya Cajiga

Mi hermana:

María Cristina Anaya Cajiga

Mis primos:

Juan Sebastián Anaya Ávila

Fernando Alberto Anaya Méndez

Por todos los momentos que pasamos juntos como  
estudiantes en la Facultad de Ingeniería.

A:

*Ing. Víctor Manuel Mozo y Tenorio*

Gracias por sus consejos y por el tiempo que me dedico para  
La realización de la presente tesis.

A:

*Todos mis profesores*

Por sus valiosos conocimientos adquiridos en mi formación profesional.

A:

*La Universidad Nacional Autónoma de México*

Por haberme brindado la formación como un profesionista.

**INTRODUCCIÓN**-----1

**CAPÍTULO I –SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS**

1.1 -DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA-----7  
 1.2 –POSICIONAMIENTO CON GPS-----13  
 1.3 –MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO-----15  
 1.4 – APLICACIONES-----18  
 1.5 –RECONOCIMIENTO Y SEÑALAMIENTO-----19  
 1.5 –METODOLOGÍA DE CAMPO -----20  
 1.7 -PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN-----22

**CAPÍTULO II- CONTROL HORIZONTAL**

2.1-POLIGONACIÓN-----23  
 2.2-POLIGONAL DE APOYO----- 25  
 2.3-PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN-----26  
 2.4-LEVANTAMIENTO DE DETALLES-----27  
 2.5-METODOLOGIA-----29  
 2.6-RADIACIONES-----30  
 2.7-PROCESAMIENTO ELECTRÓNICO DE LA INFORMACIÓN-----32

## **CAPÍTULO III-CONTROL VERTICAL**

3.1-ALTÍMETRIA-----	38
3.2-ESTABLECIMIENTO DE BANCOS DE NIVEL-----	41
3.3-NIVELACIÓN DE DETALLES-----	43
3.4-PERFILES-----	45
3.5-SECCIONES TRANSVERSALES-----	46

## **CAPÍTULO IV-DIBUJO Y EDICIÓN**

4.1 -DIBUJO Y ELABORACIÓN DE PLANOS-----	47
--	----

## **CAPÍTULO V-REPLANTEO**

5.1- REPLANTEO-----	48
---------------------	----

## **CAPÍTULO VI-CONCLUSIONES**

6.1-CONCLUSIONES-----	50
-----------------------	----



## INTRODUCCIÓN

## **INTRODUCCIÓN**

### **Paseo de la Reforma**

1865. La ciudad de México tiene un nuevo camino: el Paseo de la Emperatriz. Por ella, circulan carruajes y cabalgaduras, y muy pronto, se lo "apropia" la parte más distinguida de la sociedad, quienes la convierten en el paseo más concurrido y elegante de la capital.

Es bajo el gobierno de Maximiliano de Habsburgo cuando se abre esta avenida, para acortar la distancia entre el Castillo de Chapultepec y el Palacio de Gobierno, así como la creación de las glorietas donde se irían instalando y reubicando paulatinamente las estatuas y monumentos que ahora conocemos, - como la de Carlos IV, "El Caballito" que originalmente se encontraba desde 1851 en el paseo de Bucareli ó él de los héroes de la Independencia, "El ángel", inaugurada en septiembre de 1910.

Al triunfo de la República, se le llamó Calzada de Degollado y después, bajo la administración del Presidente Benito Juárez, se denominó "Paseo de la Reforma", nombre que conserva hasta la actualidad.

Con una longitud original de 3460 mts, esta avenida fue experimentando cambios, ampliaciones y mejoras desde el gobierno de Lerdo de Tejada hasta el último de Porfirio Díaz; se construyeron nuevas glorietas, se plantaron árboles y se colocaron bancos de cantera.

Por iniciativa del historiador Francisco Sosa, en 1877 se les invitó a los gobiernos de los estados a que contribuyeran con dos estatuas de los hombres más insignes de cada lugar. Éstas se colocaron en las laterales de la arteria principal y en sus placas se anotaron sus biografías.

En la actualidad, el Paseo de la Reforma es uno de los corredores más importantes de nuestra ciudad, ya que lo mismo concentra la historia y la

cultura a través de nuestros museos; en su arquitectura que conjunta lo antiguo y lo moderno en sus edificios, también se encuentra el espacio para manifestaciones artísticas en el Auditorio Nacional así como sus bellas áreas de esparcimiento: el Castillo de Chapultepec, y alrededores, su lago y el Zoológico. El sector económico y hoteles principales ocupan sus aceras.

### **Rehabilitación Integral**

El gobierno del Distrito Federal determinó preservar y acrecentar el esplendor de esta vía, la más atrayente de nuestra ciudad. Por ello, desde hace dos años, se elaboró un proyecto para recuperar su belleza y funcionalidad. Se han ido realizando una serie de trabajos destinados a darle una rehabilitación integral a este corredor turístico y cultural.

Los trabajos se han realizado a lo largo de 4.23 kilómetros divididos en dos tramos: de Fuente de Petróleos a la Calle de Lieja, y de Lieja a la Avenida de los Insurgentes.

Elaborado el plan maestro por la Facultad de Arquitectura de la UNAM, se procedió en varios frentes: en las áreas verdes, además del mantenimiento mayor, se realizó poda de árboles en una superficie de 100 mil metros cuadrados y se embellecieron camellones centrales y laterales con plantas diversas: malvón, sedúm, arrayán, trueno, avelia, helecho, rosal y gazania, entre otras, que le dan vida y colorido al paisaje urbano.

Las áreas jardinadas están rellenas con tezontle para evitar la acumulación de humedad en la raíz de la planta y estrato de tierra vegetal negra para enriquecer el suelo.

Para el mantenimiento integral de estas áreas se construyó un cárcamo de bombeo frente al Museo de Arte Moderno, al que fluyen caudales de agua residual tratada provenientes de las Plantas Chapultepec y Bosques de las

Lomas. De donde sale la línea de distribución, por el camellón central del Paseo que llega hasta la Fuente de Petróleos.

La tubería es de polietileno de alta densidad con ramales a las tomas de agua en donde se conectan las mangueras, para riego manual. En otro de los tramos el riego se realiza por microaspersión, con una longitud total de 14 mil 323 metros.

Dentro de la obra pública realizada destacan también las banquetas de cantera rosa natural colocadas en la Avenida Ghandí, que le dan luminosidad al paso y tienen alta resistencia así como durabilidad. Rampas, accesos, remodelación de pisos, restauración de mobiliario urbano, también fueron implementados.

En algunas áreas muy transitadas, los pisos de los camellones se encontraban hundidos y deformados por su antigüedad. Se sustituyó la totalidad de éstos y se construyeron losas precoladas de concreto armado con agregados de mármol con formas geométricas; a la vez que se renovaron ductos y cableados de energía eléctrica, así como la nivelación de brocales de registros.

Se reforzó la infraestructura telefónica y la rehabilitación de colectores del drenaje que se encontraban obstruidos por raíces de árboles, así como la colocación de coladeras en las nuevas banquetas. Se reubicaron y colocaron semáforos vehiculares y peatonales así como señalización tipo bandera o nomenclatura. También existen 76 rampas distribuidas en banquetas y camellones para personas con discapacidad.

El Paseo de la Reforma tiene nueva iluminación donde se han eliminado zonas que estaban oscuras y restaban belleza a la avenida. Se colocaron postes a menor distancia (20 mts) y con luminarias de mayor intensidad, a base de aditivos metálicos, que forman una mezcla de sales y yoduros que dan un tono amarillo solar.

Los postes consisten en dos luminarias: una dirigida al tránsito de vehículos y la otra, a menor altura, que ilumina las banquetas. Los andadores peatonales de Lieja e Insurgentes cuentan con luz, que incrementa el área de iluminación, además se instalaron 72 cabinas telefónicas en esta área.

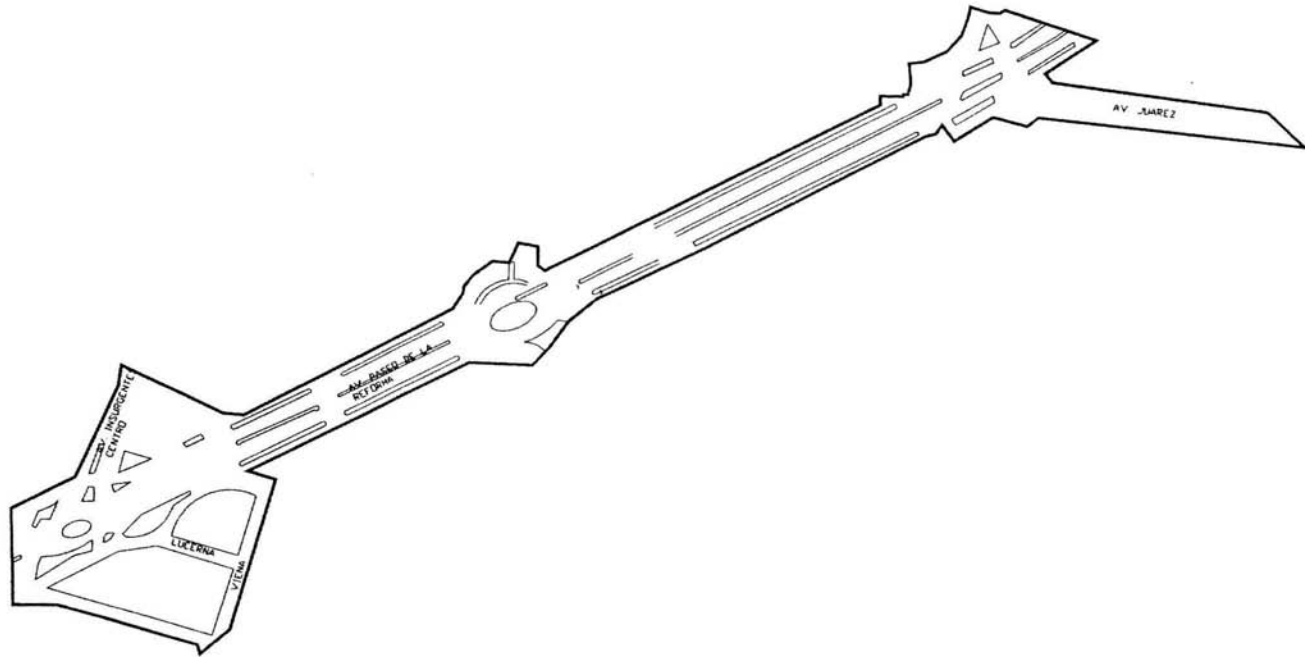
Las históricas bancas de cantera que datan de 1878, fueron construidas con piedras de recinto, cantera de Chiluca y cantera gris, de los Remedios, pero el tiempo, la falta de mantenimiento, la contaminación y el vandalismo deterioraron algunas de sus partes: copones, balastradas, respaldos, asientos y frisos, por lo que se han restaurado por personal especializado.

Adicionales a estas bancas, se construyeron mil más de concreto oxidado, dándoles formas rectas y curvas, lo que las hace atractivas por el diseño.

#### **Remodelación 2004**

Actualmente se realizó un **levantamiento topográfico** para la 3ª etapa de "Remodelación Corredores Turísticos Av. Paseo de la Reforma" que va desde la Glorieta de Insurgentes a la Av. Juárez.

Debido a que todos estos estudios son la base del proyecto arquitectónico, pudieran ser tomados como ejemplo para aplicarlos a cualquier obra de Remodelación de alguna Ciudad o Corredor Turístico.



CORREDOR TURÍSTICO Y CULTURAL

### **Proyecto Corredor Turístico**

La Facultad de Arquitectura de la UNAM realiza un proyecto de corredores turísticos conjuntamente con la Secretaría de Turismo del Gobierno de D.F. en el Paseo de la Reforma, en el tramo comprendido entre la Av. de los Insurgentes y la Av. Juárez y hasta donde empieza la Alameda Central, con una longitud aproximada de 1.5 Km. Para tal efecto, la coordinadora de Vinculación de la Facultad de Arquitectura solicitó a la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica su colaboración para la realización de los trabajos topográficos para la elaboración de un plano que mostrase el corredor turístico, con los siguientes conceptos:

1. Alineaciones físicas de fachadas (reales) indicando proyecciones de volados, marquesinas, etc.
2. Posicionamiento de 5 puntos GPS.
3. Posición y geometría exacta de registros, dimensiones e inventario de los tipos existentes. De la misma forma elementos como postes de iluminación, señalización, nomenclatura, telefonía, mobiliario urbano, etc.
4. Posición de árboles incluyendo diámetros.
5. Niveles en cada acceso peatonal y/o vehicular y en fachadas de cristal
6. Perfil longitudinal de todos los frentes de predio a intervenir indicando niveles topográficos y niveles de referencia.
7. Luz de guarniciones
8. Perfiles topográficos transversales a cada 20m
9. Indicación de inicio y terminación de fracturas en banquetas, arroyos y camellones; indicando alturas y niveles.
10. Trazo preliminar de verificación de proyecto.
11. Trazo definitivo para entrega

## **Proyecto Definitivo**

Para este proyecto se empleara tecnología de vanguardia, como lo es el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , y el uso de Estaciones Totales . De esta manera, los detalles urbanos planimetricos quedarán Geo-referenciados.

Todo el cálculo se efectuara mediante el uso de programas de computadora, y el dibujo se llevara a cabo utilizando programas como AutoCad y CivilCad.

Se hará el Posicionamiento de 5 puntos GPS en sitios estratégicos , tratando de que exista intervisibilidad entre estos, para posteriormente ir ligando cada uno de estos puntos mediante poligonales envolventes que servirán de base para realizar el levantamiento de los detalles .

Posteriormente apoyándonos de estas poligonales envolventes, haremos estación en cada uno de los vértices para realizar el levantamiento de los detalles planimetricos.

Toda la información de cálculo será procesada y dibujada después de el levantamiento de Campo.

Las nivelaciones se realizarán con un nivel automático con desviación estándar de 1.0mm por kilómetro nivelado y con estadales de aluminio, utilizando sapos y nivéletas para mayor precisión; de igual forma la información se procesara electrónicamente.

Los planos, cálculos y memoria electrónica se procesarán en formato digital entregando un informe. Los planos se harán preferentemente a escala 1:500 por su gran descripción y legibilidad de detalles. Para las secciones transversales su escala será de 1:100 y los perfiles escala vertical 1:100 y escala horizontal 1:1000.



**CAPÍTULO I**  
**SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL**

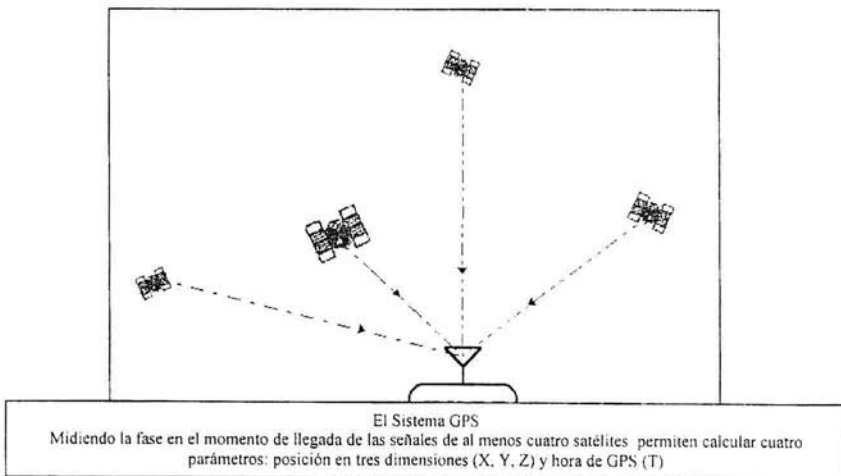
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBALGPS  
**CAPÍTULO I**

**1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

El sistema Global de posicionamiento ,(GPS por sus siglas en inglés) es un sistema satelitario basado en señales de radio emitidas por una constelación de 24 satélites activos en órbita alrededor de la tierra a una altura de aproximadamente 20,0007 Km. El sistema permite el cálculo de coordenadas tridimensionales que pueden ser usadas en navegación o,mediante el uso de métodos adecuados, para determinación de mediciones de precisión, previsto que se poseen receptores que capten las señales emitida por los satélites. El GPS fue implementado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el objeto de obtener en tiempo real la posición de un punto en cualquier lugar de la tierra. Este sistema surgió debido a las limitaciones del sistema TRANSIT que en la década de los 70 proporcionaba posicionamiento usando métodos Doppler. La principal desventaja del este último era la no disponibilidad de satélites las 24 horas del día.

El GPS funciona mediante unas señales de satélite codificadas que pueden ser procesadas en un receptor de GPS permitiéndole calcular su posición, velocidad y tiempo.

Se utilizan por lo menos cuatro señales para el cálculo de posiciones en tres dimensiones y del ajuste del reloj del receptor en el bloque receptor.

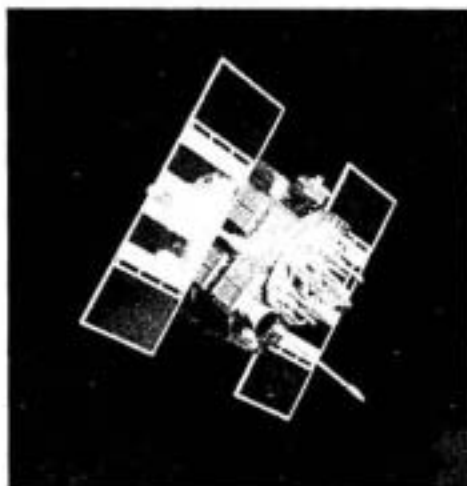


## **Formación del Sistema**

La descripción del sistema de posicionamiento Global sigue la división acostumbrada para los sistemas satelitales de navegación en tres segmentos: segmento espacial, segmento de control y segmento del usuario.

### **Segmento Espacial**

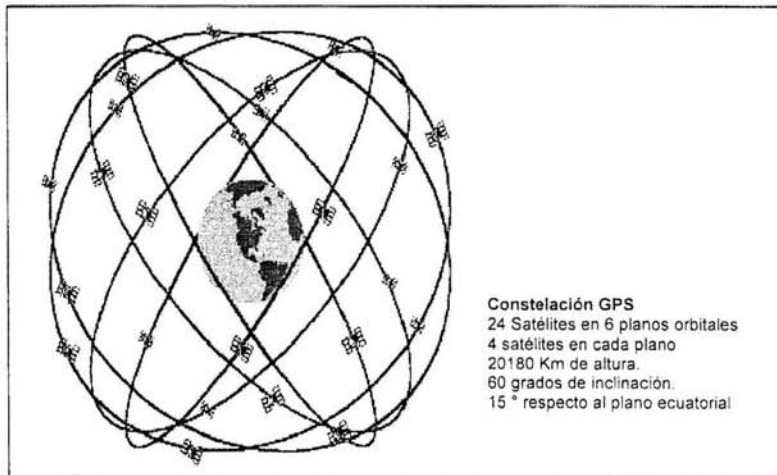
El segmento del espacio del sistema está formado por los satélites GPS que mandan señales de radio desde el espacio.



Nominalmente la constelación operacional de GPS consiste en 24 satélites que orbitan alrededor de la tierra en 12 horas.

Normalmente hay más número de satélites ya que se ponen en órbita unidades nuevas para reponer satélites antiguos que tienen una vida media aproximada de siete años y medio. Hasta la actualidad han existido tres generaciones de satélites, los Block I (actualmente inoperativos), Block II (9 satélites entre 1989 y 1990 así como 19 adicionales hasta el año de 1997) y Block IIR (un satélite en 1998). En enero de 1999 orbitaban 27 satélites GPS en total.

Los satélites están situados a 20180 Km de altura desplazándose a una velocidad de 14500 Km/h. Las órbitas son casi circulares y se repite el mismo recorrido sobre la superficie terrestre (mientras la tierra rota a su vez sobre si misma) de esta forma en prácticamente un día (24 horas menos 4 minutos) un satélite vuelve a pasar sobre el mismo punto de la tierra. Los satélites quedan situados sobre 6 planos orbitales (con un mínimo de 4 satélites cada uno), espaciados equidistantes a 60 grados e inclinados unos 15 grados respecto al plano ecuatorial. Esta disposición permite que desde cualquier punto de la superficie terrestre sean visibles entre cinco y ocho satélites.



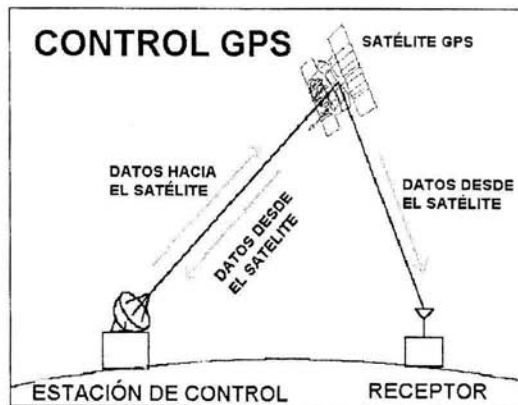
## Segmento Control

El segmento de control consiste en un sistema estaciones de seguimiento localizadas alrededor del mundo.



**Red de control del sistema GPS**

La estación maestra de control (MCS) está situada en Falcón AFB en Colorado Spring. Las estaciones de control miden las señales procedentes de los satélites y son incorporadas en modelos orbitales para cada satélite. Los modelos calculan datos de ajuste de órbita (efemérides) y correcciones de los relojes de cada satélite.



La estación maestra envía las efemérides y correcciones de reloj a cada satélite. Cada satélite envía posteriormente subconjuntos de estas informaciones a los receptores de GPS mediante señales de radio.

### **Segmento Usuario**

El segmento de usuario lo forman los receptores y la comunidad de usuarios. Los receptores convierten las señales recibidas de los satélites en posición, velocidad y tiempo estimados. Se requieren por lo menos cuatro satélites para el cálculo de la posición en cuatro dimensiones X, Y, Z y tiempo. Los receptores son utilizados para navegación, posicionamiento, estimaciones temporales y otras investigaciones.

- La navegación en tres dimensiones es la función principal del GPS. Se construyen receptores GPS para aviones, embarcaciones, vehículos terrestres y equipos portátiles de pequeño tamaño.
- El posicionamiento preciso es posible usando receptores en posiciones de referencia proporcionando datos de corrección y posicionamiento relativo a receptores remotos. Vigilancia, control geodésico y estudios de las placas tectónicas son ejemplos.



- Las aplicaciones de tiempo y estabilización de frecuencia se basan en la precisión de los relojes que incorporan los satélites y que son monitorizados continuamente por las estaciones de control. Los satélites actuales incorporan cuatro relojes atómicos, dos de Rubidio y otros dos de Cesio que ofrecen una estabilidad de frecuencia equivalente a un error de un segundo en 30 años. (Hay que tener en cuenta que un error de 30 nano segundos provoca un error de 30cm.). Los observatorios astronómicos, sistemas de telecomunicaciones, sincronización de centrales eléctricas y laboratorios de certificación pueden obtener señales de tiempo y frecuencia de alta precisión mediante receptores especiales de GPS. Las señales de GPS han sido utilizadas para medir parámetros atmosféricos.

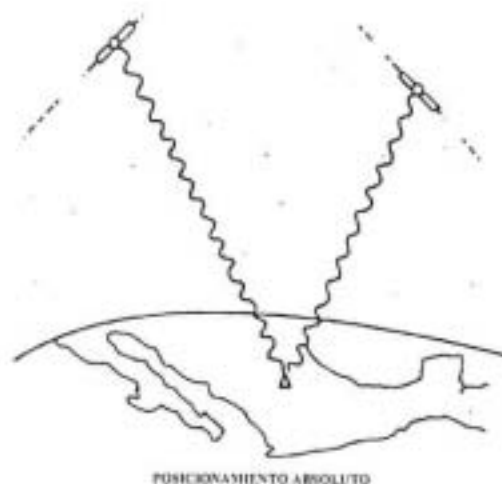
## 1.2 POSICIONAMIENTO CON GPS

Se entiende por Posicionamiento GPS a todas las actividades necesarias para dar posición a puntos sobre la superficie terrestre. Existen dos tipos de posicionamiento de acuerdo a las diferentes metodologías que se utilicen y son los Posicionamientos Absoluto y Relativo.

### **Posicionamiento Absoluto**

En este tipo de posicionamiento se determinan las coordenadas 3D del receptor directamente en forma de coordenadas X, Y, Z y posteriormente a coordenadas geodésicas  $\phi, \lambda, h$  utilizando como sistema de referencia el elipsoide GSR80 con el Datum WGS84.

El Posicionamiento Absoluto en tiempo real tiene limitada su precisión al tipo de receptor que se este utilizando, es decir, si se emplea un equipo con código P, la precisión obtenida será de aproximadamente 30 cm, y si se emplea uno con código C/A su precisión será alrededor de 3 m. Este posicionamiento es utilizado para navegación o como un paso previo al posicionamiento relativo de cada estación de la red GPS.

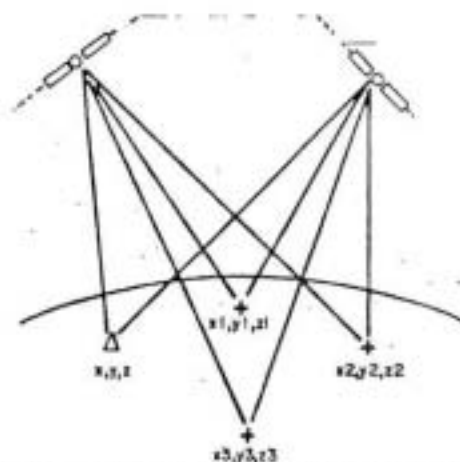




### Posicionamiento Relativo

En este posicionamiento se calculan las coordenadas de uno o más receptores con relación a otro fijo cuyas coordenadas se suponen conocidas con precisión. En este caso los errores debido al estado de los relojes, efemérides y los originados por efectos atmosféricos quedan notablemente reducidos al poder correlacionar las observaciones simultáneamente entre estaciones. La precisión en este método se incrementa en el orden centimétrico o subcentimétrico.

Para este posicionamiento se requiere de un tratamiento posterior a la recepción de los datos que ha de realizarse en una computadora personal, por lo que el Posicionamiento Relativo de precisión se efectúa en tiempo diferido. Con base a lo anterior esta modalidad es la que satisface las precisiones requeridas para trabajos geodésicos y topográficos, dividido en cuatro tipos de métodos de levantamiento de campo: el Estático, Cinemático, Pseudocinemático y Rápido Estático. La aplicación de cada uno de estos métodos dependerá de la exactitud y características que se requieren para cada proyecto.



POSICIONAMIENTO RELATIVO:  $x, y, z$  SON LAS COORDENADAS DEL PUNTO FIJO (CONOCIDAS);  $x_1, y_1, z_1$ ;  $x_2, y_2, z_2$ ;  $x_3, y_3, z_3$  SON LAS COORDENADAS DE LOS PUNTOS POR CONOCER

### 1.3 MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO

Con el sistema GPS es posible aplicar diferentes métodos de levantamientos.

En el Método Estático el receptor permanece estacionario y como consecuencia el tiempo de medición carece de importancia, con el Método Cinemático el receptor está en movimiento. Por ello, es importante que la posición sea determinada en tiempo real. Hay que distinguir si la posición va a ser calculada en un sistema global absoluto de coordenadas o bien sólo relativo a un punto cercano.

La aplicación más usual del Método Cinemático es la navegación donde es necesaria la posición en tiempo real en un sistema absoluto de coordenadas. Para ello se mide al mismo tiempo las pseudodistancias hacia cuatro satélites. Estas cuatro distancias se necesitan para encontrar la diferencia desconocida entre los cronómetros de los satélites y el cronómetro del receptor, así como las tres coordenadas desconocidas de la posición.

En las mediciones geodésicas, el posicionamiento se hace por el Método Estático, ya que en este caso la precisión se antepone al Tiempo.

La elección del método a utilizar depende en general de la precisión exigida, y con ello, del tipo de receptor. Para los **geodestas**, la posición relativa de un punto con relación a su punto próximo suele ser decisiva, esto es conocer la posición relativa del punto. *Es condición indispensable que por lo menos dos receptores reciban señales al mismo tiempo.* Uno de los receptores está estacionado en un punto de referencia conocido el otro en el punto a determinar.

Con este método se eliminan hasta cierto grado las inevitables fuentes de error, como puede ser la imprecisión de las órbitas de los satélites; de este modo se consigue una mayor exactitud que en el caso de la determinación de un punto aislado.

También existen otros dos métodos llamados **Pseudo-Cinemático** y **Estático-Rápido**.

El Método **Pseudo-Cinemático** que requiere también de dos receptores, uno de los cuales permanece fijo durante todo el levantamiento, mientras que el receptor ambulante se mueve a cada punto (de 5 a 10 km) estando estacionado durante un lapso de tiempo. Para distancias más grandes se requiere de mayor tiempo de observación y cada punto observado debe ser ocupado por lo menos dos veces, con un espacio entre cada observación de una hora. También es necesario tener una ventana de 4 Satélites como mínimo.

La ventaja de este Método sobre el Estático es el menor tiempo de ocupación por estación y sobre el Cinemático, que no se tiene que mantener contacto con los Satélites mientras se está moviendo el receptor. La desventaja es que puede ser menos exacto que el Método Estático y Cinemático, debido a que las muestras de datos son más pequeñas y por lo tanto son más susceptibles a los cambios ionosféricos.

El segundo Método se llama **Estático-Rápido**, basado en el Método Estático en cuanto a la forma de trabajar en campo, disminuye el tiempo de observación por sesión a sólo unos minutos, obteniendo precisiones idénticas al Levantamiento Estático. Esto es posible utilizando receptores de doble frecuencia y con capacidad de captar el código P.

Los programas de posproceso también han tenido que modificarse con nuevos algoritmos que se adapten a estas nuevas modificaciones que son producto de los adelantos que ha tenido el GPS en los últimos años.

## **Errores en la Precisión del Posicionamiento GPS**

Los factores que limitan la precisión del posicionamiento con GPS son los siguientes :

- Geometría de la constelación observada que ocurre cuando los parámetros de definición de la precisión geométrica tienen valores bajos.
- Precisión de la técnica de medición.
- Precisión con que puedan eliminarse o modelarse los efectos troposféricos e ionosféricos sobre la propagación de las señales, que aumentan durante el día y disminuyen por la noche.
- Precisión de las efemérides.
- Errores imputables a la estación, consiste en evitar obstáculos, interferencias, máscaras de ventanas muy elevadas.
- Errores instrumentales, por ejemplo golpes, caída del voltaje, sobre exposición al sol, inadecuada conexión, etc.
- Acción del campo magnético de la tierra sobre las frecuencias transmitidas desde el satélite hasta el receptor.

## **1.4 APLICACIONES**

Aunque concebido con fines eminentemente militares, el GPS resulta accesible a múltiples aplicaciones puramente científicas, abarcando dos aspectos bien diferenciados:

- Posicionamiento de precisión muy adecuado para levantamientos geodésicos, geofísicos e hidrográficos, situación de plataformas marítimas e investigación científica.

- Sistema de tiempo de alta precisión, aplicables a fines de navegación, comunicaciones digitales, metrología e investigación.

El GPS se usa hoy en aviones y barcos para dirigir la navegación en las aproximaciones a los aeropuertos y puertos. Los sistemas de control de seguimiento envían camionetas y vehículos de emergencia con información óptima sobre las rutas. El método denominado 'granja de precisión' utiliza el GPS para dirigir y controlar la aplicación de fertilizantes y pesticidas. También se dispone de sistemas de control de seguimiento como elemento de ayuda a la navegación en los vehículos utilizados por excursionistas.

### **Aplicaciones Futuras**

En la actualidad hay 24 satélites GPS en producción, otros están listos para su lanzamiento y las empresas constructoras han recibido encargos para preparar más y nuevos satélites para el siglo XXI. Al aumentar la seguridad y disminuir el consumo de carburante, el Sistema de Posicionamiento Global será el componente clave de los sistemas aeroespaciales internacionales y se utilizará desde el despegue hasta el aterrizaje. Los conductores lo utilizarán como parte de los sistemas inteligentes en carretera y los pilotos para realizar los aterrizajes en aeropuertos cubiertos por la niebla y otros servicios de emergencia. El sistema ha tenido una buena acogida y se ha generalizado en aplicaciones terrestres, marítimas, aéreas y espaciales.

## **1.5 RECONOCIMIENTO Y SEÑALAMIENTO**

### **Reconocimiento**

Se hizo un recorrido para determinar los sitios más favorables para el establecimiento de los vértices de la poligonal de apoyo y el de los puntos GPS, que servirían para el levantamiento de la planimetría, ya que como es conocido el sitio donde se efectuara el levantamiento topográfico presenta alto tránsito vehicular y peatonal, el cual afecta de forma considerable el avance en las mediciones. Con este propósito se localizaron cinco sitios estratégicos para las estaciones GPS cuidando que cerca de estos no existiera interferencia como edificios, árboles etc.; el primero de ellos se puso en el camellón central poniente de Insurgentes, el segundo en la esquina de Paseo de la Reforma y Prolongación de Sullivan, el tercero en la Glorieta de Colón, el cuarto en Bucareli y Paseo de la Reforma, el quinto en la esquina Sw de la Alameda Central sobre Av. Juárez, en los cuales se efectuarían las observaciones a los satélites NAVSTAR, para dar el posicionamiento y la orientación geodésica al levantamiento. También se localizaron 20 puntos para la poligonal de apoyo siguiendo el contorno de Paseo de la Reforma, hasta la Av. Juárez.

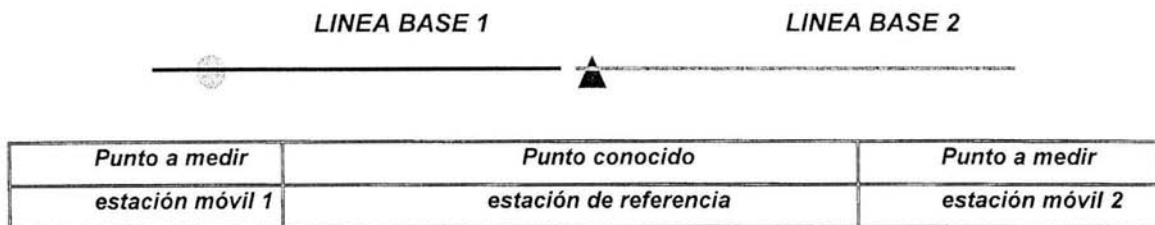
### **Señalamiento**

Para identificar cada uno de los puntos, buscando la permanencia de estos, el señalamiento se llevó a cabo usando clavos para concreto de 1 pulgada, así como pintura de esmalte color rojo, dibujando en cada punto el número o letra correspondiente de Estación.



## 1.6 METODOLOGÍA DE CAMPO

Se aplicó el método diferencial en la modalidad “Estático” que utiliza la técnica de medición de fase, registrando los datos en dos estaciones simultáneamente. De esta manera se cancelan muchos de los errores causados por la refracción atmosférica, deriva del reloj, degradación de las órbitas, etc.



### Método Diferencial

Se ocuparon 2 estaciones simultáneamente por un tiempo de media hora, que va de acuerdo a la longitud de las líneas, a las condiciones atmosféricas, a la geometría y a la disponibilidad de los satélites. Se requiere de al menos cuatro satélites para que los datos puedan ser registrados y procesados.

Una de las estaciones se consideró como referencia o base, a partir de la cual se propagaron las coordenadas referidas al datum local, y la otra es la nueva estación (remota) cuyas coordenadas se van a determinar. Los datos se registran con el mismo periodo de observación y las ambigüedades deben resolverse para poder determinar los vectores espaciales del receptor a los satélites y el vector diferencial entre los receptores con precisión de varios milímetros.

La línea formada con los dos puntos GPS y su dirección con respecto al norte (azimut) sirven de referencia para el estudio topográfico y se le llama *línea base*.

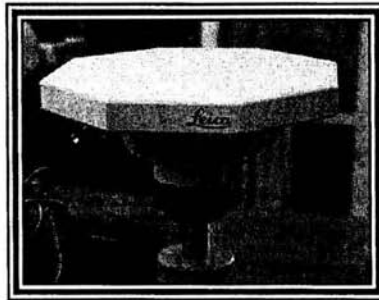
## Equipo Empleado

Para el **posicionamiento GPS** se emplearon dos equipos geodésicos, que consisten cada uno de :

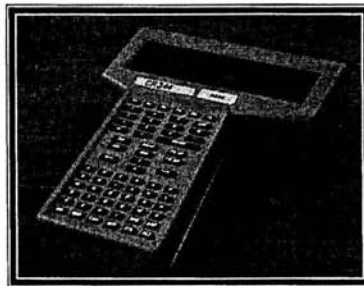
- 1.-Sensor (antena) SR399
- 2.-Unidad de control CR344
- 3.-Accesorios: los cables, la computadora con soporte lógico, y el estuche para su transporte.

### Software

**Ski-Pro.**- Efectúa el cálculo de las líneas base , así como la transformación de Coordenadas Geodésicas , U.T.M. y Topográficas.



*El sensor es de doble frecuencia L1 de 1575.42 Mhz y L2 de 1227.6 Mhz de 9 canales cada una, y bandas portadoras moduladas con los códigos C/A y P.*



*La Unidad de control registra los datos recibidos por el sensor, que pueden utilizarse para conocer la posición del satélite , el estado de su reloj y para calcular la distancia al satélite. El procesador transforma estos datos en posición de navegación, velocidad y tiempo del sistema*



## 1.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La transferencia, revisión y depuración de los datos de campo, así como el cálculo de la Línea Base se realizó con el programa SKI PRO. Se aplicó el método diferencial.

Tomando a la estación de referencia mx10 de Leica, se calcularon las coordenadas geodésicas de las estaciones GPS021, GPS022, GPS023, GPS024 y GPS025

No.	Latitud	Longitud	Elevación	Este	Norte
mx10	19° 22' 47.819"	99° 10' 40.930"	2260.747	481304.630	2142878.573




Tomando como origen topográfico las coordenadas UTM de GPS21, se resolvió el problema de transformación de coordenadas geodésicas a coordenadas topográficas, esto es, se calculó el azimut y la distancia topográfica entre el punto GPS021 y los demás puntos GPS.

No.	Latitud	Longitud	Elevación	X (topográfica)	Y(topográfica)
0021	19° 25' 49.267"	99° 09' 36.510"	2227.702	483188.8817	2148453.8948
0022	19° 25' 54.855"	99° 09' 28.551"	2226.327	483421.1433	2148625.7923
0023	19° 25' 59.080"	99° 09' 16.544"	2226.040	483771.5038	2148755.7561
0024	19° 26' 7.3941"	99° 08' 59.710"	2224.938	484262.7426	2149011.4963
0025	19° 26' 7.1675"	99° 08' 49.728"	2225.069	484554.0336	2149004.5463

Con este proceso se obtienen coordenadas topográficas de los puntos GPS levantados.

A continuación se presenta el informe de cada uno de estos puntos :

<p><b>F.I.</b></p>	<p align="center"><b>U. N. A. M.</b></p> <p>PROYECTO: LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE APOYO CON EQUIPO GPS</p> <p>UBICACIÓN: PASEO DE LA REFORMA  ELABORÓ: FACULTAD DE INGENIERÍA  RESPONSABLE: DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA  FECHA: 12 NOVIEMBRE DEL 2003</p>
<p>DÁTUM: WGS84  COORDENADAS GEOGRÁFICAS  VÉRTICE No. GPS21  REFORMA E INSURGENTES</p> <p>B.N. 21- 1000 .00 mts.</p>	<p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS</p> <p>LAT: 19° 25' 49.267" LON: 99° 09' 36.510" W  COORDENADAS UTM  E: 483188.882 N: 2148453.895  COORDENADAS TOPOGRAFICAS  X: 483188.882 Y: 2148453.895 ,  ALTURA ELIPSOIDAL: 2227.702</p>
	
<p>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</p> 	<p><b>Descripción</b></p> <p>El vértice 21 se localiza en el camellón central poniente de Av. Insurgentes.</p>

<p><b>F.I.</b></p>	<p align="center"><b>U. N. A. M.</b></p> <p>PROYECTO: LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE APOYO CON EQUIPO GPS</p> <p>UBICACIÓN: PASEO DE LA REFORMA  ELABORÓ: FACULTAD DE INGENIERÍA.  RESPONSABLE: DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA  FECHA: 12 NOVIEMBRE DEL 2003</p>
<p>DATUM: WGS84  VÉRTICE No. GPS22  REFORMA – PARQUE LUIS PASTEUR</p> <p>B.N. 22 –998.643 mts.</p>	<p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS  LAT: 19° 25' 54.855" LON: 99° 09' 28.551" W  COORDENADAS UTM  E: 483508.616 Y: 2148625.338  COORDENADAS TOPOGRAFICAS  X: 483421.143 Y: 2148625.792 ,  ALTURA ELIPSOIDAL: 2226.327</p>
	
<p>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</p> 	<p><b>Descripción</b></p> <p>El vértice 22 se localiza en la esquina de Paseo de la Reforma y Prolongación de Sullivan.</p>

**F.I.**

**U. N. A. M.**

PROYECTO: LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE APOYO CON EQUIPO GPS

UBICACIÓN: PASEO DE LA REFORMA  
ELABORÓ: FACULTAD DE INGENIERÍA,  
RESPONSABLE: DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA  
FECHA: 12 NOVIEMBRE DEL 2003

DATUM: WGS84  
VÉRTICE No. GPS23  
REFORMA-GLORIETA COLÓN

B.N. 23 -998.337 mts.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS  
LAT: 19° 25' 59.080" LON: 99° 09' 16.544" W  
COORDENADAS UTM  
E: 483771.376 N: 2148754.964  
COORDENADAS TOPOGRAFICAS  
X: 483771.5038 Y: 2148755.7561 ,  
ALTURA ELIPSOIDAL: 2226.040




CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



Descripción

El vértice 23 se localiza en la  
glorieta de Colón sobre la  
Av. Paseo de la Reforma.

<p><b>F.I.</b></p>	<p align="center"><b>U. N. A. M.</b></p> <p>PROYECTO: LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE APOYO CON EQUIPO GPS</p> <p>UBICACIÓN: PASEO DE LA REFORMA  ELABORÓ: FACULTAD DE INGENIERÍA.  RESPONSABLE: DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA  FECHA: 12 NOVIEMBRE DEL 2003</p>
<p>DATUM: WGS84  VÉRTICE No. GPS24  REFORMA -AV. JUÁREZ</p> <p>B.N. 24 -997.2310 mts.</p>	<p>COORDENADAS GEOGRÁFICAS  LAT: 19° 26' 07.394" LON: 99° 08' 59.710" W  COORDENADAS UTM  E: 484262.743 N: 2149011.496  COORDENADAS TOPOGRAFICAS  X: 484262.743 Y: 2149011.4963,  ALTURA ELIPSOIDAL: 2224.938</p>
	
<p>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</p> 	<p>Descripción</p> <p>El vértice 24 se localiza en el camellón central sobre la Av. Paseo de la Reforma esquina con Av. Juárez.</p>

**F.I.**

**U. N. A. M.**

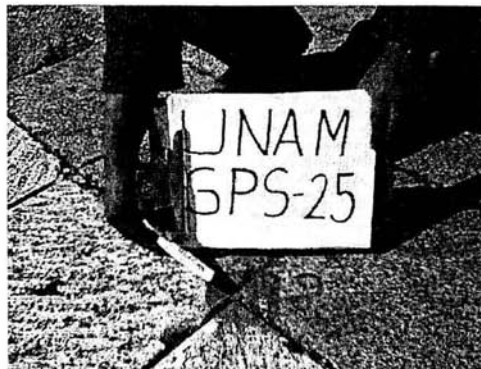
PROYECTO: LEVANTAMIENTO DE PUNTOS DE APOYO CON EQUIPO GPS

UBICACIÓN: PASEO DE LA REFORMA  
ELABORÓ: FACULTAD DE INGENIERÍA.  
RESPONSABLE: DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA  
FECHA: 12 NOVIEMBRE DEL 2003

DATUM: WGS84  
VÉRTICE No. GPS25  
REFORMA -AV. JUÁREZ

B.N. 25 -997.438 mts.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS  
LAT: 19° 26' 07167" LON: 99° 08' 49.728" W  
COORDENADAS UTM  
E: 484553.535 N: 2149002.849  
COORDENADAS TOPOGRAFICAS  
X: 484554.034 Y: 2149004.546  
ALTURA ELIPSOIDAL: 2225.069



**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**



**Descripción**

El vértice 25 se localiza en la esquina Sw de la Alameda Central sobre la Av. Juárez.

**CAPÍTULO II**  
**CONTROL HORIZONTAL**

## 2.1 POLIGONACIÓN

La poligonación es un método de posicionamiento horizontal ampliamente empleado en la actualidad, por la facilidad y alta precisión con la que se pueden medir distancias y ángulos con los nuevos equipos.

Una poligonal consiste en una serie de líneas rectas que se unen entre sí. El proceso de medición de longitudes y direcciones de los lados de una poligonal se conoce como *levantamiento de poligonales* y tiene como finalidad encontrar las posiciones de puntos determinados. Hay básicamente dos tipos de poligonales :

I)abiertas

II)cerradas

Las *poligonales abiertas* se utilizan por lo general en trabajos de localización de vías de comunicación y tienen la desventaja de que no cuentan con la posibilidad de revisarse aritméticamente. Por esta razón, debe tenerse mucho mayor cuidado en su medición. Si se usa un instrumento de repetición, los ángulos deben medirse por repetición. Con cualquier otro tipo de instrumento, el ángulo debe medirse varias veces. En el caso de los tránsitos, la mitad de las veces se mide el ángulo con el telescopio en su posición normal y la otra mitad con la posición invertida.

Una *poligonal cerrada* es aquella que empieza y termina en el mismo punto.

También puede ser aquella que empieza en un punto conocido y termina en otro punto conocido, siempre que ambos puntos estén en el mismo sistema coordenado. Siempre que sea posible, se prefiere una poligonal cerrada que una poligonal abierta, ya que es más fácil revisar las distancias y los ángulos además de que cuenta con la posibilidad de revisarse y corregirse aritméticamente.

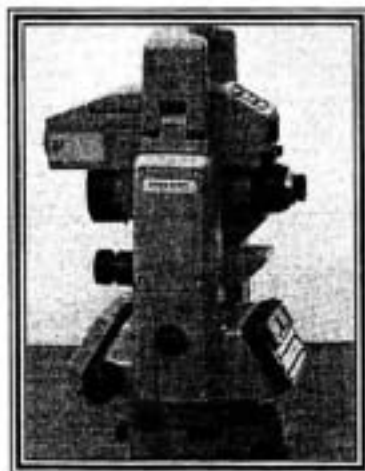
Debido a que en este proyecto son muchos los detalles a levantar , lo más factible es el establecimiento de poligonales auxiliares con precisiones mayores a 1:10000 para poder garantizar la rigidez de nuestro levantamiento.



### **Equipo Empleado**

Para el levantamiento de la **poligonal de apoyo** se utilizó el teodolito electrónico marca Wild, modelo T-1600 de precisión angular de 1.5" con registro en módulo electrónico GRM10 removible, con capacidad para almacenar 2000 bloques de información y accesorios. El teodolito tiene pantalla de cristal líquido de cuatro líneas, teclado multifuncional, programas y funciones COGO que facilitan y hacen más seguro el trabajo de campo.

Para la medición de distancias se usó el distanciómetro electrónico marca Wild modelo DI-1600, que se acopla al teodolito T1600, convirtiéndose éste en un taquimetro electrónico. La precisión de las medidas es de  $\pm(3\text{mm} + 3\text{ppm})$ .



*Teodolito Electrónico Wild T-1600*

## **2.2 POLIGONAL DE APOYO**

### **Metodología de campo**

Para las observaciones angulares se aplicó el método de direcciones de Bessel, que consiste en registrar en el módulo REC GRM , las direcciones horizontal y vertical, así como la distancia medida con el distanciómetro, primero al punto de atrás y posteriormente al de adelante, en la posición I del taquimetro, después se da vuelta de campana y se vuelve a repetir el proceso en la posición II, esto constituye una serie de observación. Este método garantiza que los errores instrumentales y personales se minimicen. En cada estación de la poligonal de apoyo se observaron al menos tres series de Bessel.

Se estableció la primera poligonal cerrada, empezando en la 1ª estación 2, y continuando con las estaciones, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 1, 2 . Los vértices 2 y 9 corresponden a las estaciones GPS 21 y GPS22.

Se estableció la segunda poligonal cerrada, empezando en la 1ª estación 8, y continuando con las estaciones, 14, 15, 16, 17, 18 y 19. El vértice 16 corresponde a la estación GPS 23.

Para el registro electrónico secuencial de la poligonal se emplearon los códigos (CODE):

CODE 1: empezar el trabajo; estación inicial, azimut de referencia.

CODE 2: datos de estación ocupada; número de estación, altura de instrumento, estación atrás.

CODE 3: datos de estación de poligonal adelante; número de estación, altura de señal.

CODE 41: cierre angular de la poligonal.

CODE 4: cierre lineal; estación de cierre y azimut de referencia.

### 2.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La transferencia, revisión y depuración de los datos de campo, así como el cálculo, la compensación (método de la Brújula o de Bowditch) y el dibujo de la poligonal se procesaron con el paquete WILDSOFT, la información registrada en el módulo GRM se transfirió a la computadora con la interfase GIF10 a través del puerto serial.

En el proceso con el programa Wildsoft se generaron los siguientes archivos de la poligonal:

- FLD : con los datos de campo en formato texto (libreta de campo).
- TXT: con los resultados del cálculo, error angular, error lineal y la precisión relativa.
- CRD: con las coordenadas ajustadas
- DXF: con el dibujo de la poligonal.

Cálculos realizados por Wildsoft

Poligonal	Error angular	Error lineal	Longitud	Precisión
01	- 00° 01' 58.5"	0.09m	927.28m	10057.83
02	- 00° 00' 25.0"	0.03m	854.29m	33174.12

A continuación se presentan los archivos generados por el programa Wildsoft de al menos 2 de las 6 poligonales de apoyo que se realizaron para este proyecto , presentadas en el orden especificado anteriormente.

=====

**POLIGONAL 1.FLD**

=====

ELECTRONIC DATA COLLECTION

Collection File: RE1710B.ROL

Field Data Log

Record	Code	INFO 1	INFO 2	INFO 3	INFO 4
Hz Circle	Vt Circle	Distance	PPM	Prism	Offset
1	1	+00000002	+03270000	+00000000	
-----					
2	-2	+00000002	+00001511	+00000000	
3	3	+00000003	+00001527	+00001428	
4		106 56 37.0	90 17 35.0	57.96	+0065 +000
5		243 59 43.0	89 59 31.0	41.27	+0065 +000
6		63 59 42.0	270 00 03.0	0.00	+0065 +000
7		286 56 17.0	269 41 36.0	0.00	+0065 +000
-----					
8	-2	+00000003	+00001443	+00000002	
9	3	+00000004	+00001554	+00001526	
10		309 39 01.0	89 59 52.0	41.26	+0065 +000
11		110 32 31.0	90 26 41.0	108.04	+0065 +000
12		290 32 26.0	269 32 50.0	0.00	+0065 +000
13		129 38 43.0	269 59 30.0	0.00	+0065 +000
-----					
14	-2	+00000004	+00001555	+00000003	
15	3	+00000005	+00001464	+00001562	
16		236 28 46.0	89 28 43.0	108.04	+0065 +000
17		40 03 37.0	90 23 40.0	90.41	+0065 +000
18		220 03 46.0	269 35 43.0	0.00	+0065 +000
19		56 29 00.0	270 30 39.0	0.00	+0065 +000
-----					
20	-2	+00000005	+00001466	+00000004	
21	3	+00000006	+00001641	+00001586	
22		180 54 23.0	89 34 39.0	90.40	+0065 +000
23		288 49 39.0	90 26 59.0	83.32	+0065 +000
24		108 49 43.0	269 32 36.0	0.00	+0065 +000
25		00 54 23.0	270 25 02.0	0.00	+0065 +000
-----					
26	-2	+00000006	+00001510	+00000005	
27	3	+00000007	+00001476	+00001564	
28		48 44 14.0	89 22 54.0	83.33	+0065 +000
29		48 44 14.0	89 22 54.0	83.33	+0065 +000
30		211 40 40.0	89 45 17.0	93.82	+0065 +000
31		31 41 03.0	270 14 25.0	0.00	+0065 +000
32		228 44 34.0	270 36 44.0	0.00	+0065 +000

-----  
33---2-----+00000007-- +00001574-- +00000006-----

34 3 +00000008 +00001503 +00001583  
35 42 56 14.0 90 15 04.0 93.83 +0065 +000  
36 174 49 41.0 89 31 26.0 39.10 +0065 +000  
37 354 49 26.0 270 28 19.0 0.00 +0065 +000  
38 222 56 20.0 269 44 35.0 0.00 +0065 +000

-----  
39---2-----+00000008-- +00001527-- +00000007-----

40 3 +00000009 +00001490 +00001564  
41 89 47 48.0 90 27 49.0 39.10 +0065 +000  
42 89 47 48.0 90 27 49.0 39.10 +0065 +000  
43 299 44 39.0 89 58 19.0 56.88 +0065 +000  
44 119 44 10.0 270 01 41.0 0.00 +0065 +000  
45 269 47 15.0 269 32 00.0 0.00 +0065 +000

-----  
46---2-----+00000009-- +00001486-- +00000008-----

47 3 +00000010 +00001563 +00001508  
48 141 42 09.0 90 02 14.0 56.87 +0065 +000  
49 265 36 59.0 89 29 46.0 146.20 +0065 +000  
50 85 36 45.0 270 29 52.0 0.00 +0065 +000  
51 321 41 46.0 269 57 11.0 0.00 +0065 +000

-----  
52---2-----+00000010-- +00001569-- +00000009-----

53 3 +00000011 +00001535 +00001509  
54 277 54 10.0 90 29 00.0 146.20 +0065 +000  
55 2 09 37.0 89 19 55.0 62.17 +0065 +000  
56 182 09 13.0 270 39 21.0 0.00 +0065 +000  
57 97 53 58.0 269 30 35.0 0.00 +0065 +000

-----  
58---2-----+00000011-- +00001537-- +00000010-----

59 3 +00000012 +00001521 +00001530  
60 287 24 12.0 90 41 35.0 62.17 +0065 +000  
61 114 09 04.0 90 33 51.0 102.10 +0065 +000  
62 294 09 00.0 269 25 35.0 0.00 +0065 +000  
63 107 23 44.0 269 18 03.0 0.00 +0065 +000

-----  
64---2-----+00000012-- +00001524-- +00000011-----

65 3 +0000001a +00001529 +00001513 +00000000  
66 127 42 19.0 89 26 31.0 102.11 +0065 +000  
67 345 28 40.0 89 51 58.0 46.02 +0065 +000  
68 165 28 16.0 270 07 27.0 0.00 +0065 +000  
69 307 41 54.0 270 33 04.0 0.00 +0065 +000

-----  
70---2-----+0000001a-- +00001537-- +00000012-- +00000000-----

71 3 +0000002a +00001575 +00001448 +00000000  
72 25 27 38.0 90 13 43.0 46.02 +0065 +000

73		25 27 38.0	90 13 44.0	46.02	+0065	+000
74		138 30 19.0	89 38 23.0	57.96	+0065	+000
75		318 30 00.0	270 21 28.0	0.00	+0065	+000
76		205 27 10.0	269 46 11.0	0.00	+0065	+000
-----						
77	-2-	+00000008	+00001464	+00000009	-----	
78	3	+00000014	+00001456	+00001408		
79		179 09 14.0	89 58 40.0	56.87	+0065	+000
80		247 19 46.0	90 00 14.0	116.15	+0065	+000
81		67 19 24.0	269 59 23.0	0.00	+0065	+000
82		359 08 59.0	270 00 47.0	0.00	+0065	+000
-----						
83	-2-	+00000014	+00001473	+00000008	-----	
84	3	+00000015	+00001484	+00001432		
85		246 25 19.0	90 00 39.0	116.15	+0065	+000
86		71 49 52.0	90 16 18.0	82.96	+0065	+000
87		251 50 14.0	269 43 12.0	0.00	+0065	+000
88		66 25 12.0	269 59 04.0	0.00	+0065	+000
-----						
89	-2-	+00000015	+00001515	+00000014	-----	
90	3	+00000016	+00001609	+00001415		
91		241 19 29.0	89 46 45.0	82.96	+0065	+000
92		61 26 50.0	89 58 58.0	109.16	+0065	+000
93		241 26 40.0	270 00 41.0	0.00	+0065	+000
94		61 19 09.0	270 12 42.0	0.00	+0065	+000
-----						
95	-2-	+00000016	+00001418	+00000015	-----	
96	3	+00000017	+00001584	+00001487		
97		222 05 16.0	89 58 20.0	109.16	+0065	+000
98		39 28 33.0	89 45 02.0	79.90	+0065	+000
99		219 29 00.0	270 14 32.0	0.00	+0065	+000
100		42 04 53.0	270 01 09.0	0.00	+0065	+000
-----						
101	-2-	+00000017	+00001587	+00000016	-----	
102	3	+00000018	+00001539	+00001530		
103		172 04 15.0	90 09 58.0	79.89	+0065	+000
104		184 00 37.0	90 09 03.0	139.26	+0065	+000
105		4 00 22.0	269 50 36.0	0.00	+0065	+000
106		352 04 02.0	269 49 41.0	0.00	+0065	+000
-----						
107	-2-	+00000017	+00001587	+00000016	-----	
108	3	+00000018	+00001549	+00001530		
109		172 04 08.0	90 09 56.0	79.89	+0065	+000
110		183 36 53.0	90 10 00.0	140.11	+0065	+000
111		3 36 50.0	269 49 45.0	0.00	+0065	+000
112		352 04 03.0	269 49 44.0	0.00	+0065	+000
-----						

```

113 --2----- +00000018 -- +00001508 -- +00000017 -----
114 3 +00000019 +00001490 +00001524
115 131 25 23.0 89 50 49.0 140.09 +0065 +000
116 302 30 53.0 89 48 32.0 146.88 +0065 +000
117 122 30 48.0 270 11 06.0 0.00 +0065 +000
118 311 25 11.0 270 08 55.0 0.00 +0065 +000
-----
119 --2----- +00000019 -- +00001416 -- +00000018 -----
120 3 +0000008a +00001590 +00001553 +00000000
121 119 45 41.0 90 08 46.0 146.87 +0065 +000
122 279 49 53.0 89 51 55.0 108.77 +0065 +000
123 99 49 43.0 270 07 34.0 0.00 +0065 +000
124 299 45 09.0 269 50 39.0 0.00 +0065 +000
-----
125 --2----- +00000017 -- +00001505 -- +00000016 -----
126 3 +00000020 +00001506 +00001520
127 190 25 21.0 90 05 06.0 79.90 +0065 +000
128 14 47 45.0 90 11 48.0 115.91 +0065 +000
129 194 47 37.0 269 48 01.0 0.00 +0065 +000
130 10 25 19.0 269 54 40.0 0.00 +0065 +000
-----
131 --2----- +00000020 -- +00001452 -- +00000017 --+00000000-----
132 3 +00000021 +00001472 +00001685
133 114 37 16.0 89 38 30.0 115.91 +0065 +000
134 114 37 15.0 89 38 25.0 115.91 +0065 +000
135 292 51 29.0 90 03 21.0 252.62 +0065 +000
136 112 51 16.0 269 56 19.0 0.00 +0065 +000
137 294 37 10.0 270 21 10.0 0.00 +0065 +000
-----
138 --2----- +00000021 -- +00001503 -- +00000020 -----
139 3 +00000050 +00001605 +00001620 +00000000
140 346 08 22.0 89 53 40.0 252.62 +0065 +000
141 161 49 53.0 90 03 41.0 185.77 +0065 +000
142 341 49 53.0 269 56 25.0 0.00 +0065 +000
143 166 08 08.0 270 06 08.0 0.00 +0065 +000
-----
144 --2----- +00000050 -- +00001526 -- +00000022 --+00000000-----
145 3 +00000023 +00001440 +00001652 +00000000
146 343 21 09.0 89 50 14.0 185.77 +0065 +000
147 351 00 26.0 89 53 17.0 193.50 +0065 +000
148 171 00 30.0 270 06 10.0 0.00 +0065 +000
149 163 20 53.0 270 09 09.0 0.00 +0065 +000
-----
150 --2----- +00000023 -- +00001514 -- +00000050 --+00000000-----
151 3 +00000024 +00001395 +00001643 +00000000
152 352 07 12.0 90 04 11.0 193.50 +0065 +000
153 168 47 00.0 89 56 46.0 203.64 +0065 +000

```

154		348 47 02.0	270 02 48.0	0.00	+0065	+000
155		172 06 58.0	269 54 35.0	0.00	+0065	+000

-----  
156 ---2- ---- +00000024 ---+00001404 ---+00000023 -----

157	3	+0000017a	+00001697	+00001547	+00000000	
-----	---	-----------	-----------	-----------	-----------	--

158		182 22 43.0	90 02 42.0	203.64	+0065	+000
-----	--	-------------	------------	--------	-------	------

159		354 28 50.0	89 45 14.0	158.41	+0065	+000
-----	--	-------------	------------	--------	-------	------

160		174 28 23.0	270 14 16.0	0.00	+0065	+000
-----	--	-------------	-------------	------	-------	------

161		2 22 11.0	269 57 00.0	0.00	+0065	+000
-----	--	-----------	-------------	------	-------	------

162		61 30 06.0	269 51 57.0	0.00	+0065	+000
-----	--	------------	-------------	------	-------	------

163	4	+00000017				
-----	---	-----------	--	--	--	--



=====

POLIGONAL 1.TXT

=====

Field Data File: 1710C.FLD  
Coordinate File: Polygonal 1  
Plot File: REFORMA.PLT

Field File Check:

-----

Compiler Errors: 0  
Missing Data: 0

-----

-----

Point	Descriptor	X	Y	Z
-------	------------	---	---	---

-----

Reference Line From: 2      N AZ 342 00 00.0  
Scale Factor:      1.0000000

2                              483188.8820   2148453.8950   2227.7020

From: 2      Inst. Ht: 1.44      FS Tar. Ht: 1.39      BS Tar. Ht:  
Traverse N AZ 102 48 18.0   Hz. Dist: 41.27      Vt. Dist: 0.09  
3

From: 3      Inst. Ht: 1.44      FS Tar. Ht: 1.55      BS Tar. Ht: 1.53  
Traverse N AZ 83 41 54.5   Hz. Dist: 108.04      Vt. Dist: -0.95  
4

From: 4      Inst. Ht: 1.56      FS Tar. Ht: 1.46      BS Tar. Ht: 1.56  
Traverse N AZ 67 16 43.0   Hz. Dist: 90.40      Vt. Dist: -0.53  
5

From: 5      Inst. Ht: 1.47      FS Tar. Ht: 1.64      BS Tar. Ht: 1.59  
Traverse N AZ 355 12 01.0   Hz. Dist: 83.32      Vt. Dist: -0.83  
6

From: 6      Inst. Ht: 1.51      FS Tar. Ht: 1.48      BS Tar. Ht: 1.56  
Traverse N AZ 338 08 28.5   Hz. Dist: 93.82      Vt. Dist: 0.44  
7

From: 7      Inst. Ht: 1.57      FS Tar. Ht: 1.50      BS Tar. Ht: 1.58  
Traverse N AZ 290 01 45.0   Hz. Dist: 39.10      Vt. Dist: 0.40  
8

From: 8      Inst. Ht: 1.53      FS Tar. Ht: 1.49      BS Tar. Ht: 1.56  
Traverse N AZ 319 58 38.0      Hz. Dist: 56.87      Vt. Dist: 0.07  
9

From: 9      Inst. Ht: 1.49      FS Tar. Ht: 1.56      BS Tar. Ht: 1.51  
Traverse N AZ 263 53 32.5      Hz. Dist: 146.20      Vt. Dist: 1.21  
10

From: 10      Inst. Ht: 1.57      FS Tar. Ht: 1.54      BS Tar. Ht: 1.51  
Traverse N AZ 168 08 53.5      Hz. Dist: 62.17      Vt. Dist: 0.76  
11

From: 11      Inst. Ht: 1.54      FS Tar. Ht: 1.52      BS Tar. Ht: 1.53  
Traverse N AZ 174 53 57.5      Hz. Dist: 102.10      Vt. Dist: -0.99  
12

From: 12      Inst. Ht: 1.52      FS Tar. Ht: 1.53      BS Tar. Ht: 1.51  
Traverse N AZ 212 40 19.0      Hz. Dist: 46.02      Vt. Dist: 0.10  
1

From: 1      Inst. Ht: 1.54      FS Tar. Ht: 1.58      BS Tar. Ht: 1.45  
Traverse N AZ 145 43 04.5      Hz. Dist: 57.96      Vt. Dist: 0.33  
2A

Closing Point:

2                      483188.8820      2148453.8950      2227.7020  
Ref. Line: N AZ 342 00 00.0

Misclosure:

Closing Angle:      16 14 57.0  
Hz. Direction:      N AZ 295 32 42.3  
Hz. Distance:      0.09  
Vt. Distance:      0.09  
Traverse Closure:  
Length of Traverse: 927.28  
Angular Error:      -00 01 58.5  
Precision:      10057.83

Angle Balance:      ON  
Horizontal Adjustment: COMPASS  
Vertical Adjustment: OFF

---

---

POLIGONAL1.CRD

---

---

ADJUSTED COORDINATES

---

2 483188.8820 2148453.8950 2227.7020

From: 2  
Traverse N AZ 132 39 49.2 Hz. Dist: 41.27 Vt. Dist: 0.09  
3 483219.2303 2148425.9256 2227.7901

From: 3  
Traverse N AZ 113 33 34.9 Hz. Dist: 108.04 Vt. Dist: -0.95  
4 483318.2620 2148382.7425 2226.8413

From: 4  
Traverse N AZ 97 08 32.49 Hz. Dist: 90.40 Vt. Dist: -0.53  
5 483407.9614 2148371.5030 2226.3105

From: 5  
Traverse N AZ 25 03 54.07 Hz. Dist: 83.32 Vt. Dist: -0.83  
6 483443.2603 2148446.9776 2225.4819

From: 6  
Traverse N AZ 08 00 31.2 Hz. Dist: 93.82 Vt. Dist: 0.44  
7 483456.3320 2148539.8859 2225.9182

From: 7  
Traverse N AZ 319 53 12.00 Hz. Dist: 39.10 Vt. Dist: 0.40  
8 483431.1476 2148569.7930 2226.3142

From: 8  
Traverse N AZ 349 50 59.1 Hz. Dist: 56.88 Vt. Dist: 0.07  
9 483421.1245 2148625.7784 2226.3793

From: 9  
Traverse N AZ 293 46 6.78 Hz. Dist: 146.20 Vt. Dist: 1.21  
10 483287.3225 2148684.7042 2227.5895

From: 10  
Traverse N AZ 198 01 42.55 Hz. Dist: 62.17 Vt. Dist: 0.76  
11 483268.0827 2148625.5895 2228.3486

From: 11  
Traverse N AZ 204 46 54.30 Hz. Dist: 102.10 Vt. Dist: -0.99  
12 483225.2865 2148532.8934 2227.3600

From: 12  
Traverse N AZ 242 33 25.59 Hz. Dist: 46.02 Vt. Dist: 0.10  
1 483184.4412 2148511.6820 2227.4627

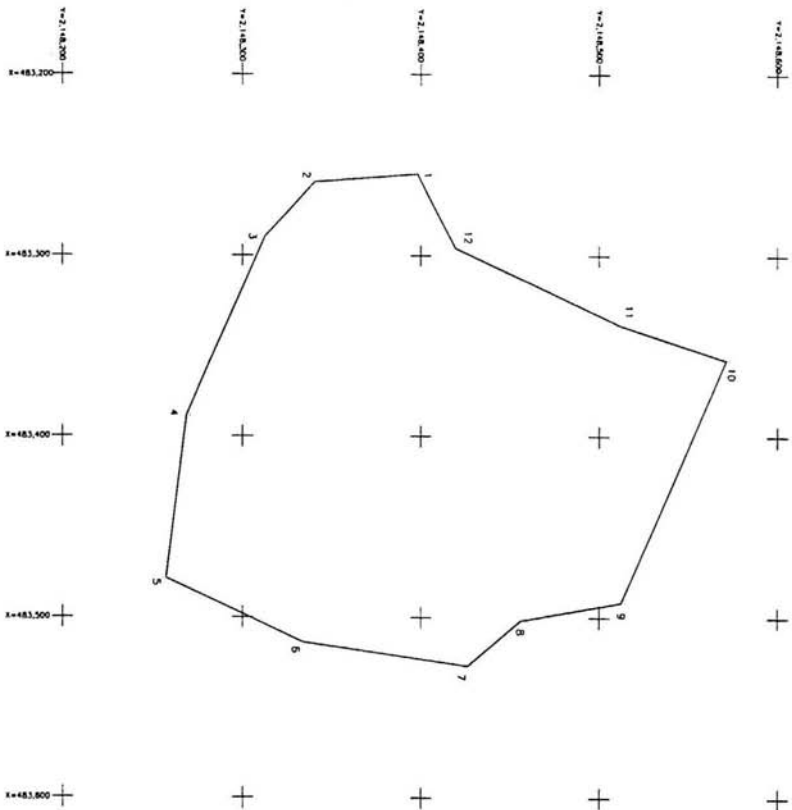
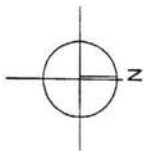
From: 1  
Traverse N AZ 175 36 20.10 Hz. Dist: 57.96 Vt. Dist: 0.33  
2A 483188.8820 2148453.8950 2227.7893

Coordinate File: REFORMA.CRD

List of Coordinate Points

\* Denotes Contouring Masspoint

Point ID	X	Y	Z	Descriptor
1	483184.4412	2148511.6820	2227.4627	
2	483188.8820	2148453.8950	2227.7020	gps021
3	483219.2303	2148425.9256	2227.7901	
4	483318.2620	2148382.7425	2226.8413	
5	483407.9614	2148371.5030	2226.3105	
6	483443.2603	2148446.9776	2225.4819	
7	483456.3320	2148539.8859	2225.9182	
8	483431.1476	2148569.7930	2226.3142	
9	483421.1245	2148625.7784	2226.3793	gps22
10	483287.3225	2148684.7042	2227.5895	
11	483268.0827	2148625.5895	2228.3486	
12	483225.2865	2148532.8934	2227.3600	



**POLIGONAL DE APOYO NO 1**

ORDEN	NOMBRE	COORDENADAS
EST	PUNTO	X Y
1	1	2148300 483200
2	2	2148350 483200
3	3	2148350 483300
4	4	2148300 483300
5	5	2148300 483400
6	6	2148350 483400
7	7	2148350 483500
8	8	2148300 483500
9	9	2148300 483600
10	10	2148350 483600
11	11	2148350 483500
12	12	2148300 483500
13	13	2148300 483200

**SUPERFICIE = 8034.8847 M<sup>2</sup>**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

LEVANTAMIENTO DE POLIGONAL ENVOLVENTE  
POLIGONAL 1

LEVANTADO: JUAN CARLOS MARTÍNEZ CASAS	Nº DE HOJA: VICTOR MANUEL VÉTEZ Y TRUJANO
REALIZADO: MARCELO VÁSQUEZ	ESCALA: 1:500
	FECHA: 14/09/2003

=====

**POLIGONAL 2.FLD**

=====

ELECTRONIC DATA COLLECTION

Collection File: 2210B.ROL

Field Data Log

-----

Record	Code	INFO 1	INFO 2	INFO 3	INFO 4
		Hz Circle	Vt Circle	Distance	PPM Prism Offset

-----

1	1	+00000008	+01500000	+00000007	
-----					
2	-2-	+00000008	+00001562	+00000007	-----
3	3	+00000014	+00001499	+00001515	
4		303 54 56.0	90 38 44.0	39.10	+0065 +000
5		222 02 20.0	90 02 09.0	116.16	+0065 +000
6		42 02 19.0	269 57 39.0	0.00	+0065 +000
7		123 54 39.0	269 21 12.0	0.00	+0065 +000
-----					
8	-2-	+00000014	+00001579	+00000008	-----
9	3	+00000015	+00001455	+00001359	
10		198 55 05.0	90 00 39.0	116.15	+0065 +000
11		24 23 59.0	90 09 05.0	192.11	+0065 +000
12		204 24 00.0	269 50 33.0	0.00	+0065 +000
13		18 55 00.0	269 59 05.0	0.00	+0065 +000
-----					
14	-2-	+00000015	+00001567	+00000014	-----
15	3	+00000016	+00001584	+00001475	
16		354 19 36.0	89 54 35.0	192.12	+0065 +000
17		171 46 38.0	89 51 03.0	79.90	+0065 +000
18		351 46 23.0	270 08 26.0	0.00	+0065 +000
19		174 19 14.0	270 05 01.0	0.00	+0065 +000
-----					
20	-2-	+00000016	+00001587	+00000015	-----
21	3	+00000017	+00001540	+00001425	
22		70 13 58.0	90 14 22.0	79.89	+0065 +000
23		81 47 52.0	90 09 50.0	140.09	+0065 +000
24		261 47 37.0	269 49 51.0	0.00	+0065 +000
25		250 13 53.0	269 45 15.0	0.00	+0065 +000
-----					
26	-2-	+00000017	+00001569	+00000016	-----
27	3	+00000018	+00001485	+00001475	
28		163 45 48.0	89 53 20.0	140.08	+0065 +000
29		334 51 10.0	89 49 37.0	146.87	+0065 +000
30		154 50 39.0	270 10 08.0	0.00	+0065 +000
31		343 45 22.0	270 06 18.0	0.00	+0065 +000

-----

```

32---2-----+00000018-- +00001530-- +00000017-----
33  3  +00000019  +00001523  +00001495
34      341 07 00.0  90 12 45.0 146.87  +0065 +000
35      160 58 38.0  89 50 02.0 131.93  +0065 +000
36      340 58 06.0  270 09 32.0 0.00   +0065 +000
37      161 06 56.0  269 46 43.0 0.00   +0065 +000
-----
38---2-----+00000019-- +00001519-- +00000018-----
39  3  +00000020  +00001600  +00001410
40      295 45 28.0  90 12 38.0 131.93  +0065 +000
41      346 58 28.0  90 16 24.0 47.24   +0065 +000
42      166 58 12.0  269 42 56.0 0.00   +0065 +000
43      115 45 18.0  269 47 03.0 0.00   +0065 +000
-----
44---2-----+00000020-- +00001562-- +00000019-----
45  41  +00000000
46      204 46 11.0  90 34 38.0 39.10   +0065 +000
47      359 33 29.0  89 37 29.0 47.23   +0065 +000
48      179 33 26.0  270 22 19.0 0.00   +0065 +000
49      24 45 46.0  269 24 57.0 0.00   +0065 +000
50  4  +00000020

```

---

---

**POLIGONAL 2.TXT**

---

---

Field Data File: POL02.FLD  
Coordinate File: REFORMA.CRD  
Plot File: POL2.PLT

Field File Check:

---

Compiler Errors: 0  
Missing Data: 0

---

---

Point	Descriptor	X	Y	Z
-------	------------	---	---	---

---

Reference Line From: 8      N AZ 139 53 58.8  
Backsight Point: 7  
Scale Factor: 1.0000000

8                              483431.1476 2148569.7930 2226.3142

From: 8      Inst. Ht: 1.56      FS Tar. Ht: 1.50      BS Tar. Ht: 1.52  
Traverse N AZ 58 01 30.8      Hz. Dist: 116.16      Vt. Dist: -0.01  
14

From: 14      Inst. Ht: 1.58      FS Tar. Ht: 1.46      BS Tar. Ht: 1.36  
Traverse N AZ 63 30 27.8      Hz. Dist: 192.11      Vt. Dist: -0.38  
15

From: 15      Inst. Ht: 1.57      FS Tar. Ht: 1.58      BS Tar. Ht: 1.47  
Traverse N AZ 60 57 33.3      Hz. Dist: 79.90      Vt. Dist: 0.19  
16

From: 16      Inst. Ht: 1.59      FS Tar. Ht: 1.54      BS Tar. Ht: 1.42  
Traverse N AZ 252 31 22.3      Hz. Dist: 140.09      Vt. Dist: -0.35  
17

From: 17      Inst. Ht: 1.57      FS Tar. Ht: 1.48      BS Tar. Ht: 1.47  
Traverse N AZ 243 36 41.8      Hz. Dist: 146.87      Vt. Dist: 0.53  
18

From: 18      Inst. Ht: 1.53      FS Tar. Ht: 1.52      BS Tar. Ht: 1.50  
Traverse N AZ 243 28 05.8      Hz. Dist: 131.93      Vt. Dist: 0.39  
19



From: 19    Inst. Ht: 1.52    FS Tar. Ht: 1.60    BS Tar. Ht: 1.41  
Traverse N AZ 114 41 02.8    Hz. Dist: 47.23    Vt. Dist: -0.31  
20

Closing Point:

8                    483431.1476    2148569.7930    2226.3142  
Ref. Line: N AZ 139 53 58.8

Misclosure:

Closing Angle:    205 12 31.0  
Hz. Direction:    N AZ 304 01 58.7  
Hz. Distance:     0.03  
Vt. Distance:     0.06

Traverse Closure:

Length of Traverse: 854.29  
Angular Error:    - 00 00 25.0  
Precision:        33174.12

Angle Balance:    ON  
Horizontal Adjustment: COMPASS  
Vertical Adjustment: OFF

---

---

POLIGONAL 2.CRD

---

---

ADJUSTED COORDINATES

---

8 7 483431.1476 2148569.7930 2226.3142  
From: 8  
Traverse N AZ 58 01 32.4 Hz. Dist: 116.16 Vt. Dist: -0.01  
14 483529.6825 2148631.3030 2226.3055  
  
From: 14  
Traverse N AZ 63 30 32.8 Hz. Dist: 192.11 Vt. Dist: -0.38  
15 483701.6228 2148716.9952 2225.9243  
  
From: 15  
Traverse N AZ 60 57 41.3 Hz. Dist: 79.90 Vt. Dist: 0.19  
16 483771.4751 2148755.7764 2226.1158  
  
From: 16  
Traverse N AZ 252 31 35.6 Hz. Dist: 140.09 Vt. Dist: -0.35  
17 483637.8511 2148713.7130 2225.7634  
  
From: 17  
Traverse N AZ 243 36 58.7 Hz. Dist: 146.88 Vt. Dist: 0.53  
18 483506.2747 2148648.4446 2226.2925  
  
From: 18  
Traverse N AZ 243 28 25.8 Hz. Dist: 131.93 Vt. Dist: 0.39  
19 483388.2320 2148589.5234 2226.6831  
  
From: 19  
Traverse N AZ 114 41 25.8 Hz. Dist: 47.23 Vt. Dist: -0.31  
20 483431.1476 2148569.7930 2226.3769

Coordinate File: REFORMA.CRD

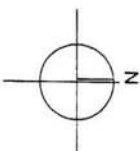
List of Coordinate Points

\* Denotes Contouring Masspoint

---

Point ID	X	Y	Z	Descriptor
8	483431.1476	2148569.7930	2226.3142	
14	483529.6825	2148631.3030	2226.3055	
15	483701.6228	2148716.9952	2225.9243	
16	483771.4751	2148755.7764	2226.1158	gps023
17	483637.8511	2148713.7130	2225.7634	
18	483506.2747	2148648.4446	2226.2925	
19	483388.2320	2148589.5234	2226.6831	

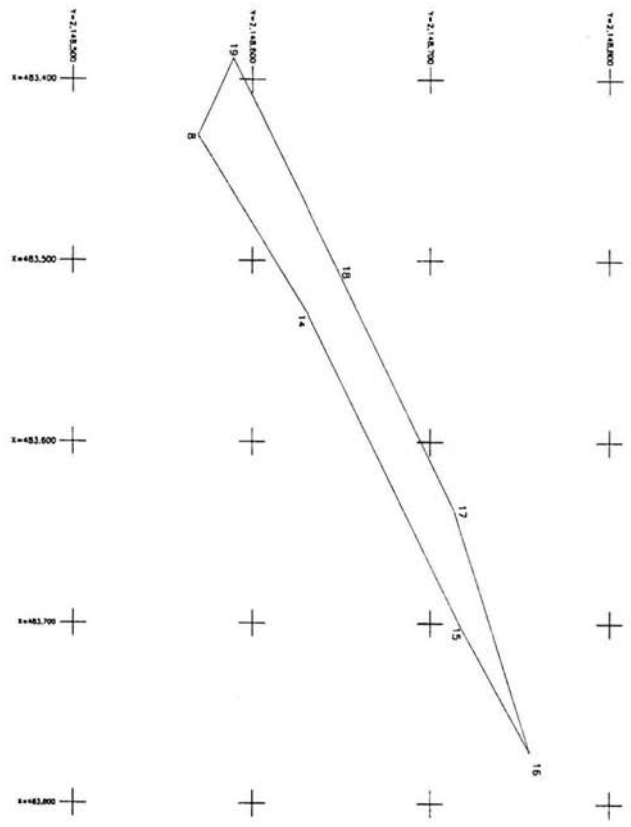
---



**POLIGONAL DE APOYO NO.2**

ORD.	EST.	NO.	RAMBO	DISTANCIA	X	Y	COORDENADAS
							X Y
1	14	1	3 207° 31' 00" E	118.517	14	21 148 200	483.400
2	15	2	8 627° 31' 00" E	109.111	15	21 148 210 900	483.500
3	16	3	3 272° 31' 00" E	108.000	16	21 148 211 700	483.600
4	17	4	5 627° 31' 00" E	118.670	17	21 148 200 000	483.700
5	18	5	8 627° 31' 00" E	113.820	18	21 148 200 000	483.800
6	19	6	3 207° 31' 00" E	112.200	19	21 148 200 000	483.900

**SUPERFICIE = 9457.0254 M<sup>2</sup>**



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
<b>LEVANTAMIENTO DE POLIGONAL ENVOLVENTE</b>	
<b>POLIGONAL 2</b>	
LEVANTADO: JUAN CARLOS MARTIN CALDERA	PROF. ING. VICENTE MANUEL GONZALEZ Y GUERRERO
REVISADO: RAUL RAMON ORTIZ	ESCALA: 1:100
	FECHA: 18/06/2010

## **2.4 LEVANTAMIENTO DE DETALLES**

Se le llama "Levantamiento a Detalle " a la acción de inscribir o circunscribir un polígono y desde sus vértices y lados tomar los datos que determinen la forma exacta del terreno.

Los detalles topográficos se localizan generalmente en relación con un marco de estaciones de poligonal cuyas posiciones se han establecido. Los errores que se tengan en las estaciones de la poligonal se verán reflejados en la localización de los detalles . Es conveniente por tanto trazar , verificar y ajustar la poligonal de apoyo , antes de comenzar el levantamiento de los detalles topográficos ; en vez de efectuar ambos procesos de manera simultanea.

Los detalles a levantar serán los siguientes :

- Indicación de inicio y terminación de fracturas en banquetas , arroyos y camellones.
- Alineaciones físicas de fachadas (indicando proyecciones de volados, marquesinas etc).
- Posición de árboles (incluyendo diámetros)
- Luz de guarniciones
- Posición y geometría exacta de registros (dimensiones e inventario de los tipos existentes)
- Postes de iluminación , señalización , nomenclatura , telefonía , mobiliario urbano etc.

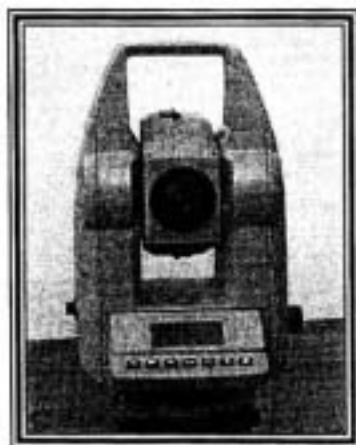
### **Equipo Empleado**

Para el levantamiento de detalles se utilizó la Estación Total marca Leica modelo Tc600 con precisión angular de 5" de arco , y capacidad para almacenar 1500 puntos.

La precisión de las medidas es de  $\pm(3\text{mm} + 3\text{ppm})$

Accesorios:

- software
- cable de transferencia hacia la PC
- bastones
- bipode
- prismas



**Estación Total Leica TC600**

## **2.5 METODOLOGÍA**

Antes de empezar a realizar las radiaciones se tuvo que adoptar una metodología, la cuál nos permitiría trabajar de una manera organizada y rápida , debido a la gran cantidad de información que se generaría en campo y que complicaría mucho la labor de gabinete , pudiendo llegar a caer en errores que nos restaran tiempo ; y consiste en los siguientes puntos:

### **Metodología de campo**

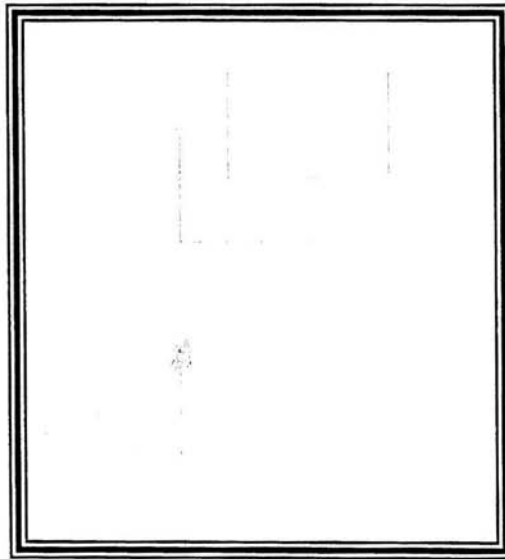
- a)-Elaborar esquemas a mano alzada de camellones , banquetas , así como de las partes que conforman cada una de éstas (registros , bases telefónicas , monumentos etc.).
  
- b)-Adoptar una nomenclatura conveniente para distinguir cada una de las partes que conforman la planimetría (Ejemplo: Registros de Luz y Fuerza del Centro (RLyF) , Registros de Teléfonos de México (RTM) etc.)
  
- c)-Realizar mediciones con ayuda de un flexómetro de todos los registros , bases de anuncios y de servicios a levantar de la siguiente forma :
  - Formas circulares – medida del diámetro(registros , parquímetros, astas etc.)
  - Formas cuadradas o rectangulares –medida de cada uno de los lados (registros ,monumentos , rejillas ,bases de teléfono etc)
  
- d)-Localizar puntos auxiliares , tomando en cuenta que deberán ser el menor número posible , y que desde cada uno de ellos se pueda localizar el máximo de puntos de detalle , ya que además de disminuir las probabilidades de error , se disminuye considerablemente el tiempo en realizar el trabajo.

## 2.6 RADIACIONES

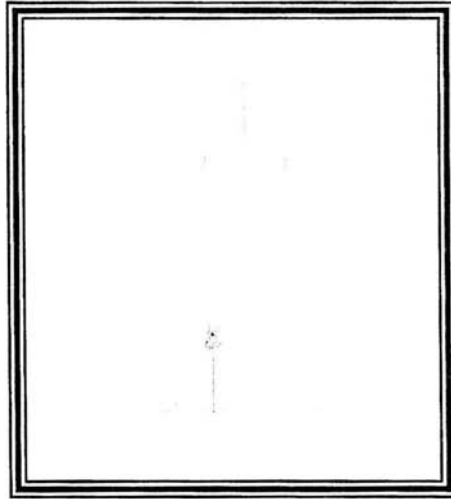
Haciendo estación en uno de los vértices de la poligonal de apoyo , centrado y nivelado el aparato , visamos a otro vértice de la poligonal del cual ya conocemos sus coordenadas (x,y,z) ,y efectuamos el proceso de orientación , con lo que podemos estar seguros de que el equipo ya está orientado y listo para empezar a realizar el levantamiento por radiaciones de vialidades , camellones, paramentos, etc. que servirán para conformar la planimetría ya antes mencionada. Las radiaciones se midieron con la Estación Total marca Leica Tc600 , debido a que su uso es muy amigable y práctico para su uso en campo , y nos facilita mucho el procesamiento de la información para cálculo y dibujo.

Para facilitar el trabajo de gabinete y debido a que ya se contaba con cierta información como croquis y medidas , las radiaciones se hicieron de la siguiente forma :

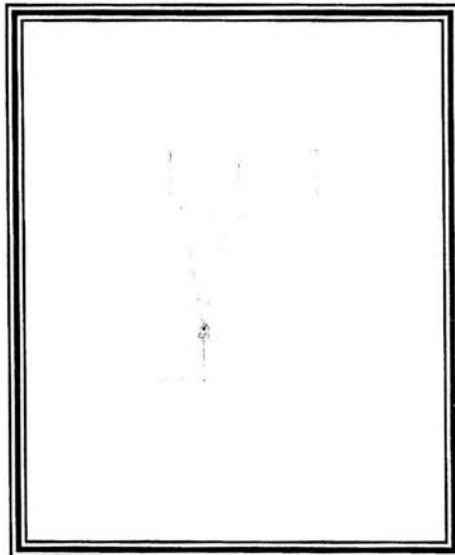
- Los elementos de forma rectangular y cuadrada se radiaron en tres esquinas, ya que con 2 radiaciones se conocía aproximadamente la distancia del objeto radiado , y con la tercera radiación se determino la orientación del objeto.



- Los elementos de forma circular se radiaron en el centro de estos una sola vez , y en caso de que el diámetro fuese muy grande (fuentes , monumentos), la radiaciones fueron tomadas sobre su perímetro .



- Los elementos curvos se radiaron 3 veces , dos en los extremos , y una en el centro.





## 2.7 PROCESAMIENTO ELECTRÓNICO DE LA INFORMACIÓN

### Software

#### *Leica survey office*

Este programa es el utilizado para el intercambio de información de la Estación Total a la Pc y Viceversa .

Entre sus principales aplicaciones es utilizado para:

- Intercambio de datos
- Configuración del Instrumento
- Generación de listas de códigos
- Crear formatos de salida a fin de presentar los datos de medición de forma parecida a las libretas de campo.

#### *Excel*

Excel es un programa de hoja electrónica de cálculo , es una forma de dividir para hacer diferentes cosas, este programa permite realizar operaciones matemáticas de cualquier tipo; representación gráfica, numérica ,almacenamiento y manipulación de datos.

En su estructura el programa utiliza una ventana de aplicación con los elementos convencionales:

- Bordes de la ventana
- Barra de título
- Barra de herramientas
- Barra de estado
- Barra de desplazamiento
- Barra de menú
- Botones de control
- Ventana del document

### *Autocad*

AutoCAD es el programa de dibujo técnico más utilizado en la actualidad por profesionales de las más diversas áreas , destinado al diseño en dos y en tres dimensiones (2D y 3D, respectivamente). Su nombre surge de la unión de las siglas *Auto*, proveniente del nombre de la empresa que lo desarrolló (*Autodesk, Inc.* California, Estados Unidos de América) y *CAD*, siglas que significan *Diseño Asistido por Computadora*.

Este software permite múltiples aplicaciones en las áreas relativas al dibujo. Por mencionar algunas: *Mecánica e Industrial, Arquitectura y Construcciones Civiles, Agrimensura, Cartografía, Topografía, Electricidad y Electrónica, etc*

### *Civilcad*

Módulo de Autocad específico para los profesionales de la Ingeniería Civil y Topográfica , que permite realizar :

**Anotación de datos:** rutinas para anotar datos automáticamente en forma individual o global en líneas, arcos y superficies.

**Generación de Cuadros de Construcción y de Curvas:** calcula todos los datos necesarios para crear instantáneamente cuadros de construcción (rumbo, distancia, azimut, ángulos interiores, coordenadas y superficie).

**Generación de Reportes:** capacidad de generar reportes de puntos geométricos, memorias descriptivas y técnicas de lotificación y resumen de áreas por manzana, individual o globalmente.

**Dibujo de Polígonos:** dibuja levantamientos de poligonales: por coordenadas, rumbo-distancia, radiación y base medida.

**Dibujo de Curvas:** dibujo de curvas simples y compuestas.

**Curvas de Nivel:** dibuja automáticamente curvas de nivel

**Secciones:** seleccionando un eje de vía en planta CivilCAD genera la gráfica del perfil del terreno, con datos como estación, espesores y elevaciones de corte y terraplén, volúmenes y ordenadas de curva masa.

## Procesamiento

La contribución más importante del computador en todos los procesos de cálculo es la velocidad de procesamiento de datos y la eliminación de la posibilidad de errores. El uso adecuado del computador permite optimizar la solución de problemas técnicos, teniendo siempre cuidado en preparar la información, ordenarla y verificarla. Para ello resulta indispensable dedicarle tiempo a la depuración y verificación de los datos para evitar errores.

Enseguida se presenta el orden en que fueron procesados los datos de Campo :

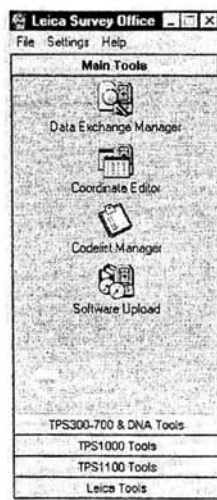
-Se enviaron los datos de la Estación Total a la PC con ayuda del programa *Leica Survey Office* en el formato "nENZ"; y se guardó como archivo *c:\puntos.mdt*  
Siendo:

*n*-Número de radiación

*E*-Coordenadas X

*N*-Coordenadas Y

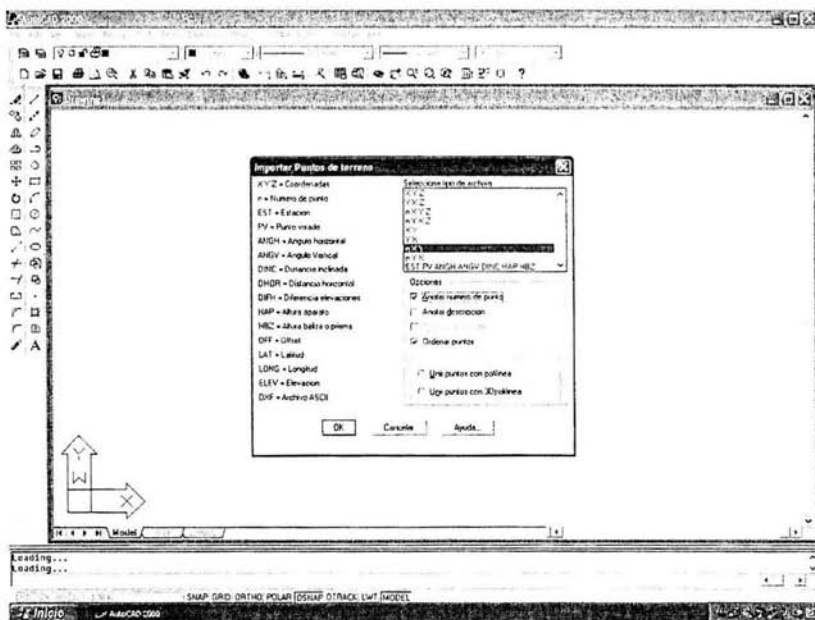
*Z*-Elevación



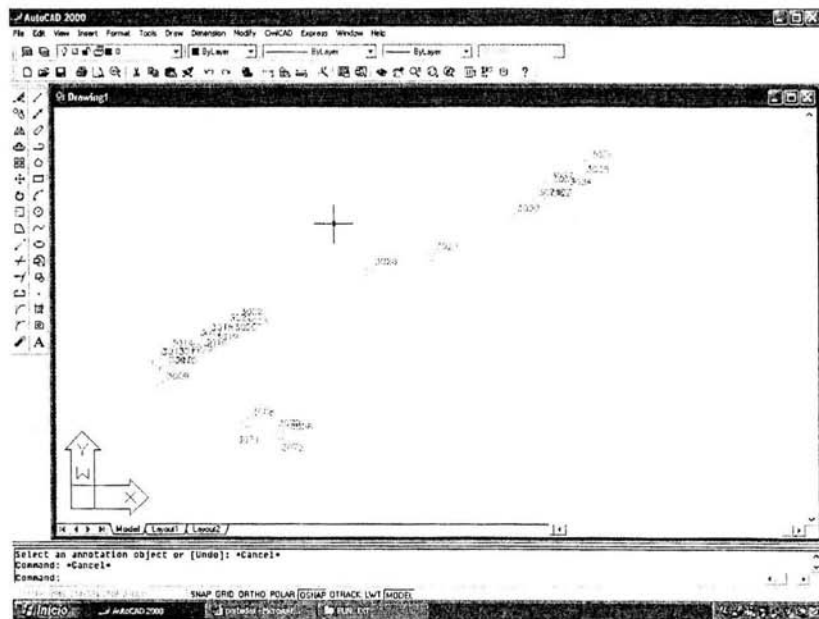
-Utilizando Excel se abrió el archivo c:\puntos.mdt y se delimitó por celdas , en el orden (n,E,N,Z) . Posteriormente se hizo la verificación de los datos y se realizo la depuración de puntos que erróneamente se tomaron en campo. El archivo se guardo como c:\puntos.csv (delimitado por comas) o puntos.txt (delimitado por tabulaciones).

	n	E	N	Z
1				
2	F204	483691 713	2148761 4	2226 04
3	F205	483692 060	2148761 04	2226 127
4	F206	483692 504	2148761 48	2226 197
5	F207	483690 868	2148762 03	2226 183
6	F208	483692 24	2148758 45	2226 189
7	F209	483695 317	2148752 63	2226 292
8	F210	483695 63	2148763 41	2226 322
9	F211	483695 027	2148763 67	2226 413
10	F212	483696 335	2148763 63	2226 677
11	F213	483697 481	2148766 09	2226 229
12	F214	483700 842	2148774 16	2226 199
13	F215	483699 73	2148774 76	2226 226
14	F216	483699 491	2148774 33	2226 237
15	F217	483699 919	2148774 08	2226 197
16	F218	483699 031	2148784 06	2226 331
17	F219	483694 124	2148759	2226 486
18	F220	483694 064	2148759 43	2226 48
19	F221	483694 554	2148759 13	2226 487
20	F222	483694 189	2148758 51	2226 888
21	F223	483692 937	2148759 33	2226 901
22	F224	483692 09	2148759 44	2226 612
23	F225	483693 436	2148761 34	2226 265
24	F226	483693 655	2148761 24	2226 284
25	F227	483696 083	2148763 46	2226 269
26	F228	483696 047	2148763 44	2226 254
27	F229	483696 918	2148766 23	2226 478
28	F230	483697 069	2148766 49	2227 01
29	F231	483696 81	2148766 62	2227 104
30	F232	483699 876	2148773 92	2226 006
31	F233	483699 291	2148774 11	2226 284
32	F234	483699 626	2148774 97	2226 333
33	F235	483700 076	2148774 77	2226 345
34	F236	483701 669	2148780 08	2226 295
35	F237	483702 239	2148779 88	2226 733
36	F238	483697 202	2148766 69	2227 267
37	F239	483697 689	2148766 4	2227 193
38	F340	483696 193	2148765 91	2226 838
39	F341	483696 111	2148767 64	2226 474

-Abrimos Autocad , y en el Modulo de Civilcad utilizamos la ventana “ importar ⇒ puntos ⇒ terreno” , donde aparece una ventana pidiendo que seleccionemos el orden en que se tiene la información archivada . En este caso el orden es “n,x,y” ya que trabajaremos solo planimetría . Y se nos pide la ubicación del archivo a abrir c:\(puntos csv(delimitado por comas)) .



-En Autocad se presenta la información de campo por puntos con Coordenadas y un número de identificación, y está ya lista para empezar a dibujar.



**CAPÍTULO III  
CONTROL VERTICAL**

### 3.1 ALTIMETRÍA

#### Conceptos básicos

Superficie de nivel.- Es una superficie irregular, aproximadamente elipsoidal y perpendicular a la vertical en cada punto de la superficie terrestre. En topografía estas superficies se consideran circulares y concéntricas.

Vertical.-Dirección de la gravedad, normalmente materializada por la línea de plomada.

Plano horizontal.-Plano perpendicular a la vertical del lugar.

Datum.-Superficie a la cual se refieren las elevaciones; actualmente, la superficie aceptada como tal es el Nivel Medio del Mar.

Nivel Medio del Mar.- Es la altura promedio del mar obtenida durante un periodo de observación de al menos 19 Años.

Altura.-Distancia vertical de un punto con respecto a la superficie del terreno.

Cota.-Cantidad numérica que expresa la distancia vertical de un punto con respecto a una superficie de referencia.

Elevación.-Se utiliza como sinónimo de cota.

Altitud.-Distancia vertical desde un punto dado, con respecto a la superficie del Nivel Medio del Mar.

Banco de Nivel.-Marca más o menos permanente en el terreno de altitud conocida.

Nivelación.-Procedimiento topográfico para determinar el desnivel entre puntos o su altitud.

Desnivel.-Distancia vertical existente entre las superficies de nivel.

### *Altimetría*

La *altimetría* considera las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o de una construcción. Para poder conocer estas diferencias de nivel hay que medir distancias verticales directa o indirectamente, operación que se denomina *nivelación*. Las distancias verticales, que se miden a partir de una superficie de nivel o plano de referencia arbitrario, que debe ser normal a la dirección de la plomada, se denominan *cotas*. Cuando el plano de referencia coincide con el nivel del mar, las distancias verticales medidas a partir de dicho plano se denominan *altitudes* o *alturas*.

El conocimiento de este parámetro es fundamental en obras de Ingeniería tales como el trazo de vías de comunicación (carreteras, vías férreas, canales, líneas de transmisión, etc), la construcción de edificios, obras de riego, así como para la elaboración de planos que muestren la configuración del terreno.

El propósito de este proyecto en cuanto a niveles se refiere , es la elaboración de un plano con los siguientes conceptos:

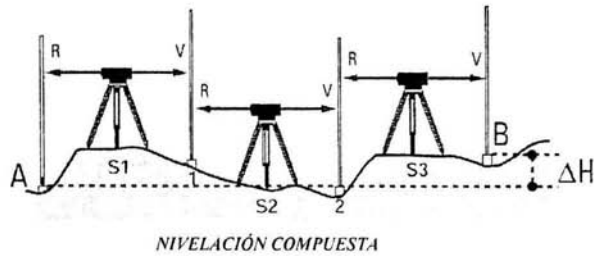
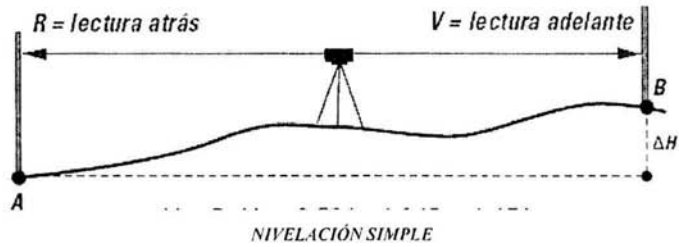
1. Niveles en cada acceso peatonal y/o vehicular y en fachadas de cristal
2. Perfil longitudinal de todos los frentes de predio a intervenir indicando niveles topográficos y niveles de referencia.
3. Perfiles topográficos transversales a cada 20m.
4. Indicación de inicio y terminación de fracturas en banquetas, arroyos y camellones; indicando alturas y niveles.

Para ello se utilizará la nivelación diferencial ya que es la más empleada en los trabajos de Ingeniería ,y que nos permite conocer rápidamente las diferencias de nivel por medio de lectura directa de distancias verticales , puede ser simple o compuesta.

*Simple*- Es aquella en la cuál desde una sola posición del aparato se pueden conocer las cotas de los puntos extremos del terreno que se pueden nivelar.



*Compuesta*-Es aquella que se emplea cuando el terreno resulta bastante quebrado , o las visuales son demasiado largas y el aparato no permanece en un mismo sitio , sino que se va trasladando a diversos puntos , y desde cada uno se toman nivelaciones simples , que se van ligando con los PL.



### **3.2 ESTABLECIMIENTO DE BANCOS DE NIVEL**

Los bancos de nivel se describen la primera vez que se usan, y posteriormente solo se anota como referencia el número de hoja o página en la que aparece su descripción. Esta debe de dar primero su ubicación general e incluir las suficientes señas particulares que permitan a una persona no familiarizada con la región, encontrar el banco con facilidad.

La elevación de un banco de nivel puede obtenerse llevando hasta dicho punto, nivelaciones por rutas diferentes, o bien haciendo una nivelación en trayectoria cerrada y regresando al punto de partida.

Para establecer los Bn , se utilizó el método de nivelación diferencial compuesta y se tomaron los siguientes puntos como bancos de nivel :

Gps21,Gps22,Gps23,Gps24,Gps25, ya que además de contar con las características de bancos de nivel , su posición es perfecta para comenzar las radiaciones de los detalles.

Se estableció como cota arbitraria de Gps21 1000.00mts. y a partir de este se llevo la cota al Gps22 y así sucesivamente de Gps22 a Gps23 , de Gps23 a Gps24 y de Gps24 a Gps25 utilizando el método de nivelación de ida y regreso siendo la tolerancia :

$$Tol = \pm 0.01m \cdot P$$

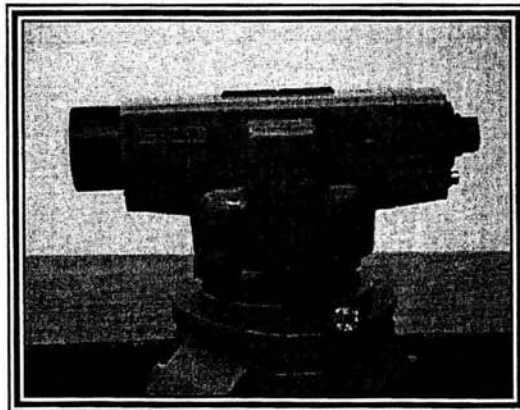
P= Número de Kilómetros recorridos con la nivelación, comprendiendo la de ida y el regreso

A continuación se presenta una tabla para el cálculo de las tolerancias con otros métodos de nivelación:

Nivelación	Tolerancia (m)
De ida y regreso	$T = \pm 0.01 \sqrt{P}$ P=Número de Km recorridos en la nivelación , comprendido la de ida y el regreso.
Doble punto de liga	$T = \pm 0.015 \sqrt{P}$ P=Doble de la distancia recorrida en km
Por doble altura de aparato	$T = \pm 0.02 \sqrt{P}$ P=Doble de la distancia recorrida en km

### **Equipo Empleado**

Las nivelaciones se realizaron con un nivel automático marca Wild Na2 con desviación estándar de 1.0 mm por km. Nivelado y con estadales de aluminio, utilizando “sapos” y nivéletas para mayor precisión .



**Nivel Wild Na2**

**CÁLCULO DEL BANCO DE NÍVEL GPS 22**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO					
FACULTAD DE INGENIERÍA					
Fecha	10-Dic-03			Levantó:	Juan Carlos Anaya Cajiga
Lugar:	Av. Paseo de la Reforma			Calculó:	Juan Carlos Anaya Cajiga
<i>Nivelación Diferencial de GPS21 a GPS22</i>					
<b>P.v.</b>	<b>(+)</b>	$\Delta$	<b>(-)</b>	<b>Cota</b>	<b>Distancia</b>
GPS 21	1.365	1001.365		1000	
PL1	1.348	1000.784	1.929	999.436	
PL2	1.24	1000.709	1.315	999.469	
PL3	1.239	1000.511	1.437	999.272	
PL4	1.247	1000.16	1.598	998.913	
<b>GPS 22</b>			1.518	998.642	
					265m
<b>DESNIVEL1=1.358m</b>					
<i>Nivelación Diferencial de GPS22 a GPS21</i>					
<b>P.v.</b>	<b>(+)</b>	$\Delta$	<b>(-)</b>	<b>Cota</b>	<b>Distancia</b>
GPS22	1.584				
PL1	1.519		1.212		
PL2	1.679		1.207		
PL3	1.373		1.537		
PL4	0.841		0.268		
<b>GPS21</b>			1.417		
					275m
suma	<b>6.996</b>		<b>5.641</b>		
<b>DESNIVEL2=1.355m</b>					
P=Suma de la distancia recorrida en ambas direcciones = 540m					
	$T = +0.01$	P		$T = \pm 0.007m$	
	Desnivel 1-Desnivel2=0.003m			$\leq$	Esta dentro de la Tolerancia
	$Desnivel = \frac{Desnivel1 + Desnivel2}{2} = 1.357m$				
<b>COTA GPS22=GPS21-DESNIVEL=998.643m</b>					

**CÁLCULO DEL BANCO DE NÍVEL GPS 23**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO					
FACULTAD DE INGENIERÍA					
Fecha:	10-Dic-03			Levantó:	Juan Carlos Anaya Cajiga
Lugar:	Av. Paseo de la Reforma			Calculó:	Juan Carlos Anaya Cajiga
<i>Nivelación Diferencial de GPS22 a GPS23</i>					
<b>P.v.</b>	<b>(+)</b>	<b>Δ</b>	<b>(-)</b>	<b>Cota</b>	<b>Distancia</b>
GPS22	1.593	1000.236		998.643	
PL1	1.408	999.912	1.732	998.504	
PL2	1.79	999.897	1.805	998.107	
PL3	1.552	999.53	1.919	997.978	
PL4	1.313	999.947	0.896	998.634	
GPS23			1.606	998.341	
					344m
			<b>DESNIVEL1=-0.302m</b>		
<i>Nivelación Diferencial de GPS23 a GPS22</i>					
<b>P.v.</b>	<b>(+)</b>	<b>Δ</b>	<b>(-)</b>	<b>Cota</b>	<b>Distancia</b>
GPS23	1.61				
PL1	1.283		1.313		
PL2	1.823		1.92		
PL3	1.698		1.754		
PL4	1.458		1.25		
GPS22			1.325		
					315m
suma=	<b>7.872</b>		<b>7.562</b>		
			<b>DESNIVEL2=-0.310m</b>		
P=Suma de la distancia recorrida en ambas direcciones = 659m					
	$T = \pm 0.01 \cdot \sqrt{P}$		$T = \pm 0.008m$		
	Desnivel 1-Desnivel2=0.008m		∴	Esta dentro de la Tolerancia	
		$Desnivel = \frac{Desnivel1 + Desnivel2}{2} = 0.306m$			
<b>COTA GPS23=GPS22-DESNIVEL=998.337m</b>					

**CÁLCULO DEL BANCO DE NÍVEL GPS 24**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO					
FACULTAD DE INGENIERÍA					
Fecha:	11-Dic-03			Levantó:	Juan Carlos Anaya Cajiga
Lugar:	Av. Paseo de la Reforma			Calculó:	Juan Carlos Anaya Cajiga
Nivelación Diferencial de GPS23 a GPS24					
P.v.	(+)	Δ	(-)	Cota	Distancia
GPS23	1.813	1000.15		998.337	
PL1	0.431	999.731	0.85	999.3	
PL2	0.904	999.86	0.775	998.956	
PL3	0.948	999.719	1.089	998.771	
PL4	0.762	999.47	1.011	998.708	
PL5	0.902	999.375	0.997	998.473	
PL6	1.041	999.419	0.997	998.378	
PL7	0.978	999.448	0.949	998.47	
PL8	1.125	999.594	0.979	998.469	
PL9	0.222	998.578	1.238	998.356	
GPS24			1.345	997.233	
					565m
			<b>DESNIVEL1=1.104m</b>		
Nivelación Diferencial de GPS24 a GPS23					
P.v.	(+)	Δ	(-)	Cota	Distancia
GPS24	1.345				
PL1	1.158		1.235		
PL2	0.989		1.192		
PL3	0.895		0.898		
PL4	1.023		0.895		
PL5	0.954		1.065		
PL6	0.999		0.789		
PL7	0.978		0.867		
PL8	1.125		0.897		
PL9	1.521		0.985		
GPS23			1.056		
					525m
suma=	<b>10.987</b>		<b>9.879</b>		
			<b>DESNIVEL2=1.108m</b>		
P=Suma de la distancia recorrida en ambas direcciones =1090m					
	$T = \pm 0.01 / P$		$T = \pm 0.010 m$		
	Desnivel 1-Desnivel2=0.004m	∴		Esta dentro de la Tolerancia	
			$Desnivel = \frac{Desnivel1 + Desnivel2}{2} = 1.106m$		
<b>COTA GPS24=GPS23-DESNIVEL=997.231m</b>					



### 3.3 NIVELACIÓN DE DETALLES

Ya que se tienen los bancos de nivel con elevaciones ajustadas, podemos empezar a dar niveles a los detalles.

A continuación presentamos las elevaciones de estos bancos, aunque la información detallada se encuentra en los informes de Posicionamiento GPS (Capítulo I).

Bancos de nivel	Cota(m)
Gps21	1000
Gps22	998.643
Gps23	998.337
Gps24	997.231
Gps25	997.438

Lo que se hizo para dar niveles fue prácticamente una nivelación simple. Desde un punto X se tomó la lectura a un Bn (vista atrás) para encontrar la altura del aparato y posteriormente se tomaron las lecturas a la mira de los detalles (vista adelante).

Para dar inicio a las radiaciones de nivelación de los detalles , se tomó la siguiente metodología :

- 1-Se imprimió un plano con toda la información planimétrica.
- 2-Se plasmaron sobre este, puntos con número de identificación en los lugares donde fuese necesario dar niveles (banquetas , accesos peatonales etc).
- 3-El estadalero porto un radio de comunicación , el plano y la mira.
- 4-El Operador del Equipo porto un radio de comunicación y la libreta de nivel.
- 5-El estadalero en campo colocó la mira sobre el terreno en los puntos que se indicaron previamente en el plano y comunicó a la persona que operó el equipo por medio de radio , de que número de punto se trata.



6-La persona que maneja el equipo apuntó este número dado por el estadalero como *Punto visado* y tomó la lectura.

7-Al término del trabajo se calculó la información en el programa Excel.

8-En Autocad se plasmaron cada una de las elevaciones calculadas en la posición correcta que se tomaron. Esto quiere decir tal y como estaban dibujadas en el plano.



**Niveles**

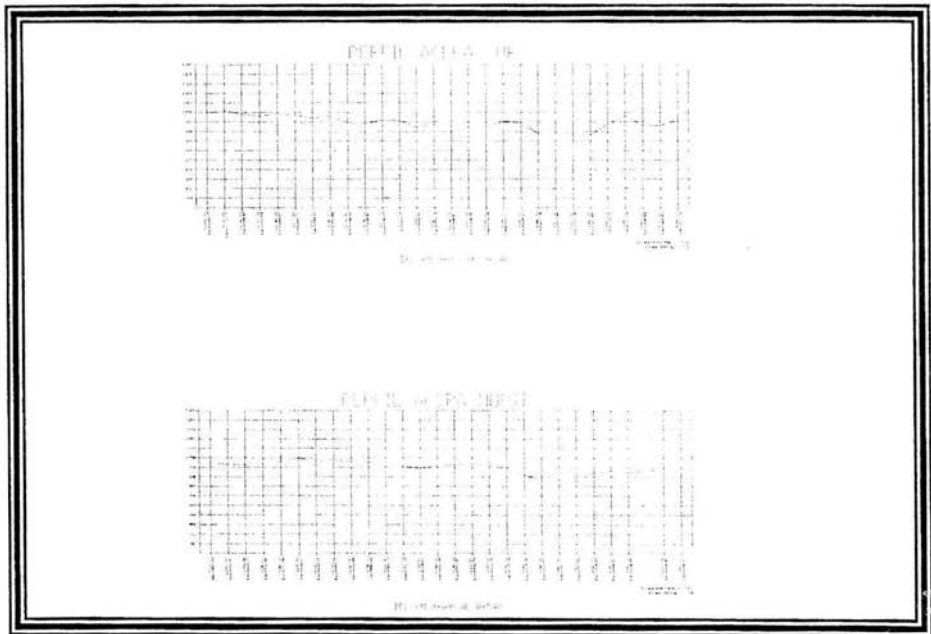
### 3.4 PERFILES

Se entiende por perfil a la línea determinada por la intersección del terreno con un plano vertical que pasa por la línea.

Se hicieron los perfiles de las aceras norte y sur de Av. Paseo de la Reforma , tomando elevaciones de fachadas , escalones , pendientes etc.

Para calcular las distancia entre desniveles nos apoyamos del plano de detalles, colocando puntos de identificación en cada nivel tomado , para posteriormente en Autocad medir la distancia y poder dibujar el Perfil.

Para el dibujo se aminoró la escala vertical , para exagerar y apreciar mejor los desniveles.



### 3.5 SECCIONES TRANSVERSALES

Las secciones transversales son líneas de niveles o perfiles cortos que se realizan de forma perpendicular al eje del proyecto

#### **Metodología de Campo.**

- 1-Se trazo el eje de proyecto aproximadamente a mitad del camellón central de Av.Paseo de la Reforma.
- 2-Posteriormente en este eje se trazaron cadenamamientos a cada 20m. marcando estos puntos con clavos de concreto y pintura de esmalte, pintando kilometrajes .
- 4-Se niveló de perfil para obtener las cotas de todos los puntos.
- 5-Se tomaron secciones transversales en todos y cada uno de los puntos del eje ; midiendo las distancias tanto de izquierdas como de derechas .



*Secciones Transversales*

**CAPÍTULO IV**  
**DIBUJO Y EDICIÓN**

#### 4.1 DIBUJO Y ELABORACIÓN DE PLANOS

El proceso de dibujo y edición en Autocad es muy laborioso y comprende varias etapas.

En el dibujo se trabajo con la unión de puntos, líneas, polilíneas y curvas; usando distancias y magnitudes numéricas y utilizando para esto los modos de referencia existentes como son : punto final, intersección, punto medio, centro, perpendicular, tangente etc.

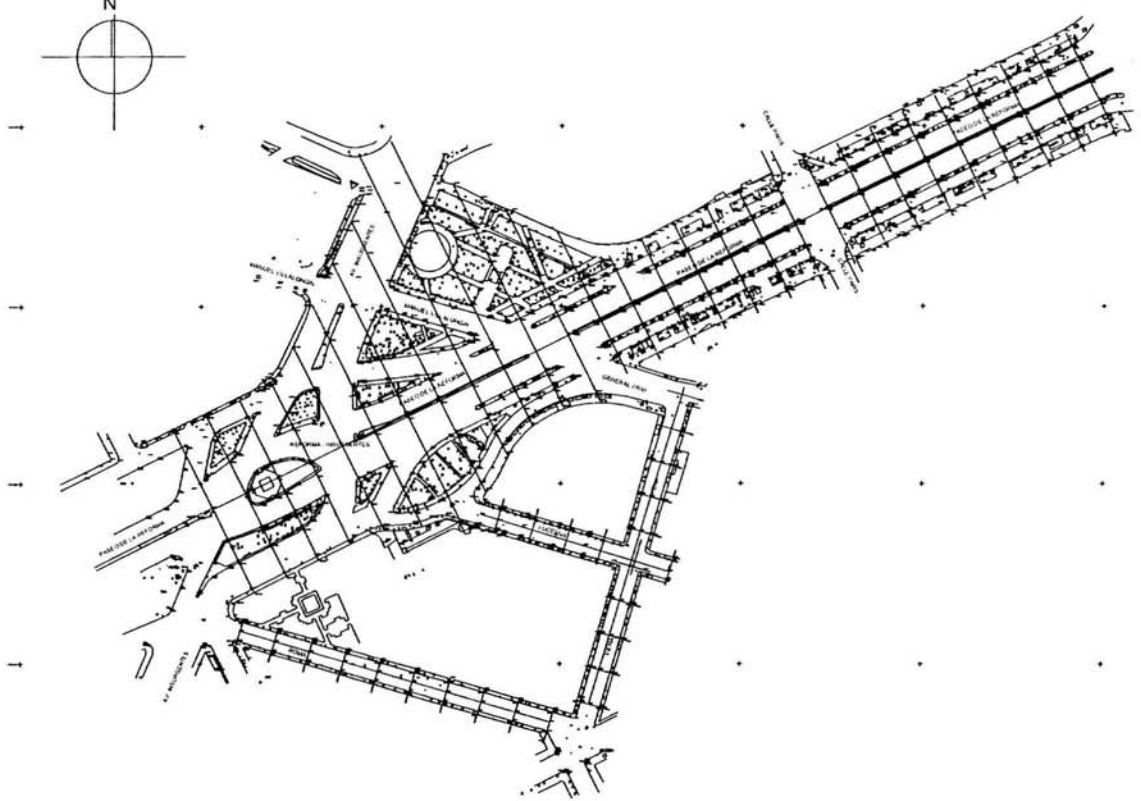
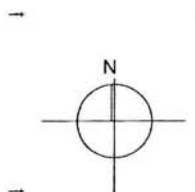
También se utilizo el dibujo de objetos simples como curvas, círculos, segmentos de arco, polígonos, polilíneas y elipses.

Las actividades correspondientes a la **edición** de planos son las siguientes :

- Editar líneas, curvas y simbología
- Separar capas
- Asignar tipos de línea y colores
- Editar textos
- Editar canevas
- Editar pie de plano
- Impresión a escala

A continuación se presentan los planos con todos los conceptos requeridos por la Facultad de Arquitectura , entregados en formato digital.

También se presentan algunos Perfiles y Secciones Transversales dibujados en CivilCad.



### Simbología

- ☒ Antena
- Arborante
- Arbol
- Banca
- ☐ Caja de agua potable
- ☐ Caja de agua tratada
- ☐ Caja de luz
- ☐ Caja PDS
- ☐ Caja telefono
- ☐ Coladera de banyera
- ☐ Coladera de piso
- Hidrante
- Inmigrato
- ☐ Mopete
- ☐ Panto de seccion transversal
- ☐ Poste de asta bandera
- ☐ Poste de luz
- ☐ Poste de telefono
- ☐ Poste de aerofono
- ☐ Poste de sellamiento
- ☐ Poste de telegrafo
- ☐ Poste de vista
- Reposto
- ☐ Reposto redondo de luz y fuerza del centro
- Señal
- ☐ Señal de lampara
- ☐ Tablero
- ☐ Telefono publico
- ☐ Telefono de casita
- Toma de agua
- △ Vertice GPS
- Vertice de poligonal

PROYECTO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	
UBICACION	
PARQUE DE LA REFORMA GLORieta DE CUTLARIAC - GLORieta DE COLON	
FACULTAD DE INGENIERIA - UNAM	
PLANO	CLAVE
TOPOGRAFICO	TOP-01
LEVANTADO	ESCALA
P. J. ANA CARLOS ANITA CAJSA	1 : 1000
CALCULO	FECHA
M. J. BAYMUNDO ARVIZU DIAZ	ENERO - 2004
DEBULO	
P. J. ANA, MING CHICHO	

## Simbología

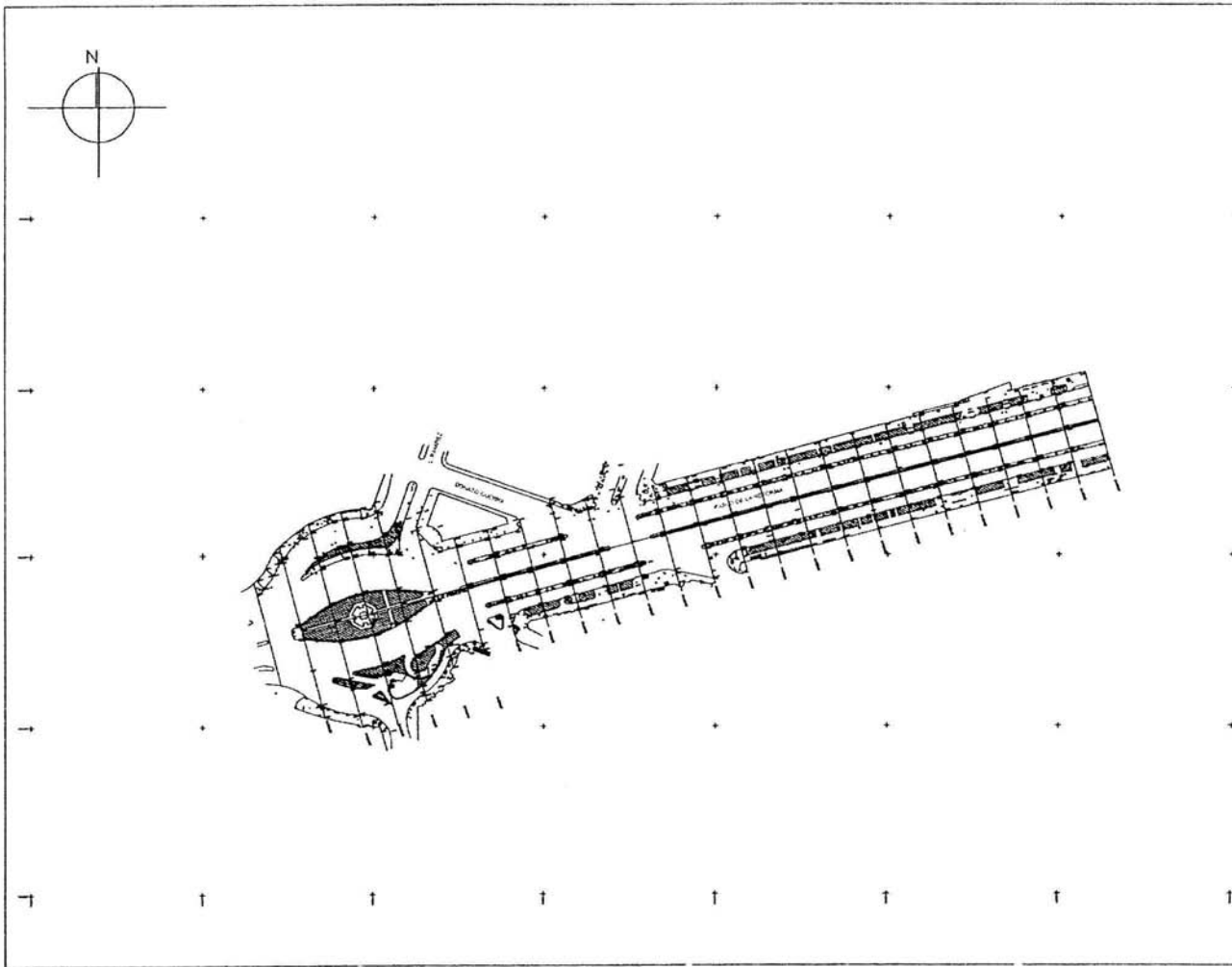
- ☒ Antena
- ⊕ Arbotante
- Arbol
- Banca
- ☒ Caja de agua potable
- ☒ Caja de agua tratada
- ☒ Caja de luz
- ☒ Caja PNX
- ☒ Caja teléfono
- ☒ Coladera de banqueta
- ☒ Coladera de piso
- Hidrante
- Limnigrafo
- ☒ Mogote
- Punto de sección transversal
- ☒ Poste de asta bandera
- ☒ Poste de luz
- ☒ Poste de teléfono
- ☒ Poste de señalamiento
- ☒ Poste de señalamiento
- Pozo de visita
- Registro
- Registro redondo de luz y fuerza del centro
- Señal
- ☒ Señal de lámpara
- ☒ Tablero
- ◇ Teléfono público
- ☒ Teléfono de caseta
- Toma de agua
- △ Vértice GPS
- Vértice de poligonal

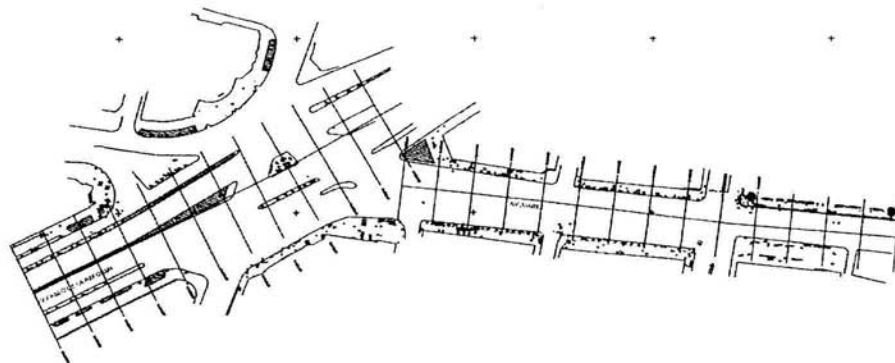
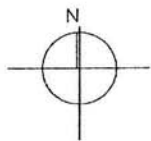
PROYECTO  
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

UBICACION  
PARQUE DE LA REFORMA  
CALLECITA DE COLOM A LA AV. JIMENEZ

FACULTAD DE INGENIERIA - UNAH

PLANO TOPOGRAFICO	CLAVE TOP-01
LEVANTO PI JUAN CARLOS ANITA CARBA	ESCALA 1 : 1000
CALCULO AL RAYMONDO ARVIZU BLAZ SOLÍS	FECHA ENERO - 2004
P.2 004. 000. 0000	





### Simbología

- ☒ Antena
- ▭ Arbolante
- Arbol
- ▣ Banca
- ☒ Caja de agua potable
- ☒ Caja de agua tratada
- ☒ Caja de luz
- ▣ Caja PNX
- ☒ Caja teléfono
- ☒ Coladera de banqueto
- ☒ Coladera de piso
- Hidrante
- ⌒ Limnigrafo
- ⊠ Mogue
- P. de seccion
- ☒ Poste de asta bandera
- ☒ Poste de luz
- ☒ Poste de teléfono
- ☒ Poste de señalamiento
- ☒ Poste de señalamiento
- ☒ Poste de teléfono
- Pozo de visita
- Registro
- ☒ Registro redondo de luz y fuerza del centro
- Señal
- ☒ Señal de lámpara
- ▣ Tablero
- ☒ Teléfono público
- ☒ Teléfono de caseta
- Tono de agua
- △ Vértice GPS
- ⊙ Vértice de poligonal

PROYECTO  
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

UBICACION  
AV. JIMENEZ  
ALAMEDA CENTRAL

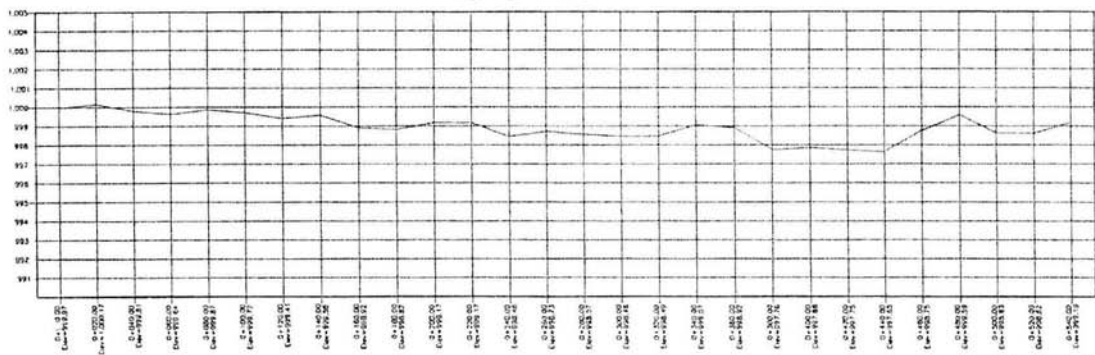
FACULTAD DE INGENIERIA - UNAM

PLANO TOPOGRAFICO	CLAVE TOP-B
LEVANTO P.J. JUAN GARCIA MARTA CALBA	ESCALA 1 : 1000
CALCULO M.J. RAYMUNDO ARVIZU BIAZ	FECHA ENERO - 2004
DISEÑO P.J. RAUL HERRERO OCHOA	



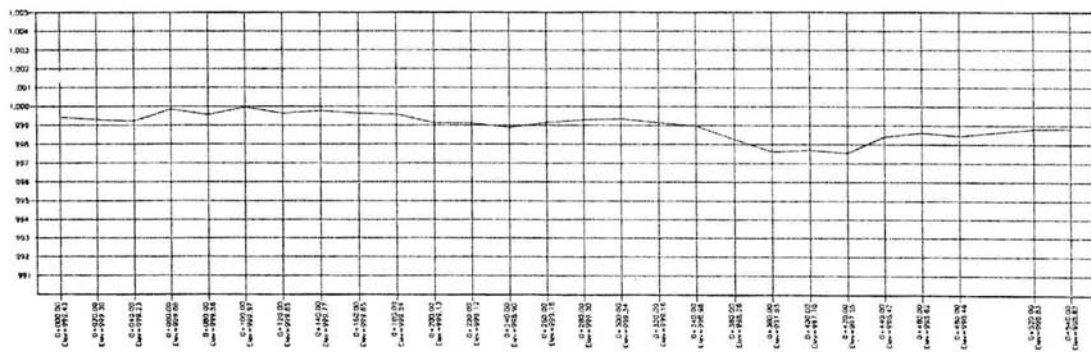
# PERFILES SOBRE AV. INSURGENTES

## PERFIL NORTE



ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 100

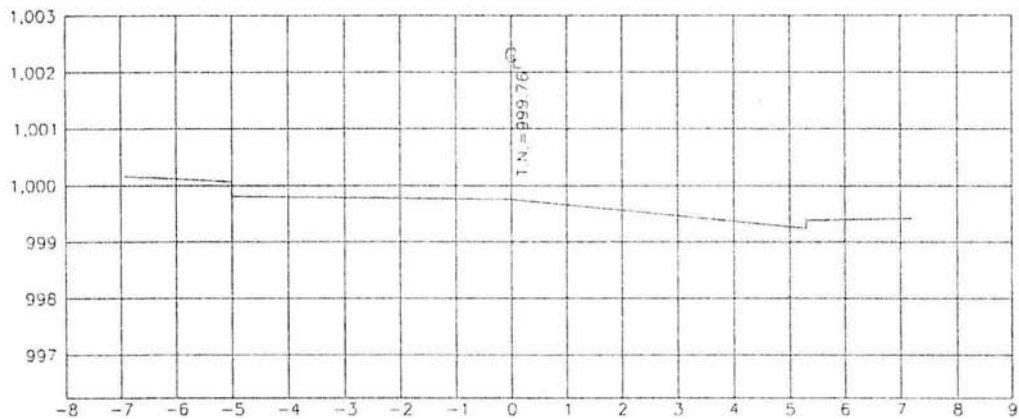
## PERFIL SUR



ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
ESCALA VERTICAL 1 : 100

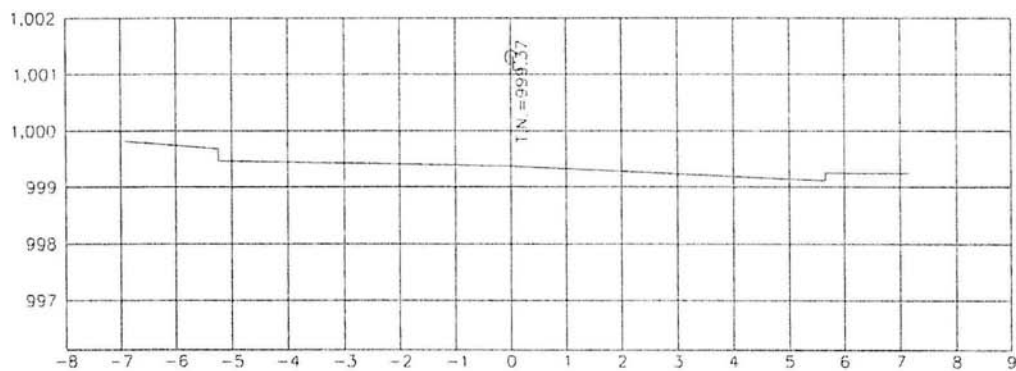
# SECCIONES TRANSVERSALES

Calle Lucerna



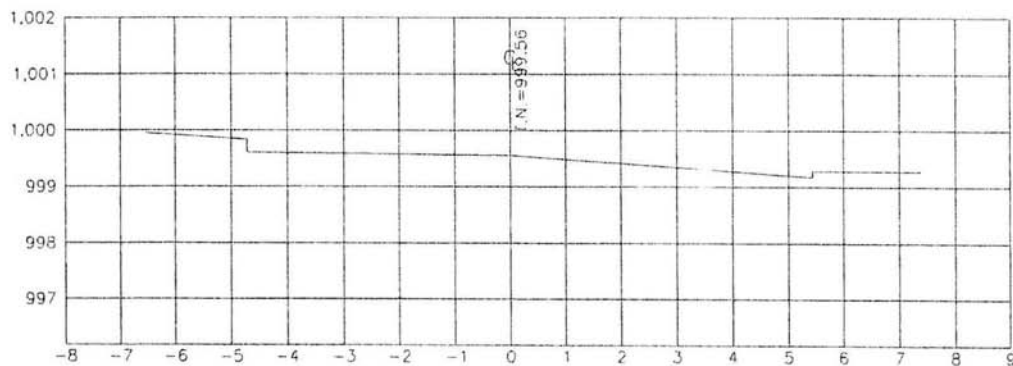
ESTACION 0+000.00

ESCALA 1 : 100



ESTACION 0+020.00

ESCALA 1 : 100



ESTACION 0+040.00

ESCALA 1 : 100

## **CAPÍTULO V REPLANTEO**

## 5.1 REPLANTEO

A menudo un levantamiento sirve de base para realizar un proyecto complicado (edificación, vialidad, línea de conducción etc.) de obra civil. Si este se realiza correctamente el proyecto estará diseñado sobre un modelo semejante al terreno. Este proyecto estará, pues, en condiciones de ser materializado mediante señales que definan puntos, líneas o planos que sirvan de referencia para la construcción de los elementos. La colocación de estas señales se denomina REPLANTEO.

El replanteo de un proyecto es el primer paso en la ejecución del mismo en el terreno y de él depende que el producto final se corresponda con la definición original.

Todo el trabajo anteriormente hecho se desarrolló sobre un plano topográfico en formato digital. Una vez que se obtuvo la aprobación definitiva de este trabajo por la **Facultad de Arquitectura de la UNAM**, y que se realizaron los cambios y modificaciones respectivas, se procedió a su localización en el terreno, lo cual constituyó una labor de alta precisión.

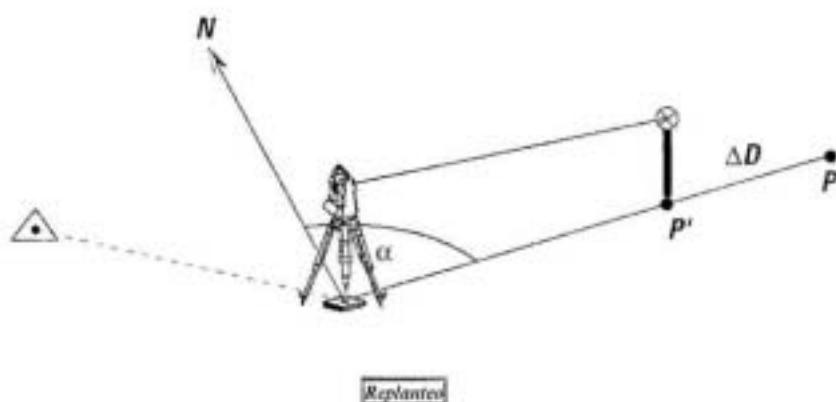
El replanteo se materializó mediante la colocación de clavos de concreto con pintura de esmalte que permitirían la construcción de esta obra de urbanismo y posteriormente se verificó para constatar que corresponden exactamente a lo diseñado en los planos.

La metodología llevada en campo fue la siguiente:

- 1-Se colocó el instrumento en un punto de coordenadas conocidas.
- 2-Se orientó el instrumento, al visar a otro punto de coordenadas conocidas.
- 3-Ya orientada la Estación Total, utilizamos el programa interno de ésta llamado Replanteo.
- 4-Se ingresaron manualmente las coordenadas del punto a replantear. El programa calculó automáticamente la dirección y la distancia.(los dos parámetros necesarios para llevar a cabo cualquier replanteo).
- 5-Se giró la Estación Total hasta que la lectura del círculo horizontal indicara  $00^{\circ}00'00''$ .

6-Se colocó el reflector en este punto (punto "P".)

7-Se midió la distancia . La diferencia  $\Delta D$  de distancia al punto P se desplegó automáticamente en la pantalla.



Otro **método** para replantear puntos podría ser que desde gabinete se ingresaran las coordenadas a la Computadora y esta a su vez a la Estación Total con un número de identificación , para en campo solo se le pida a la Estación Total el punto a replantear.

## **CAPÍTULO VI CONCLUSIONES**

CONCLUSIONES  
**CAPÍTULO VI**

El levantamiento Topográfico para el proyecto "Remodelación Paseo de la Reforma" llevado a cabo por el Gobierno del Distrito Federal y la Secretaría de Turismo a través de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, ha servido como base para las nuevas modificaciones hechas. Entre estas está la de cambio de lugar de monumentos, modificación de vialidades, cambio de pisos en aceras, mantenimiento en áreas verdes, cambio de luminarias y mobiliario urbano etc.

El uso de equipo de última generación como lo es la Estación Total, el GPS y el equipo de cómputo permitieron realizar el levantamiento topográfico con mucho mejor eficiencia, ya que con los métodos tradicionales se hubiera requerido mucho tiempo. Otro aspecto importante es que con este equipo se obtienen precisiones muy aceptables y podemos generar un plano en un mínimo de tiempo.

Es por ello importante que el Ingeniero Topógrafo y Geodesta tenga los conocimientos teóricos necesarios, aplique su criterio adecuadamente y se actualice en el uso y manejo de equipo de vanguardia que existe actualmente en el mercado, ya que solo así podrá ser un Ingeniero competitivo.

## *Bibliografía*

Brinker , Russell C. y Wolf Paul R. *Topografía Moderna*  
California E.U.A. Harla , 1982

Montes de Oca Miguel , *Topografía* 4ª Edición  
Editorial Alfaomega , México 1985

Toscano Ricardo , *Métodos Topográficos*  
Editorial Porrúa , México

Álvaro Torres Nieto , Eduardo Villate Bonilla , *Topografía* 4ª Edición  
Editorial Prentice Hall , Colombia 2001

Mario Alberto Reyes Ibarra , Antonio Hernández Navarro  
*Tratamiento de Errores en Levantamientos Topográficos* , 1ª Edición  
Editorial INEGI

Jack Mc. Cormac , Clemson University , *Topografía*  
Editorial Limusa Wiley

### **Enlaces**

[www.mundogps.com](http://www.mundogps.com)