



7  
2g

# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



## APOYO TOPOGRAFICO PARA LA ELABORACION DE PLANOS-CATASTRALES ESCALA 1: 2,000 EN AREAS URBANAS EJIDALES CON FINES DE RE- GULARIZACION DE LA TENENCIA DE LA TIERRA.

### T E S I S

Que para obtener el título de:  
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

P r e s e n t a :

**RUBEN FLORES TAPIA**

México, D. F.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-256

Señor RUBEN FLORES TAPIA,  
Presente.

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Antonio Hernández Navarro, para que lo desarrolle como TESIS para su -- Examen Profesional de la carrera de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

"APOYO TOPOGRAFICO PARA LA ELABORACION DE PLANOS CATASTRALES ESCALA 1: 2,000 EN AREAS URBANAS EJIDALES CON FINES DE REGULARIZACION DE LA TENENCIA DE LA TIERRA"

- I. Introducción.
  - II. Generalidades.
  - III. Etapas de los levantamientos.
  - IV. Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 31 de octubre de 1985  
EL DIRECTOR

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ

# I N D I C E .

		Pág.
	Resúmen. - - - - -	1
I.	Introducción - - - - -	2
II.	Generalidades - - - - -	8
II.1.	Antecedentes Históricos sobre Catastro en el mundo -	-11
II.2.	Fundamentos Legales de la Regularización de la Tenencia de la Tierra - - - - -	19
II.3.	Breve Exposición sobre el Sistema Cartografico Nacio- nal. - - - - -	24
III.	Etapas de los Levantamientos - - - - -	31
	Clasificación de los levantamientos - - - - -	34
III.1.	Diseño y Preamálisis - - - - -	34
III.2.	Reconocimiento y Monumentación - - - - -	35
III.3.	Observaciones y Cálculos de campo - - - - -	37
	Descripción de puntos - - - - -	38
	Liga con poligonal de expropiación, a los linderos del del ejido y con puntos de parámetros conocidos - - -	39
	Medida de ángulos horizontales - - - - -	40
	Medida de distancias - - - - -	42
	Polygonación. (Especificaciones generales ). - - - -	44
	Poligonal Principal y Auxiliares - - - - -	47
	Radiaciones, Zonas Federales, Derechos de vfa, Deta- lles, Poligonal de Liga entre Polígonos Envolventes-	49
	Orientación Astronómica - - - - -	50
III.4.	Cálculos de Gabinete - - - - -	56
	Reducción de cantidades observadas - - - - -	56

	pág.
Transferencia de datos a planillas de cálculo - - - - -	56
Cálculo de Orientación Astronómica - - - - -	57
Reducción de distancias al horizonte - - - - -	58
Cálculo de Rumbos Astronómicos de las demas líneas medi- das - - - - -	59
Cálculo de proyecciones - - - - -	59
Cálculo del cierre lineal - - - - -	59
Cálculo de coordenadas - - - - -	60
Cálculo del Area - - - - -	60
Cálculo de Poligonales Auxiliares - - - - -	61
Cálculo de Radiaciones - - - - -	63
Sistema de Referencia. - - - - -	63
Zonificación - - - - -	63
Escala - - - - -	64
Numeración de Manzanas - - - - -	64
Dibujo - - - - -	65
Formato - - - - -	66
III.5. Evaluación - - - - -	67
III.6. Memoria de los trabajos - - - - -	68
IV. Conclusiones y Recomendaciones - - - - -	69
Tablas - - - - -	73
Bibliografía - - - - -	77

## RESUMEN .

## R E S U M E II

El apoyo topográfico realizado por las distintas dependencias del Sector Público y Privado debe ser basado en normas técnicas de observancia generalizada y estar ligados a un sistema de referencia único. En la elaboración de planos catastrales escala 1:2000 (plano general manzanero) no es la excepción considerarlo así.

El haber realizado para este trabajo unas normas técnicas basado en lo que dicen los libros especializados, hubiera significado caer en lo acostumbrado de que cada quien hace sus normas. Aunque no es incorrecto basarse en los libros, tiene sus ventajas el hacerlo en unas normas que sean de observancia generalizada para todas las dependencias de la Administración Pública Federal como son las normas Técnicas -- para Levantamientos Geodésicos.

Se considera también la manera de ligarnos a vértices de coordenadas UTM ( en la Proyección Cartográfica Universal Transversa de Mercator), ya que así estaremos comprendidos dentro del Sistema Cartográfico Nacional, por tal razón se hace una breve exposición de éste tema.

En la misma forma se anotan en el capítulo de Generalidades los antecedentes históricos de Catastro en el mundo y los fundamentos legales de la Regularización de la Tenencia de la Tierra en terrenos ejidales.

## I.- INTRODUCCION

Las técnicas utilizadas en el apoyo topográfico para la elaboración de planos catastrales, siempre se han regido por especificaciones marcadas por los diferentes Organismos del Sector Público y Privado de acuerdo a una necesidad en particular, por lo cual para que sea mejorado este apoyo, es decir tenga mayor calidad y utilidad, se deben de utilizar métodos y especificaciones que sean empleados en forma generalizada y esten referidos a un mismo sistema de referencia.

Para tal efecto fué creado en 1968, la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación, actualmente Dirección General de Geografía adscrita al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, dependiente de la Secretaría de Programación y Presupuesto con el objetivo de realizar un inventario de los Recursos en General, con los que cuenta nuestro país y así mismo establecer puntos de control geodesico, tanto horizontal como vertical a la fecha son 11,000 estaciones del tipo horizontal y del vertical con 240,000 kilómetros de líneas de nivelación y 210 estaciones Doppler aproximadamente. Esto nos da una idea de la preocupación que existe por tener un control adecuado que de apoyo horizontal y vertical a levantamientos que se realicen fuera y en áreas metropolitanas para cubrir necesidades de Desarrollo Urbano, así como cerca de los centros de población para satisfacer las necesidades de proyectos de Ingeniería.

Por otra parte se debe tomar en cuenta la similitud que existe entre topografía y geodesia en sus técnicas operativas sobre todo, cuando la extensión por medir no es afectada por la curvatura terrestre, y por lo tanto la representación se hace en un plano, considerando los ángulos diedros en ángulos planos y los arcos terrestres como lados rectos.

Asimismo se puede decir que cada orden de precisión, implica una serie de normas y especificaciones, relativas a procedimientos de observación y equipo. Sin embargo estos requisitos no deben tomarse en forma rigurosa. Mas bien deben considerarse como lineamientos ó ejemplos mínimos a seguir para alcanzar la precisión ó calidad deseada. Esto se debe a que no se puede tener una absoluta seguridad de que una precisión determinada puede obtenerse, siguiendo todas las especificaciones, aún cuando éstas se sigan estrictamente.

La presente tesis trata sobre las normas técnicas a aplicar para la elaboración de planos catastrales escala 1:2,000 para lo cual es necesario establecer las etapas de los levantamientos lo que significa el problema principal a resolver, pero también considero de importancia aunque sea secundaria, en el capítulo de Generalidades, hacer una breve Exposición sobre el sistema Cartográfico Nacional, también acerca de Antecedentes Históricos sobre Catastro en el mundo y los fundamentos Legales de la Regularización de la Tenencia de la Tierra en Areas Urbanas Ejidales.

Escribo ésta tesis porque he observado que hay gran variedad en la forma de efectuar los levantamientos y cada -- quien emplea su control horizontal y vertical, según se trate, en la consecución de sus trabajos. Por lo tanto, creo -- que es de importancia en el ámbito del Ingeniero Topógrafo - y Geodesta el asunto tratado ya que en la actualidad nues---tros servicios profesionales se necesitan cerca de poblaciones, dentro de ellas y en sus alrededores, en donde no existe ningún tipo de apoyo geodésico para la realización de trabajos topográficos. No se puede decir que sea nulo este apoyo, pero en la mayoría de los casos resulta más laborioso ligarse a estos puntos, que nosotros obtenerlos directamente - en campo, claro que considerando a esta determinación de 1er. orden geodésico. La Red Geodesica Nacional esta formada por levantamientos de 1er. orden, de 2o. orden clases I y II los cuales han sido establecidos, siendo necesario densificar la red existente con puntos de 3er orden.

En el caso del presente trabajo he considerado que las técnicas geodesicas pueden aplicarse a los trabajos de apoyo topografico para la elaboración de planos catastrales.

Las fuentes de conocimiento empleadas, se mencionarán-- en el espacio destinado a Bibliografía, no obstante, comento los que considero principales. Una de ellas son las Normas - Técnicas para levantamientos Geodésicos, publicadas en el -- Diario Oficial de la Federación el 1o. de Abril de 1985, y -

en el cual se considera que "La información geográfica es un insumo básico en el proceso de Planeación, y que para la integración y funcionamiento del Sistema Nacional de Información Geográfica, se hace necesario uniformar los levantamientos geodésicos, sean estos horizontales (Que es éste el caso) verticales ó gravimétrico y con el objeto de incrementar y mantener la red geodésica Nacional y que asimismo sirvan de apoyo a los trabajos cartográficos, así como que al dar uniformidad y comparabilidad a los levantamientos geodésicos, -- que realizan las distintas unidades, que integran el sistema mencionado, se contribuye a evitar el gasto público, obteniendo por otra parte información geográfica confiable y oportuna que sea de utilidad general!"

También el libro llamado Sistemas Catastrales, el cual es un estudio bastante completo sobre lo relacionado a Catastro y en el cual se estipula en el prefacio "Los sistemas catastro y registro de la tierra son casi el prerequisite para el desarrollo y la prosperidad de una nación, ya que puede proporcionar la información primaria para que los gobiernos llamense estatales, municipales ó Distrito Federal, preparen y ejecuten una política de desarrollo, por ejemplo: La Legalización de la Tenencia de la Tierra ( Que es el presente caso ), la distribución de la Tierra, planificación de ciudades, estadística, el control sobre transacciones de la tierra, salubridad ó trabajos de ingeniería e imposición de-

impuestos, también reducen los conflictos por linderos, ahorrando así tiempo y dinero por parte del gobierno y de los ciudadanos y se promueven buenas relaciones entre los vecinos", ésta cita ejemplifica la importancia de los planos catastrales.

Las demás fuentes las anoto en la Bibliografía y no en este espacio por considerarlas de una importancia relativamente menor.

Finalmente en virtud de no poder abarcar con profundidad algunos aspectos tocados en ésta tesis sugeriría, se ahondará en ellos, como por ejemplo en la realización de programas de computación para la resolución de problemas numéricos.

## II.- GENERALIDADES

En éste capítulo se anotan tres aspectos que están íntimamente ligados con el tema de ésta tesis: Antecedentes Históricos sobre catastro en el mundo, Fundamentos legales de la Regularización de la Tenencia de la Tierra en Áreas Urbanas Ejidales y el tercer aspecto incluido en el desarrollo del mismo, es una breve exposición sobre el Sistema Cartográfico Nacional.

Antes de todo estableceremos lo que significa plano catastral. Este es la representación que mediante el Levantamiento catastral crea, marca, define ó restablece límites -- entre propiedades.

Aunque el levantamiento catastral es el término clásico y de aceptación más amplia, también se utilizan como sinónimos el de levantamiento predial, levantamiento de propiedades y levantamiento de cartografía rural ó urbana.

El levantamiento catastral o predial comprende la localización de límites prediales y el dibujo de planos que contengan la subdivisión de un predio mayor en fracciones más pequeñas.

Los planos catastrales nos permiten conocer:

- A) La distribución y traza Urbanística del Asentamiento Humano.
- B) Las características y colindancias de la zona considerada.

C) Las Zonas Federales que se encuentran dentro del -- área medida, como son: Líneas de alta tensión, arroyos, ríos, barrancas, pleoductos, gasoductos, carreteras, líneas ferroviarias, etc.

D) La sección y nomenclatura de calles y andadores.

E) La localización y número de manzanas y lotes con -- su uso actual del suelo ( Casa-habitación, comercio, industria, servicio público, baldío, en construcción, etc.).

F) Las medidas, colindancias y superficie de calles, manzanas y lotes.

El conocimiento de los datos anteriores permite, en el encuadre de la Regularización de la Tenencia de la Tierra:

a) Realizar la contratación, venta y escrituración -- de cada lote en forma individual, de acuerdo al uso que se le esté dando al predio.

b) Efectuar la donación al fundo legal o municipio al que pertenezca el asentamiento humano de las áreas de servicio público y las vialidades existentes ó proyectadas.

c) Llevar a cabo la donación ó venta con su respectiva escrituración, de terrenos sobre los cuales estén fincadas - escuelas, iglesias, hospitales, mercados, etc.

d) Inscribir las áreas regularizadas en los Registros - Públicos de la Propiedad y en los Catastros Urbanos Locales.

En forma global podemos decir que el plano catastral -- nos permite hacer e interpretar una descripción predial (medidas, colindancias, superficie, nombre de calle etc. ) , --

para algún contrato de arrendamiento, escrituración (Nuestro caso) , y otros instrumentos legales.

## II.- 1.- Antecedentes Históricos sobre Catastro en el mundo.

Del término "Catastro" existen varias opiniones en cuanto a su origen:

Una de ellas es que proviene del latín medieval "Capit--tastrum", como fusión de las palabras "Capitum" y Registrum"

Otra es que el término original es "Capitations Regis--trum". que es el nombre que recibía el registro de inmuebles gravables. Este término aparece en el Código Teodosiano de Godofredos alrededor del año de 1640.

Otros antecedentes es que procede del vocablo "Catastí--co" el cual quiere decir "Lista de ciudadanos con propiedades gravables", citándose un documento veneciano del año de 1185, en donde aparece ésta palabra con su origen bizantino en el que se le denomina catastijón, que significa registro, lista, cuenta.

Concluyendo, podemos decir que la palabra "Catastro" se deriva de la palabra bizantina "Catastijon", que se convierte en "Catastro" en Italia y finalmente en "Catastro".

La motivación principal que impulsa a los países a tener un registro de la tierra, un catastro, es la de asegurar su tenencia. Con el avance cultural de los pueblos, la propiedad raíz es elegida para que los particulares contribuyan al gasto público, por el bien común.

Un criptograma encontrado en el desierto arábigo procedente de Caldea, representa la ciudad de Dúnguí y data de --- cerca del año 4,000 A. C., éste muestra las parcelas, con --- las medidas de sus lados y sus superficies en escritura cu--- neiforme. En otro criptograma del año 3758 A.C., se han en--- contrado representaciones de casas, parcelas y canales de --- irrigación.

Egipto.- La agrimensura de éste país tiene la antigüe--- dad de su agricultura, como lo denota la " Piedra de Palermo" que data del año 3,000 A.C., según Herodoto, la primera gran-regularización del impuesto a la propiedad raíz, apoyada en--- un levantamiento nuevo se realizó en 1700 A. C. Aquí vemos--- como se tranforma el catastro egipcio con fines jurídicos en--- un catastro fiscal. Este catastro funcionó durante 4,000 años no fue sino hasta el siglo XX cuando cambiaron su estructura -básica para modernizarlo.

Grecia.- Los griegos en un principio no fueron filósofos- sino, navegantes y comerciantes, su auge económico, se manifes-tó en la construcción de edificaciones y en adquisición de tie-rras, En el año 621 A. C. Dracon impone leyes fiscales severas que llegan a oprimir a pequeños agricultores, que se endeudan- hasta la pérdida de su propiedad. En 594 A. C. La legislación de salón reestablece el orden social y se realiza una redes-- tribución de las propiedades inmuebles, que se logra a través de un catastro funcional.

**Antiguo Testamento.** - Es una fuente histórica que aporta datos sobre la cultura mundial y de los avances técnicos de la época. Antes de escribir el antiguo testamento, los israelitas habían tenido contacto cultural, principalmente con -- los babilonios de mesopotamia y con los egipcios, los cuales ya sabían entonces realizar cálculos algebraicos, el cálculo del volumen de sus pirámides, resolver problemas topográficos y ya habían elaborado tablas astronómicas. Los israelitas no habían logrado avances de esa naturaleza, no tenían una ciencia matemática, ni conocían el álgebra.

**Roma.** - En el siglo VI A. C., Servilio Tulio estableció el primer catastro romano, llamado "Tabulae censuales". En el cual levantaba el perimetro de la parcela y se estimaba el ingreso susceptible de producir de acuerdo al tipo de suelo, al cultivo, a la calidad y a la productividad de la parcela. El primer curso romano se llevó a cabo por decreto del Emperador Augusto ( Año 12 A.C., a 7 D. C.) En el año 380 - D. C., cuando Teodosio I el Grande es Emperador, se elabora un nuevo catastro fiscal.

#### EDAD MEDIA.

**Derecho Romano.** - Sólo existía la propiedad colectiva y el usufructo de individuos, introduciéndose el concepto de propiedad individual cuando llega la jurisprudencia romana a Europa Central. En el año 800, Carlo, Carlo Magno establece el "diezmo" equivalente al 10% del ingreso bruto de las parcelas. Bajo el feudalismo (del año 900 al 1200 ) los soberanos y el clero suscriben "papeles" que eran una especie

de escritura de propiedad.

**Italia.**- En 1162 se elabora un registro de la tierra -- con fines fiscales en Pisa, en 1202 en Siena y en 1207 en -- Berche. En Milan se inicia en 1208, uno de los primeros levantamientos catastrales, el cual se termina hasta 1260.

**Inglaterra.**- En 1066 se establece el primer catastro -- El encargado de implantar el impuesto predial por medio de -- denominación militar es "Guillermo el Conquistador"

**Francia.**- Se inician los registros catastrales conocidos como "Libros de estimaciones" en San Luis en 1269. En -- base a levantamientos catastrales Luis XIV crea un impuesto -- más equitativo.

**EDAD MODERNA.**- En esta época se desarrollan metodos e -- Instrumentos que influyen notablemente en los levantamientos -- catastrales.

- En 1590 el profesor matemático Juan Praeterius fabrica en Austria la primera plancheta moderna ( aunque la Plancheta es conocida desde hace 2500 años).

-En 1608, se inventa el telescopio y en 1609 Galileo - Galilei construye un telescopio con un poder de ampliación -- de 1,000 veces.

-En 1615, el holandés Snellius publica el método de -- triangulación aplicada a la topografía.

-En 1730 se construye el primer teodolito.

En este periodo se inician levantamientos catastrales - en muchos países, a continuación se mencionan los más importantes:

España.-Bajo el reinado de Felipe II en 1575.

Wurtemberg.- El duque de Wurtemberg en 1630 promulga un decreto sobre impuesto predial.

Vaticano.- En 1601 el Papa Inocencio XI da la orden para iniciar los levantamientos catastrales.

Prusia.- Los primeros levantamientos catastrales con -- fines fiscales, se realizaron en 1683, considerándose los -- planos catastrales secretos de Estado.

Milán.- En 1718 se inicia el catastro, con todo el rigor científico por Juan Jacobo Marinoni, el cual realiza una -- triangulación, poligonales y el levantamiento de las esquinas de cada parcela. Este catastro por su precisión y calidad, se constituyó en modelo de los catastros siguientes.

Tirol.- A partir de 1746 se publica una ley con el objeto de implantar un sistema fiscal. En 1774 se promulga -- una nueva ley, mediante la cual se obliga a los propietarios a manifestar la superficie de sus predios. Sin embargo, debido principalmente a la falta de croquis de levantamiento y de clases catastrales ( en los registros sólo se emplea número de folio), la actualización se dificultaba más cada año, hasta llegar a ser inoperante. El 23 de Diciembre de 1817, el emperador Francisco I. de Austria, ordena el --

levantamiento catastral de todo el Imperio.

Francia.- El catastro francés es, sin duda, el pilar más importante en el desarrollo de los catastros de todo el mundo. Desde 1666 en que Juan Bautista trató de realizar lo infructuosamente, es hasta 1850, cuando se terminan los trabajos catastrales de todo el país, después de 40 años de haberlos iniciado. En 1930 se inicia un programa de actualización empleando dos métodos. El primero empleando la revisión y el complemento de los levantamientos catastrales existentes. El segundo mediante un levantamiento catastral nuevo para corregir levantamientos deficientes.

Inicio del Catastro en otros países.

La mayoría de los catastros se inicia en el siglo XIX inspirados en el catastro francés.

- 1801 Alemania ( En Baviera y después en Wurtemberg en 1818)
- 1803 Suiza ( En el Cantón de Vaud ).
- 1812 Finlandia ( Basándose en el 1er. levantamiento de 1730)
- 1818 Yugoslavia ( En Slovenia, Istria y Dalmatfa).
- 1829 Austria ( En Viena ).
- 1854 Canadá ( Quebec)
- 1886 Italia
- 1887 Pakistan ( En Punjab)
- 1896 México (En el Distrito Federal)
- 1902 Sudán

1903 Tailandia

1909 Filipinas ( En Pilar, provincia de Bataan ).

1939 Nepal

1940 Madagascar

1964 Washington, D.C. (Inicia catastro autorizado de la propiedad raíz en base a 153,000 avalúos fiscales ).

#### El Catastro Mexicano.

Nace mediante una ley, en el año de 1896, que ordena la formación en el Distrito Federal de un Catastro geométrico y parcelario fundado sobre la medida y el avalúo, siendo sus objetivos dos: el primero, describir la propiedad inmueble y hacer constar sus cambios; el segundo, repartir equitativamente el Impuesto sobre la propiedad. Fue a partir de este momento cuando empezaron a producirse los primeros planos catastrales, de una gran calidad técnica y estética.

Este primer catastro sirvió de modelo general a los Estados de toda la República Mexicana.

La segunda generación de catastro en México, se inicia en 1970 en el Estado de México, los objetivos del programa incluyeron participaciones técnicas y económicas, métodos de geocodificación, métodos y procedimientos de levantamiento, cartografía urbana, valuación, control y compilación de información administrativa, proyecto de una nueva legislación y el planteamiento de una política apropiada en la esfera fiscal, legal y presupuestal. Para la creación de la carto-

graffa catastral urbana se introdujeron dos factores: fotogrametría y computadoras.

Y finalmente la tercera generación del catastro se está realizando actualmente en el Distrito Federal, en el cual un elemento central consiste en la implementación de un sistema de información integral en base al geoproceso el cual tiene como objetivos: optimizar la recaudación del impuesto predial y concentrar la información gráfica y digital en una forma uniformizada, para poder proporcionarla a organismos públicos y particulares que lo soliciten.

### 11.2.- Fundamentos Legales de la Regularización de la Tenencia de la Tierra en Areas Urbanas Ejidales.

Las ciudades del siglo XX presentan un gran número de problemas, mayor que el de cualquiera que haya existido en la historia de la humanidad.

Asuntos tan complicados como el transporte, el desarrollo Industrial, la Instauración de un orden social y el crecimiento urbano, han traído como consecuencia problemas diversos como la concentración Industrial, la contaminación ambiental, el transporte insuficiente, la insalubridad, la inmigración, el escaso desarrollo urbano y la Tenencia Irregular de la Tierra. Para lo cual se han establecido acciones variadas por parte del Gobierno Federal, con el objetivo de proporcionar una solución adecuada a las situaciones planteadas. En el caso que nos ocupa podemos observar que la Regularización de la Tenencia de la Tierra en áreas urbanas ejidales es un tema profundamente relacionado con la problemática actual de ahí que considero trascendental hacer un poco de historia en cuanto a los Fundamentos Legales que han sido instrumentados para su ejecución.

Al triunfo de la Revolución y por mandato constitucional, se inicia una primera etapa de la Reforma Agraria, disolviendo latifundios y entregando la tierra a quién la trabaja y establece en su Artículo 27 "La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular un beneficio social el apro

vechamiento de los elementos naturales, susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer las adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población."

El Código Agrario de 1942 dispone de que "al dotarse a ocupaciones de terrenos laborales, se les dotará también de las superficies necesarias para construir su caserío".

Posteriormente es publicada en el Diario Oficial de la Federación ( el 16 de abril de 1971 ) la ley que reglamenta las disposiciones agrarias del Artículo 27 Constitucional, -- denominada "Ley Federal de Reforma Agraria", la cual estipula en los artículos del 90 al 100 todo lo referente a las zonas de urbanización, habiéndose realizado reformas y adiciones a los artículos 91, 92, y 96 (Publicados en el Diario -- Oficial el 17 de enero de 1984): "Toda la resolución presidencial dotatoria de tierras deberá determinar la constitución de zonas de urbanización ejidal. Sobre su localización o ampliación se tomará en cuenta la opinión que emita la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología: se reservarán las-

superficies convenientes para la instalación de los servicios públicos, de acuerdo a los estudios y proyectos que apruebe - la Secretaría de la Reforma Agraria, con la opinión de la misma Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en coordinación con los gobiernos estatales y municipales que correspondan".

Sin embargo, esta resolución no ha solucionado la Tenencia Irregular de la Tierra ya que está orientada en base a una planeación a futuro, asimismo se ha podido observar que un porcentaje alto de ejidos iniciaron el trámite para la - formación de éstas zonas de urbanización, el cual no se con- cluyó, por esta razón pasan a ser asentamientos humanos ir- regulares en cuanto a la Tenencia de la Tierra.

Finalmente podemos decir que la legislación agraria en materia de Zonas de Urbanización ha solucionado en parte el problema de un crecimiento urbano desordenado, pero no ha - podido regular los asentamientos humanos que se han genera- lizado en superficies de cultivo.

En estas condiciones se acuerda la creación de Fideicomiso como el de Fideurbe, Ciudad Netzahualcóyotl, Cumbres - de Llano Largo, Bahía de Banderas, Vallarta y otros que de- seguirse creando hubiera necesidad de más de 500 fideicomis- sos para atender esta problemática a nivel nacional. De la misma manera se formaron algunos organismos cuyo campo de - acción estuvo destinado sólo a la entidad federativa como: Auris en el Estado de México, Bienes Raíces en Baja Cali- fornia y la junta de planeación en Jalisco.

Debido a lo anteriormente mencionado el 20 de agosto de 1973 se crea el Comité para la Regularización de la Tenencia de la Tierra formado por el: Departamento de Asuntos Agrarios (Hoy Secretaría de la Reforma Agraria ), Indeco y el Fondo Nacional de Fomento Ejidal. Al demostrar que es el procedimiento idóneo, el 8 de noviembre de 1974 mediante decreto Presidencial se instituye la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra, como un organismo público-descentralizado, de carácter técnico y social con personalidad jurídica y patrimonio propio, con la función de regularizar la tenencia de la tierra de asentamientos humanos, mejorando esos centros de población y sus propias fuentes de vida. Dentro de sus atribuciones está la de incorporar las áreas regularizadas a los fundos legales de las ciudades (cambia el régimen de propiedad ejidal a propiedad particular), mediante la expedición de escrituras públicas e inscripción de ésta en el Registro Público de la Propiedad y en los catastros locales.

Este Organismo realiza la regularización mediante el procedimiento de expropiación y mediante indemnización, como se menciona en el Artículo 27 Constitucional y en el Artículo 112 de la Ley Federal de Reforma Agraria: " Los bienes ejidales y los comunales, solo podran ser expropiados por causa de utilidad pública, que con toda evidencia sea superior a la utilidad social del ejido o de las comunidades " "Es causa de utilidad pública para efectos de la regularición"

fundación, conservación y crecimiento de los centros de población, cuya ordenación y regulación se prevea en los Planes de Desarrollo Urbano y Vivienda, tanto nacionales como estatales y municipales.

Por su parte los gobiernos estatales, en su tarea de ejecutar los Planes de Desarrollo Urbano, han constituido un Comité Estatal de Reservas Territoriales, Desarrollo Urbano e Industrial y Regularización de la Tenencia de la Tierra, formado por representantes del propio Gobierno del Estado, Secretaría de la Reforma Agraria y la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra.

Como se puede observar la Regularización de la Tenencia de la Tierra, es un instrumento legal del Gobierno Federal para integrar las áreas urbanas ejidales a los Planes de Desarrollo Urbano Nacional, estatales y municipales, cumpliéndose de ésta manera con una demanda social planeada en la Constitución Política de nuestro país y de las leyes que de ella emanan.

### 11.3.- Breve Exposición sobre el Sistema Cartografico Nacional.

Existe una tradición cartográfica en México, inclusive antes de que se descubriera America.

Los cronistas de la época de la conquista hacen numerosas referencias a las cartas que los aborígenes les mostraron. En citas de Hernán Cortés y Bernal Díaz del Castillo, afirman que las autoridades indígenas disponían de un acervo de cartas geográficas que les fueron facilitadas. Estas cartas son representaciones bastante aproximadas a pesar que los cartógrafos prehispánicos desconocían proyecciones y escalas. Se distinguen en dos grupos: las cartas que reproducen itinerarios y las que corresponden a regiones claramente definidas.

Los materiales utilizados eran: papel de maguey, pieles preparadas y tejidos de algodón, de palma y de henequén, el dibujo se hacía con colores vegetales y le daban un acabado con barniz cuando se empleaba papel de maguey o pieles.

Los símbolos utilizados fueron convencionales y fáciles de comprender, ya que procuraban imitar los colores naturales del objeto representado.

Ya en la época colonial después de la conquista, los trabajos cartográficos muestran una notoria influencia indígena, que en el siglo XVII se acentúa para desaparecer prácticamente en el siglo XVIII.

central de eje vertical y dos cámaras laterales de eje inclinado.

Se dejó utilizar la proyección policonica de uso general y se adaptó la proyección transversal de Mercator, utilizado por el servicio Geográfico del Ejército de los Estados Unidos para lo cual tuvo que reforzar la base geodésica que sólo cubría parte del país, realizándose con gran éxito numerosos -- levantamientos de primer orden, que constituyen a la fecha la principal estructura geodésica nacional. La carta está tan detallada que puede utilizarse para cualquier reconocimiento preliminar en trabajos de Ingeniería civil, agrícolas, forestales, ganaderos, hidrologicos, y otras aplicaciones científicas y técnicas.

El Departamento Cartografico Militar, ha venido preparando además la carta Táctica del Valle de México a escala -- 1:250,000 que comparada con trabajos similares de otros países en nada desmerece, también ha luchado la Carta Táctica -- del Istmo de Tehuantepec.

A fines del siglo XVII, Enrico Martínez publica "La Descripción de la Comarca de México y Obra del desagüe de la -- Laguna", la cual se apoya en coordenadas astronómicas en algunos puntos. Don Carlos Sigüenza y Góngora fué el cartógrafo de fines del siglo XVII, a quien se deben valiosas contribuciones como posicionamientos astronómicos, recopilaciones de documentos y numerosas cartas regionales, ha sido considerado como el primer autor mexicano de una carta general de -- Nueva España.

En el año de 1803, llegó a México el Barón Alejandro -- Von Humbolt para realizar la elaboración del Atlas de Nueva España, posteriormente a ésta fecha se han realizado numerosos trabajos muy importantes los cuales no mencionaremos por falta de espacio.

Durante los años de 1917 y 1918, la Secretaría de Guerra y Marina comisionó a una brigada de Ingenieros para reali--zar levantamientos en Guanajuato para la realización de una carta de la cuenca de México.

En 1939 fue creada la Comisión Geográfica Militar, para la elaboración de la Carta Militar de la República (con fines estratégicos y tácticos) , cambio su nombre de Servicio Geográfico del Ejército y en la actualidad se llama Departamento Cartográfico, se propuso en 1942 la formación de una carta de la República Mexicana a escala 1:100,000 utilizando fotografías aéreas, vigente aún, utilizando fotografías aéreas del sistema trimetrogón, consistente en una cámara

Hubo dos tendencias: las cartas marinas y las terrestres, - las primeras se utilizaron en la exploración de costas y -- tenían una base científica, ya que hacían observaciones astronómicas para situar puntos importantes.

El siglo XVII fué fecundo para la cartografía mexicana principalmente en cuanto a la mejora en la representación - de las provincias del país. En las cartas de ciudades o pequeñas áreas no hay progreso visible, pero en los mapas generales ya se observan escalas referidas a latitud y longitud, utilizando como meridiano origen el de Cadiz, España, y con una frecuencia sobre todo a fines de siglo, e correspondiente al Pico de Teide de la isla de Tenerife en el -- Archipiélago de las Canarias. En cuanto a los signos empleados se utiliza un círculo para representar poblados, los -- ríos por líneas onduladas y es utilizada la escala en leguas. Este movimiento cartográfico se inicia con la preparación de cartas de la cuenca de México y de sus vecindades - como consecuencia de estudios para resolver el problema del desague.

El 20 de Diciembre de 1955 por acuerdo presidencial, se creó la Comisión Intersecretarial Coordinadora del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana, formado por representantes de las Secretarías de Agricultura, Comunicaciones, Defensa, Educación, Marina y Recursos Hidráulicos así como Petróleos, el Banco de México, la Universidad Nacional autónoma de México y la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Se elaboró ésta carta en dos años y medio, a escala 1:500,000 .

En octubre de 1968, se creó dentro de la Administración Federal un Organismo encargado de elaborar la cartografía del país, se le denomina Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP) quedando adscrita a la Secretaría de la Presidencia, cambiando de nombre en varias ocasiones hasta el nombre actual de Dirección General de Geografía

La organización de ésta Institución cartográfica nacional, marca un tipo en la Cartografía a nivel mundial, ya que abarca un enfoque integral que se justifica por las economías de escala que se genera con la utilización de diferentes insumos que son comunes a la realización de cartas topográficas y temáticas.

Por otra parte se consigue por primera vez una congruencia en las especificaciones técnicas y en los resultados de una cartografía que trata numeros temas como son: Topo-

gráfico, geológico, uso del suelo, edafológico y de uso potencial del suelo para fines agrpecuarios y forestales a escala 1:

Finalmete el sistema de información geográfica ésta -- formado por los siguientes niveles y escalas:

Nivel Nacional	1:5,000,000
	1:4,000,000
	1:2,000,000
	1:1,000,000
Nivel Regional	1:250,000
Nivel Microregional	1:50,000
Nivel Local	1:20,000
	1:10,000

### III.- ETAPAS DE LOS LEVANTAMIENTOS

En el campo de la topografía y con el avance científico y tecnológico se ha ido haciendo más común el uso de teodolitos y distanciómetros electrónicos (EDM) para la medición de ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias, -- por lo cual resulta ventajoso su empleo en la Elaboración de Planos Catastrales, principalmente por la rapidez, economía y precisión que proporcionan en la realización de los trabajos de campo.

Los rangos de precisión requeridos en éste tipo de trabajos topográficos ha sido 1:5,000 , empleando tránsito o teodolito y cinta, pero con la utilización de EDM, ésta se ha mejorado y con mucho, claro empleando en ambos casos los mismos métodos de levantamiento.

En la actualidad podemos emplear: "Las normas técnicas para levantamientos geodésicos, las cuales serán las mínimas que deberán observarse en todos los levantamientos que realicen las distintas unidades de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, que integran el Sistema Nacional de Información Geográfica", de acuerdo a su publicación en el Diario Oficial de la Federación el 1° de abril de 1985.

Hay que hacer mención que hasta antes de la fecha citada, no existían unas normas técnicas mínimas, a aplicar en levantamientos topográficos. Como consecuencia éstos traba-

jos en algunos casos carecían de la calidad que debían tener.

El uso de las normas mencionadas se hace debido a que - el apoyo topográfico para la Elaboración de planos catastrales se ajusta a las especificaciones para levantamiento geodésicos de 3er orden, clases I y II, los que: "se deberán- destinar al control horizontal de áreas de valor medio a bajo del suelo, a proyectos locales de desarrollo, Levantamientos Topográficos e Hidrográficos, densificación de los levantamientos de 2o. orden, a proyectos de ingeniería, en general para todo tipo de trabajos que requieran una a dos partes en 10,000, según las necesidades" (según se menciona en la publicación de las normas técnicas.)

El método utilizado para el apoyo topográfico del presente trabajo es el de Poligonación.

La Poligonación es el método de levantamiento consistente en un conjunto de líneas conectadas por sus extremos en forma sucesiva, conformando una línea quebrada en la que se miden todas las distancias y se observan todos los ángulos -- con el propósito último de determinar las coordenadas de los puntos que constituyen los extremos de cada línea.

Con propósitos de clasificación de los levantamientos geodésicos horizontales se establecen los siguientes órdenes y clases de precisión: (según el Diario Oficial del 1o. de Abril de 1985.)

ORDEN	CLASE	PRECISION
Primero	Única	1:100,000
Segundo	I	1: 50,000
	II	1: 20,000
Tercero	I	1: 10,000
	II	1: 5,000

**Tabla No. 1 .- Rangos de precisión para levantamientos geodésicos horizontales.**

Todo levantamiento debe hacerse siguiendo una secuencia operativa cuyos puntos ha cumplir son:

- III. 1.- Diseño y Preanálisis
- III. 2.- Reconocimiento y Monumentación
- III. 3.- Observaciones y Cálculos de Campo
- III. 4.- Cálculos de Gabinete
- III. 5.- Evaluación
- III. 6.- Memoria de los trabajos

**III. 1.- Diseño y Preanálisis:**

a). El diseño consiste en el establecimiento de las condiciones geométricas, técnicas, económicas y de factibilidad que permitan la elaboración de un anteproyecto para realizar un levantamiento dado, destinado a satisfacer una determinada

necesidad. En éste aspecto se debe recabar los datos contenidos en el acta y plano de ejecución del decreto expropiatorio, del poblado por trabajar. Esto con el objeto de ubicarnos correctamente y estar en posibilidad de ligar nuestro levantamiento de apoyo a los linderos físicos del ejido y de la expropiación, en caso de haberla .

b). En el preanálisis se debe tomar en cuenta factores ligados con la precisión requerida, disponibilidad de equipo, material, personal, incluyendo, la consideración de factores ambientales previstos.

### III. 2.-Reconocimiento y Monumentación.

El reconocimiento y monumentación son operaciones de campo destinadas a verificar sobre el terreno las características definidas por el diseño y a establecer las condiciones y modalidades no previstas en el mismo. Esta etapa contempla el establecimiento físico de las marcas o monumentos del caso, en los puntos preestablecidos.

El reconocimiento consta de las siguientes actividades:

a). Seleccionar en el terreno los sitios adecuados para el establecimiento de las marcas permanentes.

b). Comprobar las condiciones de observación en cada sitio.

c). Establecer los monumentos o marcas permanentes.

d). Elaborar los croquis, descripciones ó itinerarios-preliminares de los puntos.

e). Recabar todo tipo de información que pueda afectar el desarrollo de los trabajos de observación.

f). Concretar el proyecto definitivo para el levantamiento de campo.

Para la monumentación se requiere, que no haya monumentos pertenecientes al ejido o a la expropiación realizada sobre el área Urbana correspondiente, en caso de que existan - se ligara nuestro levantamiento de apoyo topográfico a los monumentos del ejido ó de expropiación:

a). Todo punto de la red geodesica debe de estar permanentemente marcado en el terreno mediante el establecimiento de monumentos, contruidos de tal modo que se asegure razonablemente su permanencia y estabilidad.

b). Se acepta como monumento el tipo de marca metálica empotrada en roca sana, monumentos de concreto, preferiblemente reforzados, de forma tronco-piramidal o tronco-cónico tal que resulte difícil su extracción.

c). Todo monumento debe llevar en su parte superior una inscripción que lo identifique, preferiblemente mediante una metálica grabada, empotrada en el material. La inscripción debe contener al menos indicación del organismo que estableció el monumento, fecha, tipo de levantamiento, designación y un punto que señale el sitio preciso en que se hacen las medidas .

### III. 3.- Observaciones y Cálculos de campo.

Están constituidas por el conjunto de observaciones que se realizan directamente en el terreno consistente en ángulos y distancias. Los cálculos y comprobaciones de campo se consideran como parte integral de las observaciones, deben hacerse inmediatamente al final de las mismas y tienen como -- proposito verificar el acuerdo de los valores observados con las normas de precisión establecidas.

Para las observaciones de campo se deben realizar las -- siguientes operaciones:

a). Se siguen los lineamientos especificados en el proyecto definitivo.

b). El instrumental destinado a las observaciones debe cumplir con los requisitos generales que se indiquen según el tipo de levantamiento y el grado de precisión requerido. Los instrumentos básicos son los propios para levantamientos geodésicos horizontales:

-Teodolitos geodésicos con capacidad de lectura de  $0''1$  a  $1''0$

-Distanciómetros electrónicos con precisiones de 0.5 a 2.0 centímetros, más un cierto número de partes por -- millón de la distancia medida ( de 2 a 5 ).

c). Con los instrumentos básicos indicados existen -- otros así como equipo auxiliar, cuyo uso es complementario,

ya sea como parte integral del Instrumental o para la medida de cantidades específicas asociadas al levantamiento, -- entre las que se cuentan los diversos tipos de señales, tripies, miras, psicrómetros, termómetros, niveles auxiliares y otros, cuyas características deben ser compatibles con el Instrumental básico y el tipo de levantamiento.

d). Las observaciones se hacen durante el tiempo y en los períodos que se especifiquen para cada caso, evitando-- las medidas en condiciones ambientales extremas y en todo-- caso no más allá de los límites de operación especificados por el fabricante para los instrumentos.

La descripción de puntos se realiza de la siguiente manera:

a). Todo punto que pertenezca a la red geodésica debe contar con una descripción escrita, la cual es elaborada por la brigada de observación que ocupe el punto.

b). La descripción debe contener un espacio reservado a la anotación de las coordenadas o parámetros que correspondan según el tipo de levantamiento, incluyendo los valores de precisión alcanzados. Esta información se incorpora-- después de que se complete la evaluación final.

c). Se debe agregar un croquis general de localización orientado al norte en el que se marquen claramente todos aquellos aspectos de información conducentes a la localización del punto y que muestren gráficamente los detalles

más importantes consignados en el texto.

**Cálculos de Campo.** Estos trabajos están relacionados a la necesidad de ir verificando el acuerdo de los valores observados con las normas de precisión establecidas. Toda desviación debe ser corregida de inmediato, hasta lograr el acuerdo deseado, como se indica:

a). Los cálculos de campo se refieren básicamente a la comprobación de lecturas, de tolerancias angulares en las medidas de direcciones horizontales y ángulos verticales, verificación de tolerancias en distancias medidas, incluyendo -- los cálculos preliminares de direcciones asociados con observaciones astronómicas.

**Liga con la poligonal de expropiación, a los linderos-- del ejido y con puntos de parámetros conocidos:**

a). De preferencia todo levantamiento debe iniciarse y terminar en puntos de parámetros conocidos, previamente determinados en otros levantamientos del mismo tipo, cuyo orden de precisión sea igual o mayor al que se propone para el levantamiento en ejecución. Es decir, la Liga con puntos de parámetros conocidos se puede hacer de tres maneras:

--Liga con puntos establecidos por DDG y monumentados en campo.

---Liga con puntos observados y calculados por el Ingeniero que realiza el apoyo topográfico, con el requisito de que estas determinaciones deben ser de primer orden y que en la mayoría de los casos no es posible realizarla debido al diferente orden de precisión que requiere un levantamiento de tercer orden como el que aquí nos ocupa. Por ésta razón no será tratado éste aspecto por salirse del tema de éste trabajo.

--- Liga gráfica (cartas topográficas de DGG ).

b). Los trabajos de apoyo se deben ligar a la poligonal de expropiación y a los linderos del ejido, ya sea por medio de una poligonal cerrada o abierta, según convenga y los procedimientos de observación corresponden al orden de precisión de levantamiento que se está efectuando. También se liga con los linderos del Fundo Legal del poblado cercano.

#### Medida de ángulos horizontales:

a). Se deben de utilizar teodolitos geodésicos de precisión, con capacidad de lectura de  $0''2$  a  $1''0$  de arco, de acuerdo con el orden de precisión requerido y métodos de observación que aseguren el control de los errores sistemáticos causados por desajustes menores en los componentes del instrumento.

b). Para efectuar las observaciones se deberá seguir el método de direcciones de Bessel, haciendo el número de series especificado para cada orden de exactitud. Solamente en el caso de que se pueda demostrar una comparabilidad razonable en cuanto a tiempo, eficiencia y resultados, se podrá usar algún otro método de observación.

c). De acuerdo al orden de exactitud de estos trabajos las observaciones podrán hacerse durante el período de iluminación diurna.

d). Para observaciones diurnas podrán utilizarse heliotropos, y en distancias cortas, señales de diseño apropiado en cuanto a tamaño, forma y combinación de colores.

e). A fin de propiciar la comunicación entre puntos del levantamiento, se debe contar por lo menos con un sistema que a base de un código predefinido y el uso de señales luminosas, permitan la comunicación. De ser posible se recomienda contar con dos o tres aparatos transmisor-receptor (walkie-talkie) para la intercomunicación, lo cual ahorra tiempo cuando alguna señal no fue comprendida por alguna de las personas que integran la brigada de trabajo.

f). De las observaciones que se hagan se debe llevar un registro completo y ordenado en libretas de campo en las que se anoten directamente los valores observados, sin borrones ó enmendaduras. Toda corrección debe hacerse mediante una raya inclinada que cruce la cifra afectada, escribiendo el valor correcto encima del corregido. Las Libretas deben rotularse debidamente con los datos pertinen-

tes del levantamiento y conservarse con todo cuidado, considerando que constituyen un documento informativo básico del levantamiento. Se elabora un croquis con todas las anotaciones y observaciones necesarias de nombres de calles, que servicio público ocupa dicha superficie, predios colindantes al polígono de Expropiación, nombre de las instalaciones federales como: caminos, ferrocarriles, líneas telefónicas, telegráficas, de alta tensión, gasoductos, oleoductos, etc.

#### Medida de distancias.

a). Para la medición de distancias se utilizan distanciómetros electrónicos que utilicen radiación electromagnética, del tipo electroóptico, de microondas, ó infrarrojos.

b). La selección del tipo distanciómetro electrónico-- que se utilice debe hacerse en consideración a su capacidad y características, y en función de las exactitudes requeridas por el orden del levantamiento.

c). Los distanciómetros que se emplean deben tener una precisión comprendida dentro de 0.5 a 2.0 cm. para la parte constante del error, más una parte variable comprendida dentro de 2 a 5 partes por millón de la distancia medida, expresada en centímetros.

d). Toda medida que se haga en un punto debe estar necesariamente vinculada a una medida en sentido contrario efectuada en el otro extremo de la línea, cuando se usen instrumentos de función intercambiable. Con instrumental electro-

óptico o infrarrojo, las distancias deben ser medidas el número de veces que sea necesario, para garantizar la exactitud requerida.

e). Asociadas con toda medida de distancia deben hacerse determinaciones complementarias de las condiciones ambientales prevalecientes durante la medida, en cada extremo, al principio y final de la medida, a la sombra y al mismo nivel del instrumento, para lo cual se requiere medir la temperatura, presión atmosférica y humedad relativa con termómetros, barómetros, y psicrómetros precisos y calibrados, todo con el propósito de aplicar las correcciones requeridas por factores meteorológicos.

f). Se debe medir la altura del instrumento sobre el punto y registrarla, así como la del otro instrumento o reflectores en el otro extremo de la línea.

g). De las medidas que hagan se debe llevar un registro completo y ordenado en formularios diseñados para ello.

h). La tolerancia entre dos medidas pertenecientes a un grupo se calculará mediante la expresión.

$$T = k (a + bs) \quad \text{en donde:}$$

$s$  = distancia medida

$a$  y  $b$  = parámetros instrumentales proporcionados por el fabricante.

$k$  = constante del nivel de confianza

**Poligonación (especificaciones generales).**

Consiste en la medida directa de ángulos y distancias entre puntos consecutivos que forman una línea poligonal -- continua. Resulta el método de levantamiento idóneo para la realización de este tipo de trabajo.

a). Todas las líneas y ángulos deben ser medidos, sin omitir ninguno.

b). En la poligonación el control de la escala estará dado por la medida de distancia de todos los lados que conforman el sistema, utilizando distanciómetros electrónicos-compatibles con las exactitudes requeridas.

c). El control en dirección está dado por las observaciones angulares horizontales, por las conexiones que se hagan con la red geodésica horizontal y por la medida de acimutes con la frecuencia y otras especificaciones que se dan en éste trabajo, (Ver tabla No. 4)

d). En las poligonales, el control de posición por coordenadas está dado por las conexiones que se hagan a levantamientos geodésicos horizontales existentes y por la observación de valores de latitud y longitud astronómicos en los sitios que determine el diseño.

e). Por condicionamiento geométrico de las poligonales se entiende un esquema en el que se formen polígonos relativa

mente regulares sensiblemente rectos, con lados de longitud uniforme (poligonales abiertas).

f). Para efectos prácticos se considera como sección--acimutal de la poligonal al tramo de la misma, comprendida--dentro de los vértices en los que se hagan observaciones de acimut.

g). Para poligonales de primer orden en áreas urbanas--de distancia mínima de los lados no deberá ser menor que 3--km.

h). Las longitudes de los lados de poligonales de se--gundo orden, clase I, para levantamientos en áreas urbanas las distancias de los lados no deben ser menores que 300 me--tros.

i). En poligonales de segundo orden, clase II, las lon--gitudes de los lados para levantamientos en áreas urbanas, --no debe ser menor de 200 metros.

j). Para tercer orden, en sus dos clases, las distan--cias de los lados en levantamientos urbanos no deben ser --menos a 100 metros y se definen de acuerdo a las necesida--des del proyecto.

k). Para los efectos de conexión y comprobación de las ligas a levantamientos existentes, se considera que éstas --son satisfactorias cuando la verificación de distancias acu--se una discrepancia cuya magnitud esté dentro del mismo --orden de exactitud que corresponda a la poligonal objeto --del levantamiento y cuando las discrepancias angulares no -

sean mayores que 4" en poligonales de primero y segundo orden clase I, 5" para segundo orden clase II y tercer orden clase I, y 10" para poligonales de tercer orden clase II.

l). En los casos en que sea practicable y para efectos de liga de trabajos locales, se debe establecer a una distancia apropiada una marca acimutal ligada al monumento principal del vértice por distancia y dirección, con especificaciones mínimas de tercer orden clase II.

m). En relación con la medida de angulos horizontales - ver tabla No. 2

n). Se debe verificar los cierres angulares entre sección acimutales conforme a las especificaciones que se indican en la tabla No. 4

o). Las determinaciones de distancias se hacen de acuerdo con las normas generales indicadas en el inciso respectivo visto con anterioridad. Se debe hacer por lo menos dos grupos de medidas en el caso primero y segundo orden y un grupo cuando se trate de tercer orden. Cada grupo debe constar de dos medidas independientes, tomadas en sentido contrario.

p). El error medio cuadrático del promedio en la medida de distancia no debe exceder los valores según tabla No. 3 .

q). Para efectos de los controles astronómicos, incluyendo latitud y longitud astronómica, en relación con la acumulación de errores angulares sistematicos, se deben obser-

var acimutes astronómicos a intervalos regulares, como se indica en la tabla No. 6 siguiente en donde se indican los espaciamientos para observaciones acimutables, el número de posiciones angulares requeridas y su repetibilidad, así como el error medio cuadrático del promedio, para cada orden y clase de las poligonales.

r). Para los efectos de determinar los cierres en posición final referidos a la discrepancia lineal entre coordenadas, después del ajuste acimutal, dichas discrepancias no deben ser mayores en valor relativo que las correspondientes al orden de exactitud de la poligonal, o bien, podrá verificarse contra lo que se especifica en la tabla No. 7

Poligonal envolvente y poligonales auxiliares ( entrecalle) del asentamiento humano por medir.

a). Alrededor de los asentamiento humanos por levantarse trazan una o varias poligonales envolventes de apoyo, esto depende del tamaño del área por medir, determinándose esto en la etapa de diseño y preanálisis a manera de anteproyecto, concretándose durante la etapa de reconocimiento, considerándose como proyecto definitivo.

b). Se realiza el levantamiento de una serie de poligonales auxiliares del tipo poligonal abierto apoyado en -- vertices de coordenadas pertenecientes a la poligonal envolvente.

c). Levantamiento de radiaciones (esquinas de manzanas). Se realizan en base a los vértices estación de los polígonos envolventes y auxiliares, mediante la observación de ángulos y distancias hacia las esquinas y quiebres de las manzanas en su caso. En éste punto se puede observar la versatilidad y ventajas que ofrece la medida de distancias con EDM, ya que desde el vértice estación, colocado en una posición, colocado en una posición conveniente, se puede medir las esquinas de 3 a 4 calles según la longitud de la distancia y visibilidad a las mismas.

d). Levantamiento de Zonas Federales.- Se hace por medio de poligonales abiertas apoyadas en vértices del polígono envolvente, el levantamiento se hará para la localización de carreteras, líneas de alta tensión, líneas telegráficas, líneas telefónicas, barrancas, ríos, arrollos, canales, lagos, presas ferrocarril, etc., con el objeto de que al conocer su ubicación podamos determinar su derecho de vía.

e). Levantamiento de Derechos de Vía.- Son las áreas de protección y maniobra que toda instalación Federal tiene. Este derecho de vía es determinado por las autoridades competentes de las diferentes Secretarías de Estado. Los derechos de vía son variables, van desde 3 metros (arrollos, canales, líneas telefónicas, etc. ), hasta 40 metros (autopistas, líneas de alta tensión, patios de estaciones de ferrocarril, etc.) El derecho de vía es la distancia considerada del eje de vía hacia cada lado. El levantamiento del de-

recho de vfa se hará en el momento de la localización del -- eje de las Zonas Federales o se podrá determinar durante la etapa de los trabajos de gabinete, a partir de los datos del eje de dicha vfa, en base también a las restricciones marcadas por las distintas dependencias.

f). Levantamiento de detalles.- Estos se realizan en -- forma normal al momento de realizar los levantamientos anteriores, con el objeto de enriquecerlos datos que se presentan en el plano, producto de todas las operaciones mencionadas. También es importante el levantamiento de referencias, cuando hemos dejado inconcluso el trabajo, es decir, que no lo hayamos "cerrado", ya que en caso de pérdida o destrucción de los puntos-estación considerados, podremos rehacerlos mediante la medida de estas referencias al punto perdido.

g).- Levantamiento de poligonales de liga entre polígonos envolventes.- Cuando el área por medir este determinada por dos o más polígonos aislados entre sí, se deberán ligar por medio de poligonales abiertas, cuya precisión debe ser - mínimo de tercer orden, clase uno, debe designarse los vértices de éstas poligonales, con numeración corrida, como en el caso de los polígonos cerrados.

Los poligonales de liga deben trazarse aprovechando accidentes naturales o artificiales del terreno tales como: ca rreteras, caminos, brechas, vías ferreas, etc. Cuando el desarrollo de estas poligonales sea muy grande, se hacen orien taciones astronómicas intermedias de acuerdo a las especi--

## ficaciones para control acimutal: Tabla No.6

### Orientación Astronómica.

Es el conjunto de operaciones de campo y gabinete destinado a obtener la dirección entre puntos situados sobre la superficie terrestre mediante la observación de la posición angular de objetos relativamente fijos sobre la esfera celeste cuyas coordenadas se conocen en tiempo.

El método debe aplicarse para tener el control de dirección de otros levantamientos. Dentro de los diversos métodos de levantamiento geodésico horizontal su función primordial es por lo tanto de control acimutal.

Se pueden usar cronómetros que registren variaciones relativamente constantes dentro del límite especificado.

El instrumental usado para las observaciones angulares será básicamente el empleado de acuerdo al orden de exactitud del levantamiento(en éste caso de tercer orden).

Para las observaciones en general se puede usar cualquier estrella circumpolar (al norte del ecuador) ó la misma polar y una estrella auxiliar en el caso de segundo orden y menor, inclusive el sol.

La secuencia de puntería en cada posición de la serie (directa o inversa) debe ser: marca terrestre, estrella, -- marca terrestre; aunque en la parte dedicada a la determi-

nación del acimut astronómico se sugiere otra manera de obtener la secuencia de las punterías.

En cada puntería a la estrella ó al sol, se registra la dirección observada ( ángulo horizontal y distancia cenital) y la hora.

Con el propósito de anticipar posibles rechazos, se recomienda hacer observaciones adicionales, para levantamientos de tercer orden, clase I : dos, para tercer orden clase II: una.

Una vez terminadas de observar las series se debe calcular el acimut de inmediato a fin de verificar si se encuentra dentro de los límites de aceptación especificados, de detectarse algún error se haran las observaciones necesarias de acuerdo al orden del levantamiento.

La determinación del acimut astronómico, se hará por el método de distancias cenitales del sol en dos posiciones.

Las observaciones al sol deben hacerse de preferencia antes de las 10 A. M. ó despues de las 3 P.M., si se hace la observación directamente con la ayuda de algún filtro especial para evitar sea dañado el ojo del observador, se sugiere hacer la tangencia del sol en la mañana en el tercer y primer cuadrante y en la tarde en el cuarto y segundo cuadrante, en posición directa e inversa respectivamente, en las siguientes figuras:

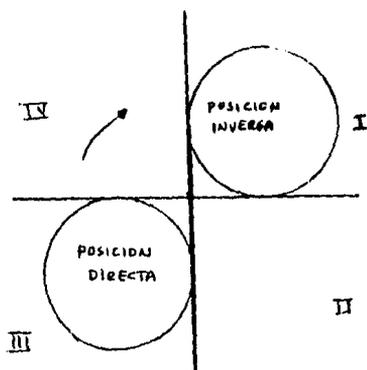


Fig. 1  
En la mañana.

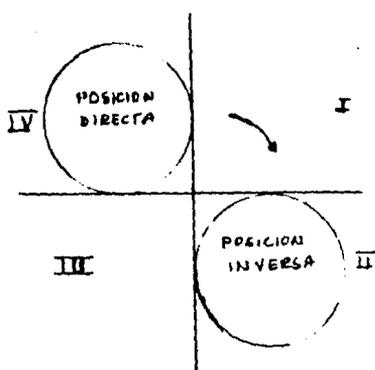


Fig. 2  
En la tarde.

Si en cambio utilizamos alguna pantalla (como una hoja blanca), en la cual veamos proyectada la imagen del sol: las tangencias se harán en la mañana en el primer cuadrante en posición directa y en el tercer cuadrante en posición inversa, en la tarde en el segundo cuadrante en posición directa y en el cuarto cuadrante en posición inversa como se ilustra en las siguientes figuras:

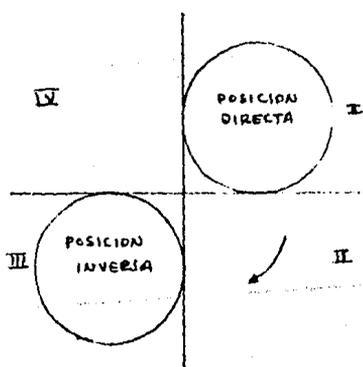


Fig. 3  
En la mañana.

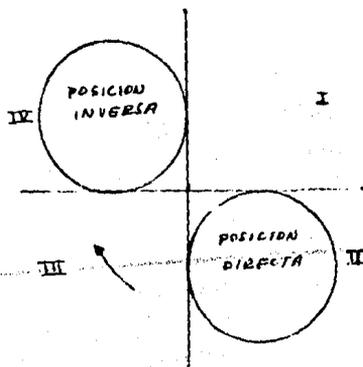


Fig. 4  
En la tarde.

Si la observación se realiza en tres ocasiones (en posición directa) en un cuadrante, después se invierte el telescopio (en posición inversa) y se observan otras tres veces en el cuadrante opuesto, se elimina trabajo durante la observación y se puede comprobar si las lecturas están correctas antes de realizar los cálculos.

Si al observar al sol se da un intervalo de tiempo casi igual, entonces se combina 1 con 6, 2 con 5 y 3 con 4, los ángulos horizontales, así como las distancias cenitales deben ser muy parecidas y también los tiempos deben guardar cierta semejanza.

Para calcular las series se pueden combinar 1 con 4, 2 con 5, y 3 con 6. La distancia cenital se corrige por refracción y paralaje y la hora de observación se corrige por AT.

En el registro de campo de la orientación debe anotarse los siguientes datos:

Lugar de observación, fecha, latitud y longitud del lugar, línea orientada, aparato utilizado y su aproximación, tipo de cronómetro y croquis, como se ilustra en la siguiente figura No. 5

La latitud y longitud se pueden obtener gráficamente de la carta topográfica editada por DGG, ó bien por datos proporcionados por el Anuario Astronómico Nacional.

Fig. 5

ORIENTACION ASTRONOMICA.							HOJA _____		
POR EL SOL <input type="checkbox"/>			POR LA POLAR <input type="checkbox"/>						
LINEA ORIENTADA _____			BRUJULA _____				HORA DEL MERIDIANO: 90 <input type="checkbox"/> 105 <input type="checkbox"/> 120 <input type="checkbox"/>		
POBLADO _____			MUNICIPIO _____				DISTANCIA ZENITAL <input type="checkbox"/> ALTURA <input type="checkbox"/>		
ESTADO _____			FECHA _____				APROX. APARATO _____ PRESION _____ mm Hg.		
			TEMPERATURA _____ °C.				LATITUD _____		
			LONGITUD _____				ALTITUD _____ SNMM		
SERIE	POSICION	EST.	P.V.	HORA			G.H.		Z.
				H	M	S	°	'	"
1	D								
	D		+						
	D		+						
	D		+						
	I		+						
	I		+						
	I		+						
	I		+						
2	D								
	D		+						
	D		+						
	D		+						
	I		+						
	I		+						
	I		+						
	I		+						
3	D								
	D		+						
	D		+						
	D		+						
	I		+						
	I		+						
	I		+						
	I		+						

CROQUIS.

RUMBO MAGNETICO. \_\_\_\_\_

Las correcciones a la distancia cenital por refracción y paralaje las obtenemos del Anuario Astronomico o por calculo directo, aplicando las siguientes formulas:

Corrección por paralaje :

$$C_p = 0''.8 \cos A$$

$C_p$  = Corr. por paralaje.  
 $A$  = altura del sol.

Corrección por refracción

En función de la presión barométrica :

$$R = 21''.7 \times \frac{B}{1013.25} \times \tan z. \quad (\text{BIOT-ABAGO}).$$

En función de la distancia zenital :

$$R = 58''.294 \times \tan z - 0.06658 \times \tan^2 z. \quad (\text{LAPLACE}).$$

$R$  = Corr. por refracción.  
 $B$  = Presión Barométrica en mm Hg.  
 $z$  = Distancia cenital.  
 $^{\circ}C$  = Grados centígrados.

Del triángulo astronómico tenemos:

Por la ley de los cosenos:

$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \varphi) \cos z + \sin(90^\circ - \varphi) \sin z \cos Az.$$

$$\sin \delta = \sin \varphi \cos z + \cos \varphi \sin z \cos Az.$$

$$\cos Az = \frac{\sin \delta - \sin \varphi \cos z}{\cos \varphi \sin z}$$

En donde:

$Az$  = Acímut del Sol

$\delta$  = Declinación del Sol a la hora de observación.

$\varphi$  = Latitud.

$z$  = Distancia cenital corregida por refracción y paralaje.

### III. 4.- Cálculos de Gabinete.

Estos procederán inmediatamente a la etapa anterior y estarán constituidos por todas aquellas operaciones que en forma ordenada y sistemática calculan las correcciones y reducciones a las cantidades observadas para determinar los parámetros de interés mediante el empleo de criterios y formulas apropiadas que garanticen la precisión requerida.

#### a). Reducción de cantidades observadas.-

Consiste en el cálculo del valor más probable de las cantidades observadas como son ángulos horizontales y distancias.

El valor más probable de una magnitud se determina -- con la siguiente expresión:

$$V.M.P. = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + \dots + M_n}{n}$$

en donde:

$M_1, M_2, M_3, M_4, \dots, M_n$  = Cantidades observadas.

$n$  = Número de observaciones.

Para la determinación de observaciones a desechar ver la tabla No. 2

b). Transferencia de datos reducidos a las planillas - calculo y construcción.

Se deberán pasar las observaciones reducidas (promedios) a las planillas de cálculo y construcción tanto de ángulos horizontales como de distancias correspondientes al polígono de apoyo y a los puntos de radiación para la localización, éstos últimos, de las esquinas de las manzanas y quiebres característicos de las mismas, procurando escribirlos en color diferente para resaltar esta información y facilitar el dibujo.

c) Cálculo de Orientación Astronómica.

Se hace siguiendo las indicaciones presentadas en la página 55 en el tema "Orientación astronómica".

d) Cálculo del cierre angular de la poligonal ó poligonales envolventes de apoyo.

La suma angular debe ser igual a la siguiente expresión:

para ángulos interiores su suma=  $180(n-2)$ .

para ángulos exteriores su suma=  $180(n+2)$ .

en donde  $n$ = Número de lados.

La diferencia entre la suma angular y cualquiera de las dos expresiones anteriores nos determinan el error angular, el cual debe estar comprendido dentro de tolerancia, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$T = A\sqrt{N}$$

en donde:

A= Aproximación del aparato

N= Número de lados del polígono.

Todo levantamiento de apoyo topográfico debe estar dentro de tolerancia angular como se menciona anteriormente, en cada caso contrario se debe de revisar detenidamente los datos de campo, y si no se logra encontrar el error se debe -- hacer otro nuevo levantamiento, que se considera poco probable por las normas técnicas que se han aplicado.

De estar en tolerancia se procede a realizar la compensación correspondiente, repartiendo el error en los lados contos de preferencia, esto en cuanto a los valores angulares.

e) Reducción de distancias al horizonte.

Esta se realiza con el objeto de que las distancias inclinadas sean proyectadas en un plano horizontal al cual - esté referido todo nuestro levantamiento.

Para lo cual se toma la distancia mediante el Distanciómetro Electrónico oprimiendo el botón correspondiente a distancia horizontal. En caso de que el EDM no venga equipado -- con dicho control se obtiene la distancia inclinada, así como la distancia cenital y para lograr la distancia reducida - al horizonte se aplicara la siguiente expresión:

$$D_h = D \cos z$$

En donde : D= Distancia medida.

z = distancia cenital.

D<sub>h</sub>= Distancia horizontal.

f). Cálculo de Rumbos Astronómicos de las demás líneas medidas.

Una vez calculado el rumbo astronómico de la línea orientada se procede a propagar a las demás líneas de la poligonal éste valor, mediante la siguiente expresión:

Acimut de la línea siguiente = Acimut línea anterior + 180 + C.H.  
(Pudiendo emplear cualquier otro método expedito.)

g) Cálculo de proyecciones.

Las proyecciones (N) ó (S) se obtienen multiplicando la -- distancia por el coseno del rumbo.  $P_y = D \cos R_{bo}$

En tanto las proyecciones (E) u (W) se obtienen multiplicando la distancia por el seno del rumbo.  $P_x = D \sin R_{bo}$

h) Cálculo del cierre lineal, exactitud obtenida y factores de corrección.

El cierre lineal se obtiene mediante:  $EL = \sqrt{E_y^2 + E_x^2}$ .

De donde:  $E_y = \text{Diferencia entre Proj. (N) - Proj. (S)}$ .

$E_x = \text{Diferencia entre Proj. (E) - Proj. (W)}$ .

$$\text{Precisión} = \frac{1}{\frac{\text{Perim.}}{EL}}$$

Para compensar el error lineal se emplean las siguientes -- expresiones:

$$K_y = \frac{E_y}{\sum \text{Proj. (NS)}}$$

$$K_x = \frac{E_x}{\sum \text{Proj. (EW)}}$$

En donde:  $K_x$  y  $K_y$  = Factores de corrección  
 $E_x$  y  $E_y$  = Error en x, Error en y.

Luego entonces las proyecciones corregidas se obtienen de multiplicar los factores de corrección ( $K_x, K_y$ ) por cada una de las proyecciones calculadas.

#### i) Cálculo de Coordenadas.-

Se obtienen sumando las proyecciones en forma algebraica a partir del valor del origen de coordenadas, tanto en x como en y.

$$X_{i+1} = X_i + P_{x_i}$$

$$Y_{i+1} = Y_i + P_{y_i}$$

#### j) Cálculo del área .

Se puede utilizar el método de cálculo que mejor estamos acostumbrados a realizar, ya que el resultado numérico será el mismo.

Entre los métodos se encuentran los siguientes:

- Por diferencias de ordenadas ó de abscisas.
- Por doble distancias paralelas o meridianas.
- Por productos cruzados.

o Por diferencias de Ordenadas:

$$2S = X_0(Y_1 - Y_n) + X_1(Y_2 - Y_0) + X_2(Y_3 - Y_1) + \dots + X_n(Y_0 - Y_{n-1})$$

Para el caso que nos ocupa la superficie del polígono envolvente no será calculada debido a que el levantamiento

realizado deberá ajustarse al área marcada en el plano y acta de ejecución de la Resolución Presidencial de Expropiación.

Sin embargo se puede dar el caso de que por la urgencia en la solución de un problema de regularización de la tenencia de la tierra se tenga que hacer el levantamiento catastral y en base a éste determinar la poligonal de expropiación en éste caso se debe efectuar el cálculo analítico de superficie empleando cualquiera de los métodos mencionados.

#### Cálculo de Poligonales Auxiliares.

a). Estas están apoyadas en vértices del polígono envolvente tanto de partida como de llegada a éste tipo de poligonal se le denomina: poligonal entre vértices de coordenadas conocidas.

b). El error angular se determina restando el valor del Rumbo Astronómico de llegada (R2) menos el Rumbo Astronómico del lado del polígono envolvente (R1): Error angular =  $R2 - R1$ .

El cual deberá estar dentro de tolerancia angular.

c) El error lineal se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$E_x = X_b - X_a - \epsilon_X$$

$$E_y = Y_b - Y_a - \epsilon_Y$$

En donde:

a= punto inicial

b= punto final

Ex= error de cierre lineal en eje de las abscisas

Ey= error de cierre lineal en eje de las ordenadas

Xa= abscisa del punto a

Xb= abscisa del punto b

Ya= ordenada del punto a

Yb= ordenada del punto b

ΣX= suma de proyecciones en el eje de las abscisas.

ΣY= suma de proyecciones en el eje de las ordenadas

d) Cálculo del factor de corrección

Se hace de la misma manera que para la poligonal envolvente:

$$K_x = \frac{E_x}{\Sigma X}$$

$$K_y = \frac{E_y}{\Sigma Y}$$

Siendo el significado de los valores anteriores la anteriormente considerada solo para  $K_y$  factor de corrección para las proyecciones en el eje de las ordenadas.

$K_x$ = factor de corrección para las proyecciones en el eje de las abscisas.

e) Cálculo de coordenadas:

Se hace siguiendo la misma secuencia que para la poligonal envolvente previa corrección de proyecciones calculadas.

#### f). Cálculo de Radiaciones

Para realizar el cálculo se toman en cuenta el Rumbo Astronómico de la línea de referencia ( la línea de atrás ) y se realiza el procedimiento normal de cálculo tanto de los rumbos mencionados como de proyecciones y coordenadas.

#### g) Sistema coordinado de referencia.

Se debe ligar a puntos de coordenadas UTM (Proyección Cartográfica Universal Transversa de Mercator) de las siguientes formas:

-Liga a puntos establecidos en campo por DETENAL (hoy - DGG)

-Liga gráfica sobre una carta topográfica con coordenadas UTM.

-Liga a puntos determinados por la institución que -- realiza el apoyo topográfico.

#### Zonificación.

El plano general escala 1:2000 debe estar zonificado para efectos de control interno de la institución, aunque - las oficinas de Catastro de Estados, Municipios y Distrito

Federal darán su numeración por: Regiones, Zonas y Manzanas catastrales, posteriormente.

La numeración por zonas se hará de las siguientes formas:

- Por polígonos separados entre sí, zonas: 01, 02, 03, . . . ., etc.

- Cuando es un sólo polígono será zona 01, únicamente. A éste respecto cabe indicar que no es conveniente dividir un sólo polígono en zonas, barrios ó colonias ya que se complica tremendamente el control de la numeración de manzanas.

#### Escala.

La escala del plano general adoptada será 1:2000 ya - que ésta es la requerida por los catastros locales para que pueda ser autorizado. No obstante por conveniencias particulares, la escala del plano podrá ser 1:1000; 1:2500 ; 1:4000; 1:500; etc.

#### Numeración de Manzanas.

Esta se hará considerando la franja de manzanas más larga con respecto a la distribución del asentamiento y mediante numeración corrida. De la misma manera cuando se trate - de varias zonas la numeración de manzanas también será corrida.

## Dibujo

El plano catastral esc. 1:2000 antes de ser entintado sobre papel plástico debe construirse en papel milimétrico - ya que resulta más fácil la ubicación de los valores de las - coordenadas (X, Y) de las esquinas de las manzanas y de las - formas características de las mismas. También se anotarán los siguientes datos:

- Numeración de Manzanas. (Al centro de cada una de ellas)
- Nombres de calles
- Nombres de predios colindantes.
- Delimitación de Derechos de Vía y Zonas Federales
- La Localización de caminos, carreteras, vías ferreas, ríos, arroyos, líneas de alta tensión, etc.
- La poligonal de apoyo (Principal y secundaria). Con su numeración
- La poligonal de expropiación, con su numeración.
- La indicación del Norte Astronómico.
- Nombre del poblado, municipio y estado.
- Valor de la escala.
- En los márgenes izquierdo e inferior los valores de las coordenadas utilizadas.

Una vez armado el plano catastral escala 1:2000 se procede al dibujo definitivo, el cual se realiza en papel plástico cronaflex, herculene, ó similar y a tinta. Este consistirá en efectuar una calca del plano armado en papel milimétrico. Conteniendo además los siguientes datos:

-En el margen inferior: Escala Gráfica y Numérica; - Plano Catastral; Nombre del Ejido, Municipio, Estado y Zona

-En el margen derecho: Logotipo, cuadro indicador de signos convencionales; cuadro de resumen de manzanas, lotes, areas y fechas ( de elaboración, actualización, etc.); cuadro de control de firmas de la Dirección Técnica, cuadro de firmas de autorización de los planos catastrales por parte de los catastros locales.

-En los márgenes inferior e izquierdo se anotan los valores del sistema coordinado de referencia.

Los demás datos se calcan del plano armado en papel milimétrico.

#### Formato.

Para tal efecto consideramos el formato normal: DIN, el cual tiene una definición satisfactoria por su espíritu geométrico. El formato DIN es un rectángulo cuyas longitudes de sus lados es tal que si se divide en dos partes iguales, (a la mitad del lado mayor) los rectángulos resultantes son proporcionales al primero:

Para 1 M de p.- 1.189m\* 0.841 m.

- 0.841m\* 0.595 m.

- 0.595m\* 0.420 m

- 0.420m\* 0.297 m

- 0.297m\* 0.210 m (Cuadro muy cercano al tamaño carta.)

### III.5.- Evaluación

Esta consistió en llevar a cabo un análisis en detalle de los resultados del cálculo y ajuste, con el fin de juzgar la bondad del levantamiento y retroalimentar el diseño. (Etapas III.1).

Los aspectos evaluados son:

Precisión tanto angular como lineal, en base a:

- Número de vértices-estación, y vértices de radiación.
- Configuración del terreno.
- Número de Polígonos, Poligonales de Liga, etc.
- Métodos, Procedimientos, Especificaciones e instrumentos empleados.
- Personal que ejecutó los trabajos, cuando no los realizó uno mismo, así como auxiliares (cadeneros)
- Dimensión del Área que se midió.
- Temperatura y clima en general que prevaleció durante el levantamiento.
- Evaluar si los gastos proporcionados fueron ó no suficientes.
- Si las marcas dejadas en campo fueron acertadas ó insuficientemente efectivas.

Así como algunos otros factores propios de cada levantamiento.

### III.6.- Memoria de los trabajos.

Al final de cada trabajo se debe elaborar una memoria que contenga los datos relevantes del levantamiento, el cual incluya:

-Antecedentes, Justificación y Propósito.

-Criterios de Diseño, Personal, Instrumental y Equipo usado.

-Normas, Especificaciones, y Metodologías particulares empleadas.

-Relación de los trabajos de Campo con mención de las circunstancias que puedan influir en el desarrollo de los trabajos.

-Descripción definitiva de los puntos.(croquis de campo)

-Información gráfica que muestra su ubicación, (diagrama de localización).

-Resultados de los cálculos y compensación en forma de listados de parámetros finales y Comentarios según los resultados de la Evaluación.

Se debe remitir una copia de la memoria a la Dependencia competente de la Secretaría de Programación y Presupuesto: (INEGI), con fines de evaluación externa e incorporación, de ser el caso, al Subsistema Nacional de Información Geodésica y con fines de difusión dentro de la Administración Pública Federal.

#### IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .

El apoyo topográfico para la elaboración de planos catastrales con fines de regularización de la tenencia de la tierra deberá realizarse apegándose a criterios generales los cuales se tomaron como base para la realización de ésta tesis.

Las conclusiones que se obtienen son las siguientes:

a).- La precisión obtenida nos permite tener un plano general manzanero confiable y de buena calidad, el cual nos servirá de marco para el armado de los lotes inscritos en las manzanas respectivas. El plano general además puede ser utilizado por otras dependencias para sus programas de trabajo con la seguridad de contar con un plano que fue elaborado en base a las Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos.

b).- El apoyo topográfico debe estar ligado a vértices de coordenadas UTM, ya que de ésta manera los planos catastrales podrán ser incluidos en el Sistema Cartográfico Nacional a nivel de catastro urbano.

c).- Como nuestro levantamiento lo basamos en las Normas Técnicas para Levantamientos Geodésicos, las cuales son de observancias general para las dependencias de la Administración Pública Federal, éste pasa a formar parte del Subsistema Nacional de Información Geodésica, previa remisión de copia de la memoria a la dependencia competente de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

d).- Los procedimientos anotados en las Etapas de los Levantamientos pueden ser utilizados por otras dependencias - sobre todo de carácter Estatal y Municipal en donde el empleo de métodos fotogramétricos resulta incosteable, considerando

aquellos que no cuentan con el equipo de fotogrametría respectivo, los que constituyen la mayoría.

e).- Las ventajas de ligar nuestro levantamiento de apoyo topográfico, asimismo a vértices de coordenadas UTM, es que puede servir como referencia para levantamientos posteriores que se realicen y que pueden ser de diversas índoles como: Ampliación de zona urbana, tendido de líneas de alta tensión, oleoductos, canales de riego, etc.

f).- Es necesario densificar la Red Geodésica de Segundo Orden ya que en la mayoría de los casos estos puntos quedan lejos de donde se realice este tipo de levantamientos.

Esta densificación tendrá que realizarla, La Dirección General de Geografía, dependiente de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

Las recomendaciones que hago son las siguientes:

a).- Todo valor medido en campo ha de ser comprobado por alguna observación independiente.

b).- Una vez que esta comprobación indica que no existe equivocación, la anotación de campo nunca se debe modificar, ni destruir.

c).- Se debe hacer una revisión completa a todo trabajo de control. Tantas revisiones completas como sean posibles, las cuales se deben preparar con la planificación del trabajo, y cada una de las revisiones que puedan realizarse por medio de la preparación del control ha de ser calculada y aplicada.

d).- Se debe de realizar la evaluación del levantamiento con el objeto de juzgar la bondad del mismo y retroalimentar el diseño.

## T A B L A S .

Tabla 1 .

Rangos de precisión para levantamientos geodésicos horizontales.

ORDEN	CLASE	PRECISION
Primero	única	1:100,000
Segundo	I	1: 50,000
	II	1: 20,000
Tercero	I	1: 10,000
	II	1: 5,000

Tabla 2 .

Especificaciones para la observación de ángulos horizontales en poligonales.

ORDEN DE LA POLIGONACION.	TIPO DE INSTRUMENTO.	NUMERO DE POSICIONES.	LIMITE DE RECHAZO.
Primero	0'2	16	± 4"
Segundo clase I	0'2	8	± 4"
	1'0	16	± 5"
Segundo clase II	0'2	6	± 4"
	1'0	8	± 5"
Tercero clase I	1'0	4	± 5"
Tercero clase II	1'0	2	± 5"

Tabla 3 .

Especificaciones para la medida de distancias en poligonación.

ORDEN DE POLIGONACION	ERROR MEDIO CUADRATICO DEL PROM.
Primero	1: 600,000
Segundo clase I	1: 300,000
Segundo clase II	1: 120,000
Tercero clase I	1: 60,000
Tercero clase II	1: 30,000

Tabla 4 .

Especificaciones de cierre angular entre secciones acimutales de poligonales ( N=número de estaciones; EST.=Estación)

ORDEN DE LA POLIGONAL	TOLERANCIA DE CIERRE ANGULAR	
	NORMAL	AREAS URBANAS
Primero	1'' $\sqrt{N}$ POR EST. 2'' $\sqrt{N}$	1'' $\sqrt{N}$ POR EST. 2'' $\sqrt{N}$
Segundo clase I	1'' $\sqrt{N}$ POR EST. 3'' $\sqrt{N}$	2'' $\sqrt{N}$ POR EST. 3'' $\sqrt{N}$
Segundo clase II	2'' $\sqrt{N}$ POR EST. 6'' $\sqrt{N}$	4'' $\sqrt{N}$ POR EST. 8'' $\sqrt{N}$
Tercero clase I	3'' $\sqrt{N}$ POR EST. 10'' $\sqrt{N}$	6'' $\sqrt{N}$ POR EST. 15'' $\sqrt{N}$
Tercero clase II	8'' $\sqrt{N}$ POR EST. 30'' $\sqrt{N}$	8'' $\sqrt{N}$ POR EST. 30'' $\sqrt{N}$

Tabla 6 .

Especificaciones para control acimutal de poligonales geodesicas.

CONCEPTO	ORDEN DE LA POLIGONAL .				
	1°	2° CI	2° CII	3° CI	3° CII
NUM. DE LADOS ENTRE SECC.ACIM.	5 a 6	10 a 12	15 a 20	20 a 25	30 a 40
NUM. DE POSIC. POR SERIE.	16	16	12	8	4
NUM. DE NOCHES (DIAS) DE OBS.	2	2	1	1	1
ERROR MEDIO CUAD. DEL PROMEDIO.	0:45	0:45	1:5	3:0	8:0

Tabla 7 .Especificación de cierre en posición, despues del ajuste acimutal.  
( K= Desarrollo de la poligonal en Km. )

ORDEN DE LA POLIGONAL	TOLERANCIA DE CIERRE ( EN METROS )
Primero	$0.04 \sqrt{K}$
Segundo Clase I	$0.08 \sqrt{K}$
Segundo clase II	$0.20 \sqrt{K}$
Tercero clase I	$0.40 \sqrt{K}$
Tercero clase II	$0.80 \sqrt{K}$

**BIBLIOGRAFIA.**

1. HORST KARL DOBNER EBERT.  
Sistemas Catastrales. Edit. Concepto. México 1982.
2. KISSAM PHILIP.  
Topografía para Ingenieros. Mc.Graw Hill. México 1967.
3. MILTON O SCHMIDT, WILLIAM HORACE RAYNER.  
Fundamentos de Topografía. Primera Ed. Cecsá. México 1983.
4. RUSSELL C. BRINKER, PAUL R. WOLF.  
Topografía Moderna. Sexta Ed. Harla. México 1982.
5. SABRO HIGASHIDA MIYABARA.  
Topografía General. México 1972.
6. CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.  
ED. PORRUA. MEXICO 1982.
7. LEY FEDERAL DE REFORMA AGRARIA.  
Librerías Teocalli. México 1985.
8. NORMAS TECNICAS PARA LEVANTAMIENTOS GEODESICOS .  
Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de  
abril de 1985. Por la Dirección General de Geografía. (SPP)
9. INSTRUCTIVO TECNICO. Cartografía Urbana.  
Subdirección Técnica de CORETT (Comisión para la Regula--  
rización de la Tenencia de la Tierra.). México. 1978.
10. LA CARTOGRAFIA EN MEXICO.  
Serie: Divulgación Cartográfica. Dirección General de  
Geografía (SPP).
11. Anuario del Observatorio Astronomico Nacional.  
Instituto de Astronomia. UNAM. México, 1986.