



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS PRELIMINARES PARA EL
PROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO, ARCO NORTE-
ORIENTE DE LA CIUDAD DE MEXICO.



T E S I S

Que para obtener el título de
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA
p r e s e n t a

MARIO CRUZ CLEMENTE

MEXICO, D. F.

1982



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 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.

I N D I C E

| | |
|--|-----|
| PROLOGO. | 1 |
| I.- ANTECEDENTES. | 4 |
| II.- ESTUDIO PLANIMETRICO. | 13 |
| 1.- Levantamiento del eje preliminar. | 13 |
| 2.- Método y equipo empleado. | 19 |
| 3.- Orientaciones Astronómicas. | 50 |
| 4.- Especificaciones y tolerancias. | 72 |
| 5.- Cálculos. | 78 |
| 6.- Levantamientos auxiliares para planimetría de detalles e instalaciones. | 87 |
| III.- ESTUDIO ALTIMETRICO. | 92 |
| 1.- Nivelación del eje preliminar. | 93 |
| 2.- Método y equipo empleado. | 94 |
| 3.- Secciones transversales. | 99 |
| 4.- Especificaciones y tolerancias. | 105 |
| IV.- ELABORACION DE PLANOS TOPOGRAFICOS. | 108 |
| 1.- Planos de planimetría. | 108 |
| 2.- Perfiles longitudinales y transversales. | 109 |
| 3.- Especificaciones. | 109 |
| V.- ORGANIZACION. | 112 |
| VI.- CONCLUSIONES. | 114 |
| BIBLIOGRAFIA. | 116 |

PROLOGO

El problema del tráfico en las grandes ciudades, - se ha hecho difícil por la cantidad enorme de vehículos que cada año se ha venido agregando a la circulación. Tal es el caso de la Ciudad de México, en la que, según datos estadísticos - proporcionados por los fabricantes de vehículos, el número ha llegado a 2 000 000 de diferentes tipos en el período de 1906- a 1979; cuyo crecimiento ha alcanzado por tipo de vehículo en el último año de 1981: 0.39% de Autobuses Urbanos, 0.02% de - Tranvías y Trolebuses, 1.88% de Taxis, 87% Automóviles Particulares, 0.04 de Carros de Metro, 10.67% Otros Transportes (de - Carga, Autobuses Particulares, Vehículos Oficiales, etc.).

Este crecimiento ha obligado a todos los profesionales, que de alguna forma tienen relación con el tráfico o circulación a través de las vías de comunicación de las grandes - ciudades, tales como: Ingenieros Civiles, Arquitectos, Ingenie- ros Topógrafos, Ingenieros Electrónicos y otros, a estudiar, di- señar y construir vías que resuelvan este problema adecuadamen- te.

En base a tales estudios, se han proyectado y cong- truido las vías que para cada época han sido la solución ade- cuada, por ejemplo el Viaducto Miguel Alemán que cruza la ciudad de Oriente a Poniente; la Calzada de Tlalpan se convirtió en - Vía Rápida y se dió inicio a la construcción del Anillo Perifé- rico en su tramo Poniente y Sur; se construyó la vía rápida de Río Churubusco.

Paralelamente a estos estudios, se iniciaron los respectivos a un Sistema de Transportación Masivo, dando origen al Proyecto conocido como Metro en cuya primera etapa de 1967 a 1976, se construyeron las líneas 1, 2 y 3.

Se construyó el Circuito Interior y las Radiales necesarias para dar solución al tráfico que se había concentrado en la zona Noreste de la ciudad.

En la actual administración (1976 - 1982), se ha tomado en una forma más ordenada la solución integral del transporte, por lo que se crea el Plan Rector de Vialidad y Transporte y el Plan Maestro del Metro, por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano. En dichos planes se toma como prioridad el transporte masivo, dando origen a la construcción de las líneas 4 y 5 del Metro, así como la ampliación de la línea 3; en el sistema de Vialidad se diseña la red ortogonal de Ejes Viales, y se Ordena y Municipaliza el transporte de Autobuses; las obras que ya estaban empezadas se programan para su terminación. Así fué como se iniciaron los estudios básicos para proyectar y concluir el Arco Norte - Oriente del Anillo Periférico de la Ciudad de México.

El trabajo se inició con los Estudios Preliminares de Topografía del Arco Norte - Oriente, los cuales se efectuaron a base de procedimientos topográficos tradicionales; pero debido al alto grado de precisión que se requiere para este tipo de obras de Ingeniería Civil, fué necesario emplear equipo moderno de precisión también, para cumplir las especificaciones

establecidas.

Los procedimientos de cálculo se efectuaron con los avances técnicos con que se cuenta en la actualidad; y la elaboración de los planos fué de acuerdo a las normas previamente establecidas.

El presente trabajo fué pensado como adecuado para la obtención del título de Ingeniero Topógrafo y Geodesta; y - como ejemplo de consulta para estudiantes de Ingeniería.

C A P I T U L O I

A N T E C E D E N T E S

ORIGEN DEL TRAZO VIAL DE LA CIUDAD DE MEXICO.

El cronista Hernándo Alvarado Tezozómoc, en su Crónica mexicana, de 1598, señala el año de 1325 en el que los aztecas llegaron huyendo de los naturales de Culhuacan y se establecieron en medio de la laguna. Mucho debe haber progresado el imperio azteca y su capital, Tenochtitlan, en los siguientes -- 200 años, por lo que expresó el conquistador Hernán Cortés en su carta de Relación, enviada al Rey de España, en 1519, diciendo: "... " Esta gran ciudad de Temixtitlan está fundada en esta laguna salada y desde la tierra firme hasta el cuerpo de dicha, por cualquier parte que quisieran entrar a ella, hay dos leguas. Tiene cuatro entradas, todas de calzada hecha a mano, tan ancha como dos lanzas jinetas. Es tan grande la ciudad como Sevilla y Córdoba. Son las calles de ella, digo las principales, muy anchas y muy derechas..."

Según el historiador don Manuel Toussaint, "...Los artifices indígenas que trazaron la ciudad de Tenochtitlan se revelan no sólo como perfectos urbanistas, sino dotados de gran sentido del arte. El núcleo del trazo estaba constituido por el recinto amurallado del gran Teocalli. A manera de ejes, cuatro importantes calzadas desembocaban en el centro. Es decir, que desde lejos, cualquiera que fuese el camino que se siguiera, se veía la enorme mole del gran templo..."

Sobre los despojos que quedaron de esa gran urbe lacustre, que Cortés mandó arrasar con la ayuda de 50,000 indígenas, se encomendó al "alarife" Alfonso García Bravo el trazo de la nueva ciudad. Sobre el trazo original de los urbanistas aztecas fué relativamente fácil al urbanista recién importado aplicar el trazo en dametro, o de cuadrícula, respetando el núcleo central como Plaza Mayor y las principales calzadas y acequias como base del sistema vial.

En el siglo XVII el viajero Juan E. Gamellí Carreri dejaría constancia del trazo de la ciudad al anotar que: "...La ciudad está fundada en un casi perfecto plano. Su figura es cuadrada y parece un tablero, a causa de que sus calles son rectas, y asimismo largas, bien empedradas, y están puestas hacia los cuatro puntos cardinales... No tiene muros ni puertas. Se entra a ella por cinco calzadas o caminos terraplenados, y son las de la Piedad, San Antonio, Guadalupe, San Cosme y Chapultepec..."

INVASION DEL VEHICULO DE MOTOR.

Para tener el panorama de la vialidad actual es conveniente ver el desarrollo que ha tenido el número de vehículos de motor, como sigue: En el mundo no existían vehículos de motor, en el sentido comercial, antes de 1885. Para 1940 circulaban 45,422,000 vehículos, en 1960 el número había aumentado a 121,541,000 y en 1972 pasó de 200 millones.

El resultado de la incorporación del vehículo de motor a nuestra vida diaria tiene dos aspectos: uno, el que a to-

dos atrae por lo que brinda de comodidad, movilidad, velocidad y ... personalidad. El otro, podría resumirse en la información que proporcionó recientemente la Organización Mundial de la Salud, que el 3 de abril de 1972 vaticinó que "... Los accidentes de vialidad llegarían a matar muy pronto más de 250,000 personas por año... y provocarán diez millones de heridos...."

El problema es de orden vital y merece toda la atención de los técnicos y autoridades, aunque no creamos que el vehículo es un enemigo del hombre, ya que debemos aceptar que el mayor enemigo del hombre es el hombre mismo. Es el hombre que maneja y no el vehículo, el culpable de la mayor parte de los accidentes. Sin embargo... mucho de esos accidentes no ocurrirían si el trazo de las ciudades fuese más acorde con las características del vehículo.

DEMANDA DE MOVIMIENTO EN LAS CIUDADES.

Se distinguen dos tipos de movimiento de un centro de población, los externos y los internos. La magnitud de unos y otros depende principalmente del tamaño de la población y de la distancia que guarda con respecto a otras. Cuanto más grande sea una ciudad, en mayor proporción dominarán los movimientos internos sobre los externos. En toda ciudad habrá un porcentaje de tránsito que pase a través de la misma sin detenerse. Y debe pasar a través porque el trazo vial heredado exigía el paso de las carreteras por el centro de las poblaciones.

Los movimientos internos de la ciudad se han genera

do básicamente entre la periferia y el centro comercial, gubernamental y bancario. Al desarrollarse las ciudades han creado - otros centros comerciales que se han convertido también en polos de atracción. De esta manera en una ciudad con un sólo centro - comercial, la mayor parte de los movimientos diarios son de tipo radial es decir de la "circunferencia" al centro y viceversa.

En las ciudades que ya constan de varios "centros - de gravedad" los movimientos básicamente parten de, o llegan a los mismos y también se generan entre un centro y otro.

DESARROLLO DEL TRAZO EN OTRAS CIUDADES.

¿Cómo han hecho frente al problema de la invasión - del vehículo de motor las principales ciudades del mundo?

En la primera mitad del siglo XX se ha llegado a reconocer que el advenimiento del vehículo de motor, además de ser un gran invento del hombre y un factor de desarrollo económico - y social, también constituye un grave problema; requiere de un - plan de obras viales para mejorar los trazos de las ciudades.

Las grandes avenidas concebidas en los siglos XVIII y XIX y que pueden servir de ejemplo dentro de las obras realizadas en París y Washington, no tuvieron el propósito básico de resolver un problema de accidentes y congestionamientos; eran - obras de ornato y de señorío, aunque quizás también incluían razones de seguridad. Cuando los urbanistas Haussman y L'Enfant - dieron lugar a las avenidas diagonales en las dos respectivas -

ciudades mencionadas, seguían más un impulso de grandeza de sus gobernantes que la necesidad de resolver un problema de tránsito. La misma motivación seguramente originó nuestro Paseo de la Reforma.

Más tarde, la invasión del vehículo de motor y el inusitado crecimiento demográfico de las ciudades habrían de inducir a las autoridades a tratar de establecer un equilibrio entre el ordenado crecimiento de la ciudad y el explosivo aumento de tránsito automotor.

Quizás la tendencia más marcada en Europa ha sido la de resistirse al cambio del trazo existente. Aunque las ciudades más importantes han utilizado ampliamente el transporte masivo, incluyendo el tren subterráneo y el tren elevado, la construcción de redes viales de características de movimiento continuo y gran capacidad aún escasean. En el Viejo Mundo son principalmente las ciudades alemanas y francesas las que están creando autopistas urbanas como alivio de la red vial de superficie.

En América pocas ciudades han utilizado el tren subterráneo como solución básica, destacando Nueva York y Chicago. Sin embargo se ha dedicado amplia atención, sobre todo en Estados Unidos, a un sistema vial más acorde con la era motorizada. En este esfuerzo destacan estados como Nueva York, Illinois y California. Cabe decir que en este último se había menospreciado, hasta hace poco, el aprovechamiento de los sistemas de transporte masivo y se han ejercido cuantiosos presupuestos en las -

redes de autopistas urbanas. Recientemente han rectificado y ya se construyó el Méetro de San Francisco.

En Asia, el Japón es un ejemplo de la superposición auténtica de una vialidad moderna, de era motorizada, sobre un trazo vial urbano de varios siglos de edad. En Tokio, por ejemplo, de 100 Kilómetros de autopistas urbanas que había en 1972, 95 Km. eran autopistas elevadas, que pasan por encima, y aún a través de los edificios.

En muchas ciudades importantes se transparenta, en el resultado de muchos años y de muchos esfuerzos, un clásico patrón de arterias radiales y de anillos concéntricos, que tratan de comunicar centroides y de aliviar la arterioesclerosis que padecen los centros urbanos del viejo y nuevo mundo. Basta examinar los planos reguladores y las obras realizadas lo mismo en París, Berlín, Chicago, Roma o en Tokio. Los urbanistas, ingenieros de tránsito, civiles y topógrafos, han proyectado y construido trazos a manera de "telarañas de la era motorizada", de mayor capacidad, de movimiento continuo y de mejores características de seguridad.

PLANEACION VIAL PARA EL DISTRITO FEDERAL.

Es del dominio público que las autoridades del Departamento del Distrito Federal prosiguen la tarea, dentro de los planes de largo alcance, para dotar a la ciudad de un sistema arterial, construido por vías radiales y anillos concentricos.

Aunque han pasado ya más de 10 años desde que se inauguró el primer tramo del Anillo Periférico, aún no se tiene la mitad del mismo, pero reconociendo la necesidad de aliviar el congestionamiento del núcleo central, se aprobó la construcción del Anillo Interior, con prioridad sobre aquél.

El Distrito Federal abrió al tránsito el primer tramo de una Autopista Urbana, parte del Viaducto Miguel Alemán, allá por 1954. En 1962 se inauguró el primer tramo del Anillo Periférico. Actualmente los tramos construídos del Anillo Periférico y la Calzada de Tlalpan, así como el Viaducto Miguel Alemán, con la longitud conjunta de cerca de 50 Kilómetros, y han probado dos cosas: Ser capaces de alojar el mayor volumen de vehículos y permitir menores demoras, mayores velocidades globales, - que cualquier otra arteria de la ciudad. También arrojar menor número de accidentes por kilómetro de arteria, que las principales avenidas, aún sin tomar en cuenta los volúmenes de tránsito.

A pesar de que los atractivos que ofrecen estas autopistas han originado que a diario se congestionen, es injusta la apreciación que expresa una parte de los usuarios diciendo - que no han servido ya que se saturan a los pocos años de inaugurados. Realmente deberían razonar y preguntarse: ¿Qué sucedería actualmente si no hubiesen sido construídos? .

Pero también lo anterior ha sido considerado al tomar la decisión de construir otra autopista de trazo anular, -- más cerca del centro y con un lado al poniente, muy cercano al tramo más congestionado del Anillo Periférico.

Los estudios recientes de volúmenes de tránsito y de accidentes y otros de Origen y Destino hechos para el Metro, permitieron establecer un proyecto de ejecución inmediata, para drenar parte del caudal del Periférico, por dos vías radiales, hacia el Anillo Interior. Así nacieron las radiales de Río San Joaquín y de Parque Vía, ya en operación, su objetivo es el de ligar la Autopista México Queretaro con el Anillo citado, en forma directa. Una vez en éste, los usuarios tendrán una forma expedita de rodear el centro de gravedad más importante de la capital y penetrar a él por la calle que le signifique menor problema y sin tener que atravesar, innecesariamente zonas congestionadas.

Simultáneamente a estas obras viales deben realizarse otras de diversa magnitud, desde pasos a desnivel hasta una serie de reformas mediante la supresión de glorietas y la introducción de isletas de canalización y control de semáforos. Toda esta planeación se ha hecho ya, y se llegó a conformar el Plan Rector de Vialidad, el cual contempla la terminación del Circuito Interior, la terminación de los Ejes Viales por toda la ciudad, el aumento de la red del Sistema de Transporte Colectivo "Metro" y la terminación del Anillo Periférico. Que es donde se trabajó en los Estudios Topográficos para el Proyecto del tramo faltante motivo de inspiración de la presente tesis.

El problema del trazo vial urbano tiene su principal dificultad en la resistencia al cambio. Debe aclararse que en esta resistencia hay factores legítimos muy respetables, como los de la conservación de las reliquias históricas y obras de arte; los valores estéticos urbanos, los espacios verdes, etc.

Otro factor de orden primario es la limitación de los presupuestos. Cualquier remodelación urbana importante está fuera de los alcances de un ejercicio fiscal y, necesariamente, requiere de obras diferidas a largo plazo. Existe también la resistencia de los propietarios de predios que resultan afectados por los proyectos. Sólo en sociedades muy preparadas, con plena conciencia de la utilidad pública, se encuentra franca cooperación cívica. Y no debe de mencionarse la dificultad técnica de resolver, en concordancia con las obras viales, los problemas de ductos de agua, drenaje, teléfonos, energía eléctrica, semáforos, televisión, gas, combustible, etc.; una verdadera madeja que dificulta la ejecución de cualquier obra y que en los estudios topográficos es necesario localizarlos y ubicarlos con suficiente precisión.

Otro factor, más de orden psicológico y político. - La actitud mental de las autoridades de muchas ciudades y las de sus técnicos. La mayor parte de las veces esa actitud está limitada u orientada por la escasez de medios económicos, o bien falta de información y análisis adecuado al problema.

Buena parte de las obras realizadas resonden al alcance de un exiguo presupuesto; pero otras veces éste es mal empleado debido a graves limitaciones tecnológicas. Estos escollos muchas veces conducen a gastos mal aprovechados o a intentos de solución en los que resulta "peor el remedio que la enfermedad".

En los siguientes planos se muestran, el Plan Rector de viabilidad y transporte.



tistas, para el desarrollo de los proyectos correspondientes, basados en puntos de Control con sus tres coordenadas X, Y, Z, debidamente codificados y con sus croquis de referencias para su fácil localización, como se muestra en la figura No. 3 los puntos de la poligonal.

CROQUIS DE DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE CONTROL DEL ARCO NORTE - ORIENTE.

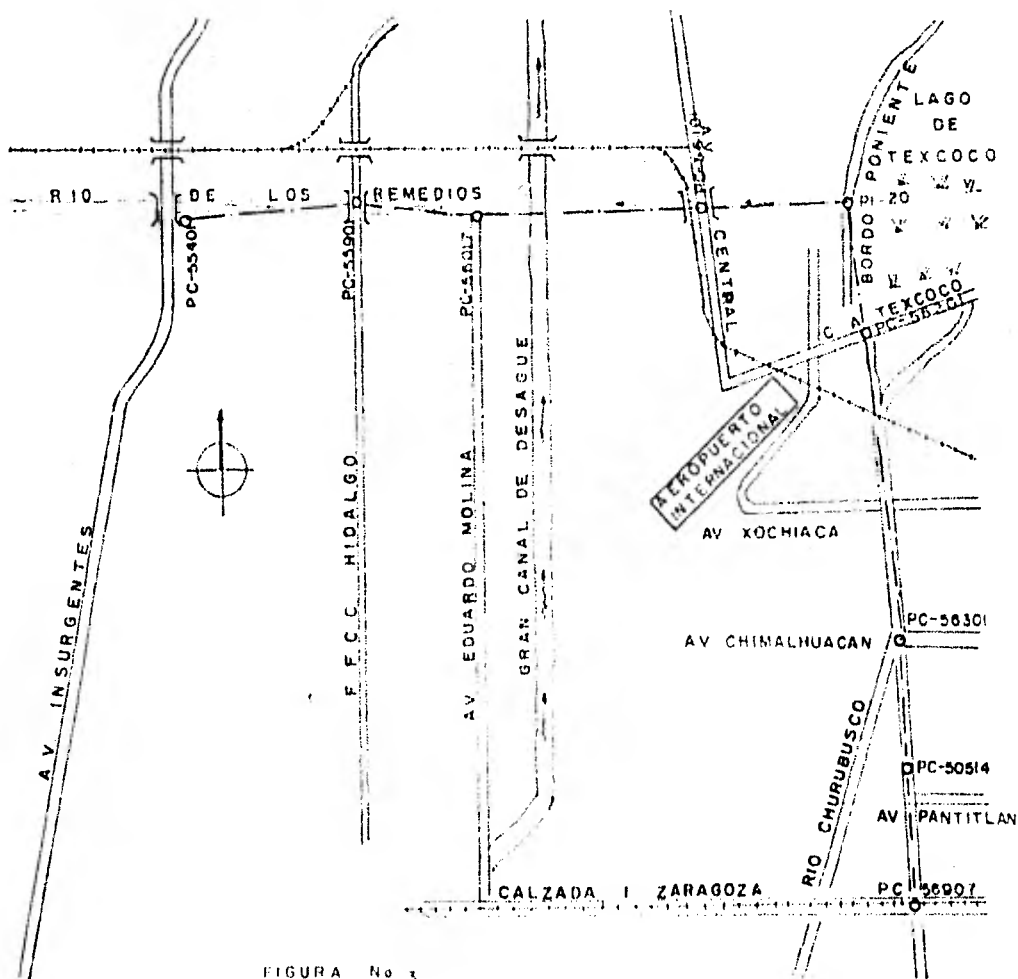


FIGURA No 3



TEOLOSQUIMATIA

Ricin Madero del Norte



C A P I T U L O II

ESTUDIO PLANIMETRICO

II.1.- LEVANTAMIENTO DEL EJE PRELIMINAR.

Con base en el nivel de calidad que se desea lograr en las obras de implementación de los Ejes Viales, Circuito Interior, Anillo Periférico y Vías Radiales, se consideró conveniente y necesario, disponer de datos tendientes a mejorar el nivel de información apropiado para elaborar un proyecto definitivo de la calidad deseada, entregar datos de trazo y formular planos constructivos que tenga niveles de corona de guarnición, de la traza de banquetas y paramentos, así como de los ejes de los arroyos; por ello se elaboró un levantamiento topográfico de un alto nivel de precisión apoyado en una poligonal perimetral que reconociera en términos generales el trazo del Anillo Periférico, en la cual se apoyaron poligonales de liga que ajustaron al trazo de los ejes viales.

A lo largo del Periférico se ubicaron puntos amojonados y debidamente referenciados, los cuales se codificaron y fueron los vértices de una poligonal cerrada, que sirvió de apoyo a todas las poligonales de levantamientos topográficos del propio Periférico y de los Ejes Viales.

Este trabajo en su primera etapa lo realizó la Compañía Aerofotogrametría S.A. , del Grupo Estudios y Proyectos S. A., cuyos datos fueron proporcionados a las compañías proyec

tistas, para el desarrollo de los proyectos correspondientes, basados en puntos de Control con sus tres coordenadas X, Y, Z, debidamente codificados y con sus croquis de referencias para su fácil localización, como se muestra en la figura No. 3 los puntos de la poligonal.

CROQUIS DE DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE CONTROL DEL ARCO NORTE-ORIENTE.

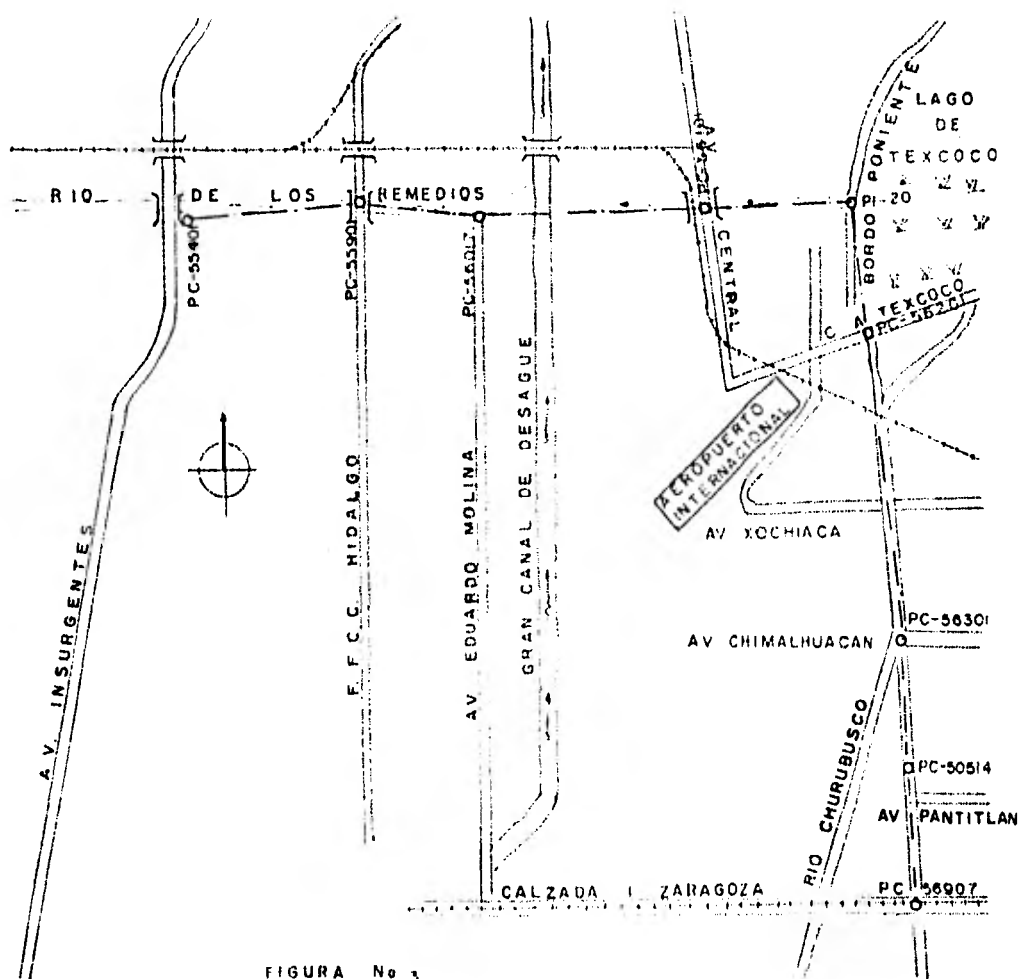


FIGURA No 3

Para el levantamiento topográfico de una franja de terreno, como corresponde a Vías Terrestres, es necesario apoyarse en un trazo ó eje preliminar, como el apoyo también de las demás poligonales necesarias; este trazo que normalmente es una poligonal abierta, se controla tanto en dirección como en longitud; angularmente se puede comprobar partiendo de una línea de dirección conocida a otra línea que también se conozca; otra forma es determinar astronómicamente la dirección del lado inicial e ir checando a cada 5 Km. la dirección, mediante orientaciones astronómicas. Para un control lineal es necesario partir de coordenadas conocidas y llegar a coordenadas también conocidas.

En este trabajo como ya se ha mencionado, se contó con puntos de control previamente calculados, a los cuales se ligó cada poligonal de apoyo.

La compañía contratista proporcionó un plano donde se mostraba el eje preliminar y delimitando la zona de posible afectación. Analizando esta información y efectuado un recorrido a través de la ruta por donde se tenía que trabajar, se hizo un análisis cuidadoso, de cómo ubicarlo, ya que debido a que en el tramo de la Calzada Zaragoza a la Av. Chimalhuacán sobre la Calle 7 de la Colonia San Juan Pantitlán, el tráfico es muy intenso y a la vez por la zona que está en el Estado de México, se estaba continuamente rellorando con cascajo, lo que ocasionaba que los puntos de inflexión y las estaciones se perdieran.- Por lo que se optó por llevar el Eje Preliminar sobre el arroyo

de la Calle 7, pero cargado al lado poniente, con el fin de facilitar las mediciones y el avance del trabajo, aunque se tuvo que recomendar mucho cuidado, debido a que por tal vía viajan autobuses suburbanos de Cd. Netzahualcóyolt, cuyos operadores se caracterizan por irresponsables e imprudentes.

Se tomó como punto de partida o cadenamiento 0+000 el cruce de Calzada de I. Zaragoza y Calle 7, con número 56 907; las distancias entre cada PI, se midieron entre 300 a 500 M., por la dificultad que presentaba hacerlos más grandes, ya que hay humo y el levantamiento se efectuó en el período de enero a marzo, cuyos meses son más propensos para las tolveneras: disminuyendo por tal motivo la visibilidad y las señales se perdían o se presentaba incertidumbre al efectuar las mediciones.

En este tramo se llevó un control de referenciado como lo marcaban las especificaciones: de cada PI y de los PST que quedaran más o menos a la mitad del tramo. Como los PIs se fijaron en el asfalto por medio de clavos de 5", se buscaron las condiciones para que con facilidad se incrustaran en el asfalto o en el concreto, pues de otra forma se doblaban. A cada PI se le remarcaba por medio de una cruz en el asfalto con un cincel y posteriormente se pintaba dicha cruz para su fácil identificación.

Para la fijación de los PSTs, se usaron clavos para concreto de 1", remarcándolos y pintándolos mediante una cruz. Las estaciones a cada 20 M. se marcaron por medio de tachuelas y se señalizaron con pintura con sus respectivos cadenamientos en el asfalto, para su localización por las brigadas de seccio-

nes transversales.

Las referencias que se levantaron para cada FI y - PST de importancia, se hicieron desde fuera de la zona de afectación, para que cuando se empezara la construcción, estas referencias no se maltrataran y sirvieran para reubicar los puntos- que fuera necesario obtener; en este tramo se hizo el referen-- ciado con clavos incrustados en las endiduras de guarniciones y sobre el asfalto donde se necesitaban; además dichos puntos se- volvían a referenciar con puntos visibles y estratégicos para - la localización de los puntos de referencia, como se ilustra en la siguiente figura No. 4

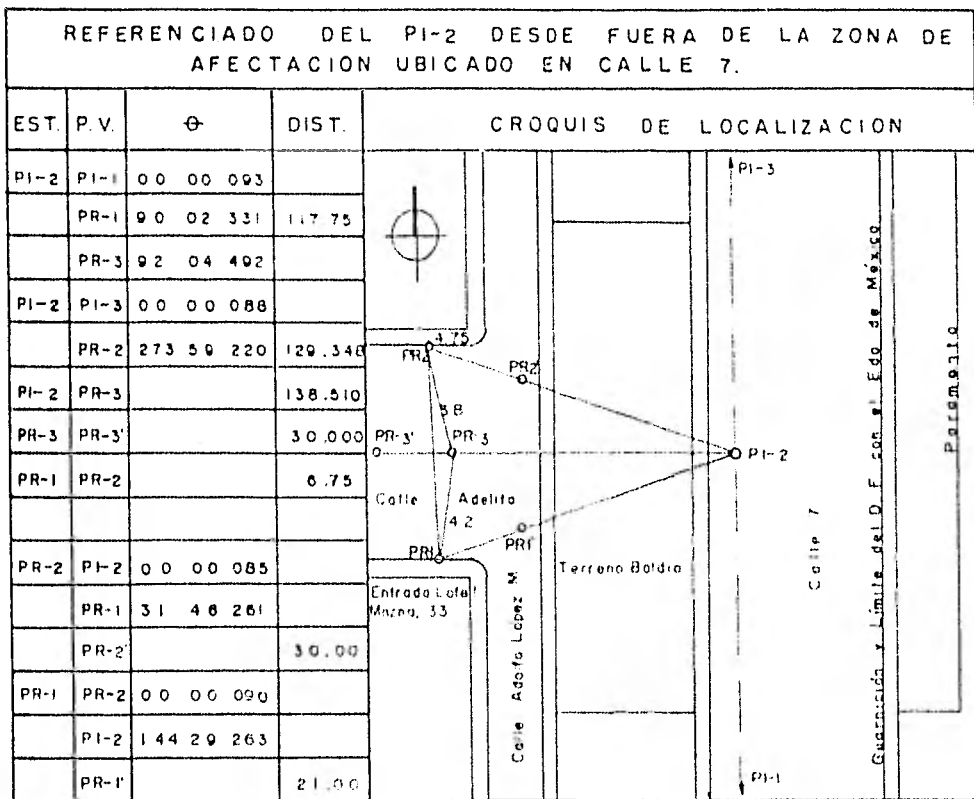


FIGURA No 4

DIVISION EN TRAMOS DEL EJE PRELIMINAR.

El kilometraje del eje preliminar fué de 10+289.647 cuyo origen fué en Calzada Ignacio Zaragoza y Av. 7, al cruce del Río de los Remedios y Bordo Poniente del Lago de Texcoco; -- por lo que se dividió el tramo en dos subtramos para efectos de control. El primer tramo quedó comprendido entre la Calzada I. Zaragoza y el cruce del Río de Churubusco con el Ferrocarril de los Reyes; y el segundo fué a partir de este cruce a la esquina formada por el Bordo Poniente del Lago de Texcoco y el Río de los Remedios. Para los fines de control angular se practicaron Orientaciones Astronómicas al inicio del Eje y en el cruce del Ferrocarril de los Reyes; y a partir de allí había que llegar al punto terminal que fué punto obligado, para comprobación angular y lineal por ser de posición conocida y previamente establecido para tal finalidad.

Del tramo de Av. Xochiaca, al cruce del Río de los Remedios con el Bordo Poniente del Lago de Texcoco; fué un tramo bastante complicado ya que se había iniciado la construcción del encajonamiento del Río Churubusco, que con el constante movimiento de maquinaria pesada que se usa para este tipo de obras, fué imposible pasar el Eje por la parte central. Por lo que se decidió llevar el Eje por el tubo de desvío de aguas negras del Río Churubusco de 2 M. de diámetro, situando las estaciones de tal manera que quedaran protegidas y en sitios u obras duraderas.

Se utilizaron puntos de control a lo largo del Eje Preliminar, entre ellos fueron el PC-50 514 ubicado en el cruce de la Calle 7 y la Calle Guadalupe; el PC-56 301 que se encuen-

tra ubicado en el cruce de Av. Chimalhuacán, Río Churubusco y Calle 7. De allí se ligó la poligonal hasta el punto de control No.56201, ubicado en Av. Texcoco frente a la caseta de vigilancia de la Comisión del Lago de Texcoco de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. En este tramo el control de los PIs, PSTs así como de los puntos de referencia se llevó a cabo por medio de mojoneras de concreto; y en las partes fangosas -- por medio de estacones. Se emplearon también varillas y estacas, por ser una zona de terracería y a campo abierto donde no hay -- construcciones ni elementos naturales para resguardar o tomar -- puntos de referenciación.

Para el tramo siguiente comprendido entre el Eje -- Vial No. 3 ó sea Carretera Texcoco y Bordo Poniente del Lago -- Texcoco y el Río de los Remedios, se procedió de igual forma -- por ser de las mismas características del tramo anterior.

II.2.- METODO Y EQUIPO EMPLEADO.

Método y Equipo empleado para la medición de ángulos

Método.- Las especificaciones y normas de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, establecieron que para la medición Angular se empleará el método de Deflexiones, el cual es apropiado o tradicional, para la medición del eje preliminar de una vía terrestre: este método consiste en medir el ángulo -- de deflexión precisamente, entre una dirección y la que sigue; -- es decir, el ángulo que se forma en un vértice entre la prolongación del lado anterior con el lado siguiente. Las deflexiones pueden ser derechas o izquierdas, tomando como base la dirección

del caminamiento.

Procedimiento.- En cada vértice se ve el punto de atrás, se da vuelta de campana y se gira la deflexión para ver el punto de adelante. En la siguiente fig. 5 se describe gráficamente este método.

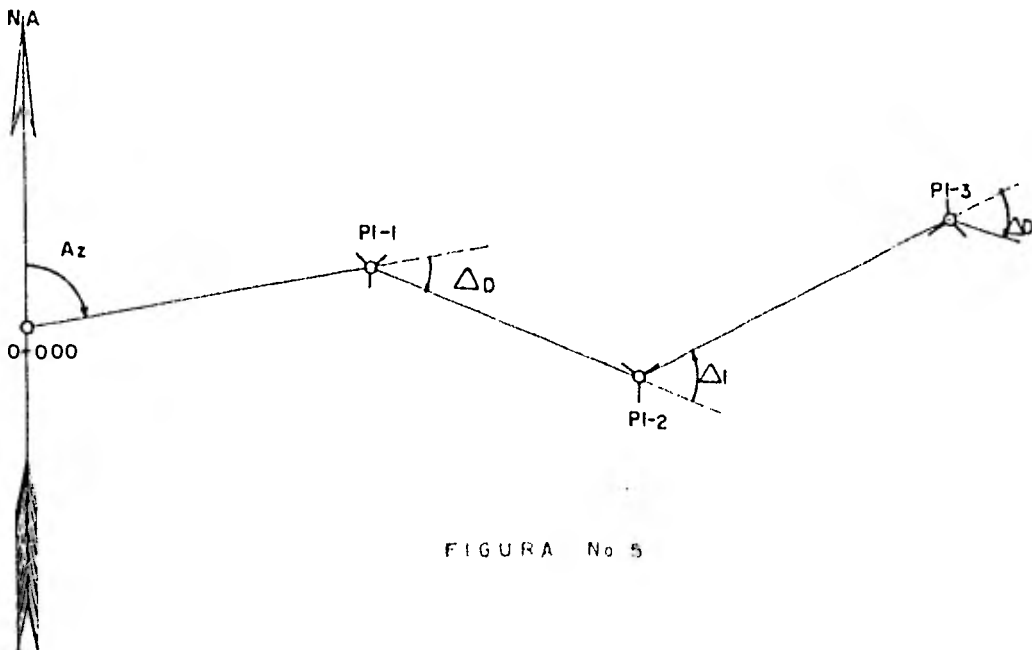


FIGURA No 5

Sistemas de efectuar el trabajo:

a).- Alternando posiciones del anteojo en cada vértice:

en 1 en 2 en 3
Atrás (D) Atrás (I) Atrás (D)
Adelante (I) Adelante (D) Adelante (I) : etc.

En esta forma se evita que se haga sistemático cualquier error de colimación que pudiera existir, por pequeño que fuera.

b).- Midiendo deflexiones en cada vértice dos veces, una en posición directa y otra en posición inversa atrás y adelante.

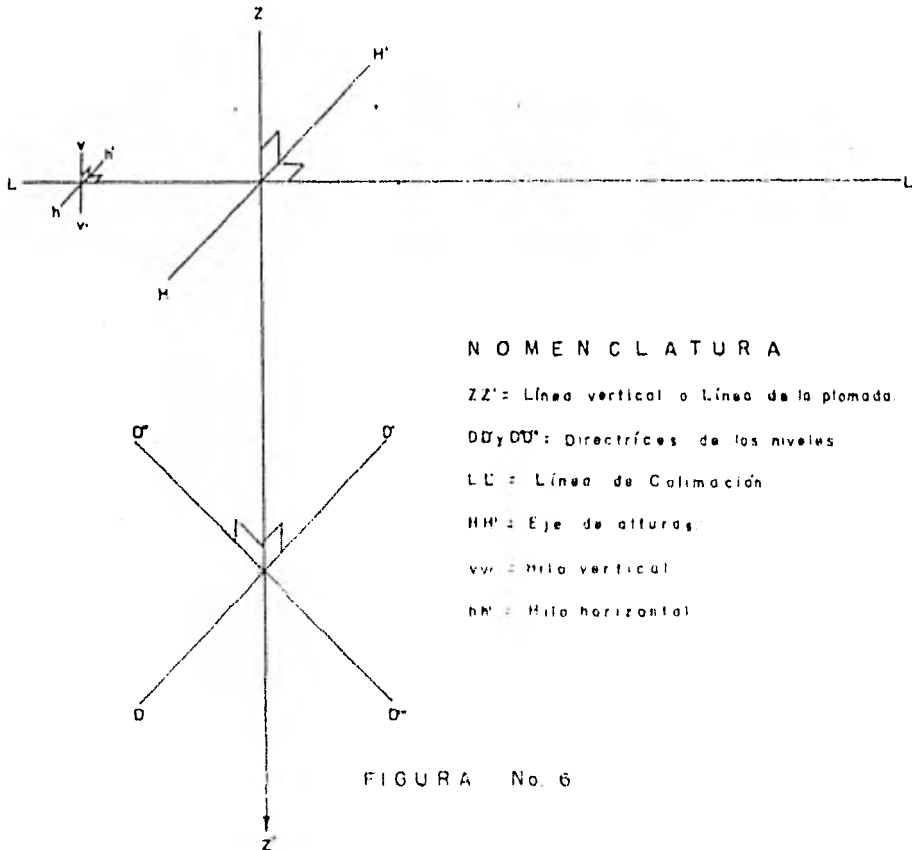
Con esto se elimina el error que hubiera de la línea de colimación y se comprueba la lectura angular. Este es el sistema más preciso y usual.

Con los tránsito modernos direccionales, es necesario deducir la deflexión para los cálculos, ya que no la da directa en posición inversa.

EQUIPO.- Tránsito ó Teodolito y un par de plomadas.

DESCRIPCION DEL TRANSITO O TEODOLITO: Este instrumento fué diseñado y construído desde 1730, por el mecánico inglés Sisson; y hasta nuestros días conserva las mismas propiedades y características de su diseño; es un instrumento que sirve para medir ángulos horizontales, ángulos verticales y determinar distancias mediante las propiedades ópticas de sus lentes.

Todos los tránsito o teodolitos ya sean de medición mecánica u óptica-digital, están diseñados y construídos bajo los mismos principios geométricos, para medir también propiedades geométricas: mismas que son empleadas en topografía para resolver los diferentes problemas de geometría. Los ejes y sus características geométricas en los cuales se basa su construcción se describen a continuación, así como las condiciones que deben cumplir.



N O M E N C L A T U R A

ZZ' : Línea vertical o Línea de la plomada.

DD' y DD'' : Directrices de los niveles

LL' : Línea de Colimación

HH' : Eje de alturas

vv' : Hilo vertical

hh' : Hilo horizontal

FIGURA No. 6

- DD' y D'' D''' \perp ZZ' : Las directrices de los niveles deben ser perpendiculares al eje vertical del tránsito.
- vv' \parallel ZZ' o hh' \perp ZZ' : Los hilos de la retícula deben ser paralelos o perpendiculares al eje vertical.
- LL' \perp HH' : La línea de colimación debe ser perpendicular al eje de alturas.
- HH' \perp ZZ' : El eje de alturas debe ser perpendicular al eje vertical.

Partes que constituyen un tránsito:

Las partes que forman un tránsito completo son:

1.- El tripié; 2.- La base nivelante; 3.- La alidada. De estas tres partes la alidada es la más importante, por contener los elementos de observación, como el telescopio y los de medición como los círculos graduados y vernieres. Como se ve en la figura No. 7

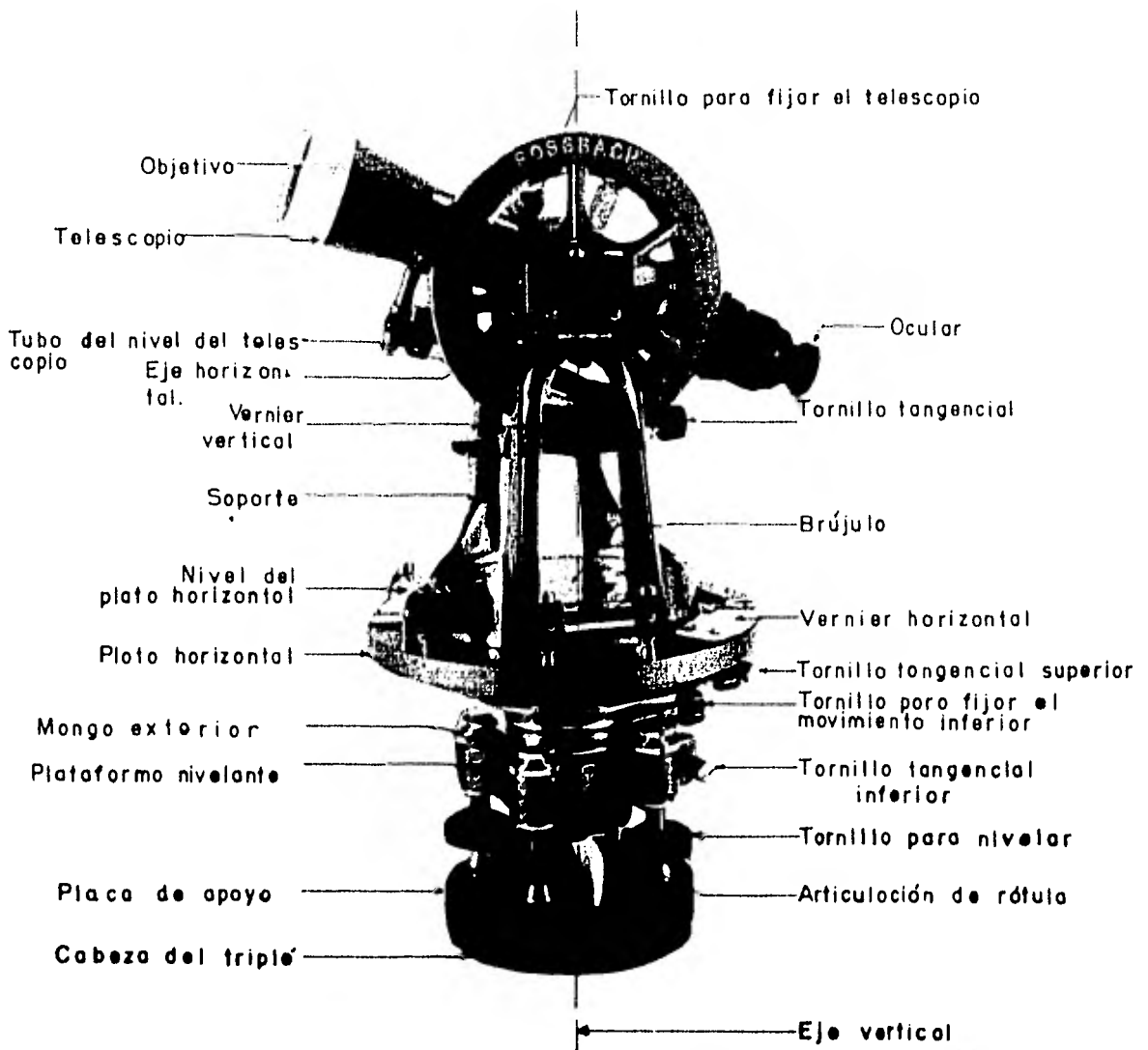
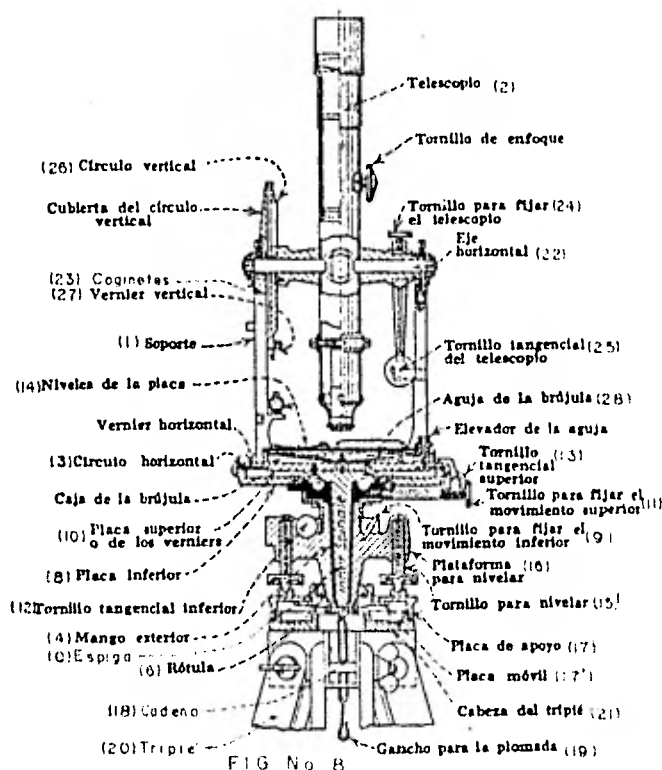


FIGURA No 7



En la fig. No. 8 se ven los elementos interiores -- que integran el sistema de observación del tránsito de tipo tradicional; en una placa superior va el vernier y los soportes en forma de A (1), que sirven de apoyo al telescopio (2), y en una placa inferior va fijo un círculo horizontal graduado (3). Las placas superior e inferior están sujetas, respectivamente a una espiga (5) y un mango (4), cuyos ejes de rotación (6) coinciden, y que están situados en el centro geométrico del círculo graduado; el mango exterior (4) se apoya en el casquillo cónico de la cabeza de nivelar (16). Cerca de la parte inferior de la cabeza de nivelar lleva una articulación de rótula (6), que une al instrumento a la placa de apoyo (7), permitiendo la rotación del - instrumento alrededor de la misma.

El mango vertical exterior (4) que lleva la placa exterior (8) puede sujetarse en cualquier posición por medio del tornillo fijador inferior (9) de la misma manera, la espiga (o) que lleva la placa superior (10) puede sujetarse al mango exterior (4) por medio del tornillo fijador (11). Después que se han apretado los dos tornillos fijadores (9) y (11), se pueden producir pequeños movimientos haciendo girar el tornillo tangencial (12) y (13) correspondiente. El eje alrededor del cual giran la espiga (o) y el mango verticales (4) se llama eje vertical del instrumento.

La placa superior (10) lleva montados dos niveles de burbuja (14) en ángulo recto entre sí llamados niveles de placa. Cuatro tornillos para nivelar (15) están atornillados en una cabeza (16) y se apoyan en una placa (17); cuando se hacen girar los tornillos (15), el instrumento se inclina alrededor de la rótula (6). Cuando se aflojan los cuatro tornillos (15), se elimina la presión entre la placa de deslizamiento (17) y la placa de apoyo (17), y el tránsito puede entonces moverse lateralmente con respecto a la placa de apoyo (17). Del extremo de la espiga (o) cuelga una cadena (18) con un gancho (19) para la plomada. El instrumento se monta en un tripié (20) atornillando la placa (17) de apoyo en la cabeza del tripié (21).

El telescopio (2) está fijo a un eje transversal horizontal (22) que descansa en los cojinetes de los soportes (23). Se puede hacer girar el telescopio alrededor de su eje horizontal (22) y se puede fijar en cualquier posición en un plano vertical, por medio del tornillo fijador del telescopio (24);

se pueden comunicar pequeños movimientos alrededor del eje horizontal (22) haciendo girar el tornillo tangencial (25) del telescopio (2). Fijo al eje horizontal se encuentra el círculo vertical (26), y unido a uno de los soportes (1) está el vernier vertical (27). Algunos tránsitos tienen un vernier vertical que puede hacerse girar alrededor del eje horizontal, y está equipado con un nivel de burbuja de control. Debajo del telescopio va el nivel del telescopio. En la placa superior se encuentra una brújula (28).

Descripción del telescopio usado para los teodolitos ordinarios y de precisión.

El anteojo simple o de Kepler, a causa de las aberraciones esféricas y cromáticas, sólo es utilizable para escaso aumento y pequeño campo visual. Además, la corta distancia focal del ocular hace que éste tenga una abertura muy pequeña, por lo cual no es posible que todo el cono luminoso que sale del objetivo penetre en el ojo. Para aumentar la potencia de los anteojos, se emplean objetivos y oculares compuestos.

En la siguiente figura se muestra un telescopio tipo, en el que se pueden observar los sistemas de lentes, que lo componen:

- 1.- Sistema de lentes objetivo.
- 2.- Sistema de lentes ocular.

- 3.- Lente de enfoque del objetivo.
- 4.- Lente de enfoque del ocular.
- 5.- Retícula.

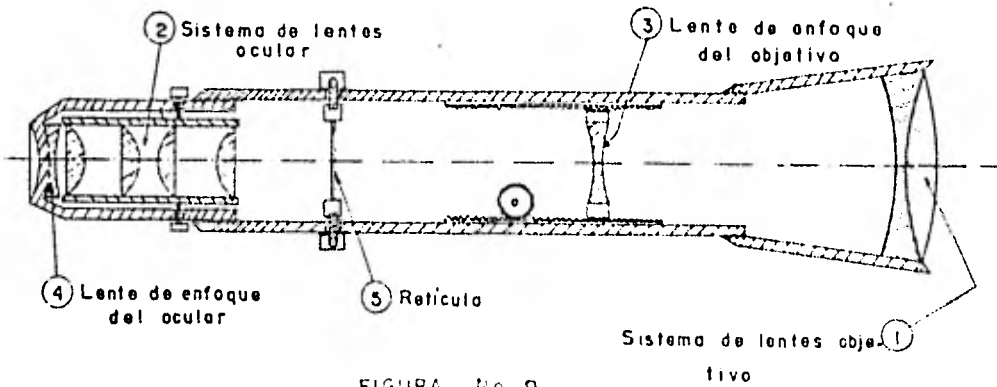


FIGURA No 9

1.- Sistema de lentes objetivo.- De todos los objetivos, el más empleado en los instrumentos topográficos es el de Fraunhofer, como se muestra en la fig. No. 10.

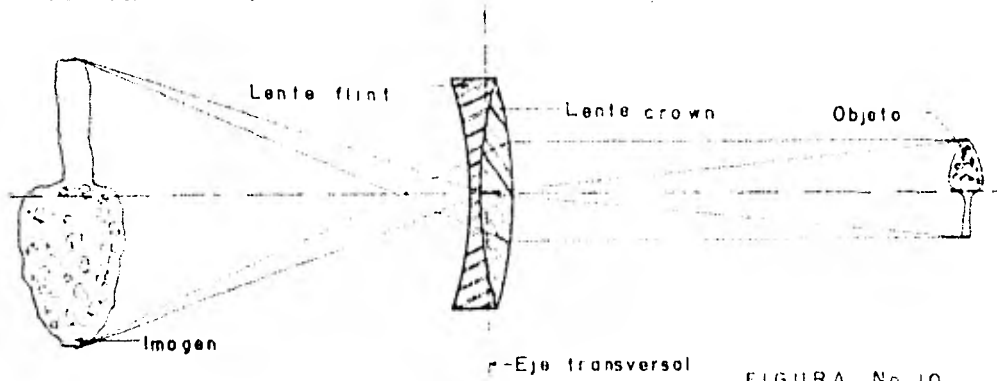


FIGURA No 10

El sistema consiste en una lente biconvexa de CROWN, cuya cara más curvada mira hacia el objeto, y en una lente -- FLINT concavoconvexa. Los radios interiores son casi iguales.- Ambas lentes se mantienen unidas por su armadura o bien con interposición de un cemento o mastique especial.

2.- SISTEMA DE LENTES OCULAR.-- El ocular tiene por objeto recoger los rayos que a través del objetivo penetran en el antejo, de modo que pasen por la pupila de salida o anillo ocular de este último. Además el ocular debe aumentar, al mismo tiempo, el ángulo visual desde el cual se ve la imagen del objeto observado, es decir, que el ocular ha de funcionar como lupa.

Un ocular formado por una sólo lente no puede cumplir plenamente estas dos condiciones. Para ello se emplea un mínimo de dos lentes, una llamada COLECTORA y la otra OCULAR;-- la elección de estas lentes y la distancia a que deben de montarse han de ser tales, que también quedan suprimidas las aberraciones de las cuales la más importante para el ocular es la cromática.

OCULAR TERRESTRE: En los instrumentos topográficos se emplean exclusivamente los oculares de Huygen, Ramsden y -- Kellner, sobre todo el de Ramsden, ya que no constituye obstáculo alguno la inversión de las imágenes. Se consigue que la imagen resulte del mismo sentido que el objeto empleando un -- ocular terrestre, en el cual, por intercalación de una o más lentes, se produce una segunda inversión de la imagen, en la -- fig. No. 11 se ve un ocular terrestre.

El sistema se compone de cuatro lentes convergentes dispuestas como lo hizo Fraunhofer, y que sigue empleándose actualmente en la misma forma. Las dos primeras lentes constituyen el sistema inversor, y las dos últimas constituyen un ocular de Huygens. En la fig. No. 11 se ve también la trayectoria

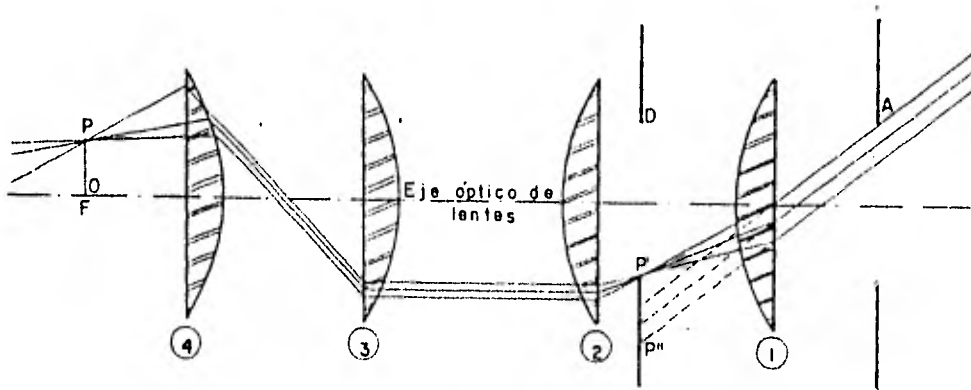


FIGURA No. 11

de los rayos a través del ocular: el haz de rayos procedentes de un punto luminoso x y que llega al objetivo (1) fig. No. 9, se refracta en éste y concurre a su salida en un punto P fig. No. 11, imagen real del punto luminoso considerado: los rayos - atraviesan después el sistema inversor, y antes de converger - nuevamente para formar otra imagen real, llegan al segundo sistema de lentes, la primera de las cuales da en P' esta segunda imagen, que actúa como objeto para la segunda y última lente, la cual da una imagen virtual P'' a distancia infinita. El diafragma de campo D está situado, como en el ocular de Huygens, entre las dos lentes del segundo sistema; en el sistema inversor hay dispuesto un diafragma en el sitio en que el haz de rayos procedentes de todos los puntos de un objeto presenta una sección contraída. La pupila de salida o anillo ocular de todo el sistema cae en A .

3.- LENTE DE ENFOQUE DEL OBJETIVO MOVIL.- El anteojo con teleobjetivo que se muestra en la figura No. 12, ha conducido a la supresión del tubo portaocular, y la colocación

de las imágenes en el plano fijo de la retícula ha hecho que la lente divergente se pueda correr en la dirección del eje del anteojo. La supresión del tubo portaocular constituye un perfeccionamiento constructivo, pues el movimiento de dicho tubo nunca es rigurosamente rectilíneo, dando lugar a variaciones en el eje visual. Al mismo tiempo resulta un anteojo herméticamente cerrado al polvo, lo cual no puede decirse de los anteojos con tubo portaocular enchufado.

En la fig. No. 12 se ve el esquema de un anteojo moderno, en el cual la retícula está fija en el tubo principal y sólo para su ajuste y corrección puede moverse un poco lateralmente. La lente de enfoque puede correrse a lo largo del anteojo accionado por un piñón, mientras que el ocular se puede mover un poco para llevar la imagen de la retícula al punto remoto del ojo.

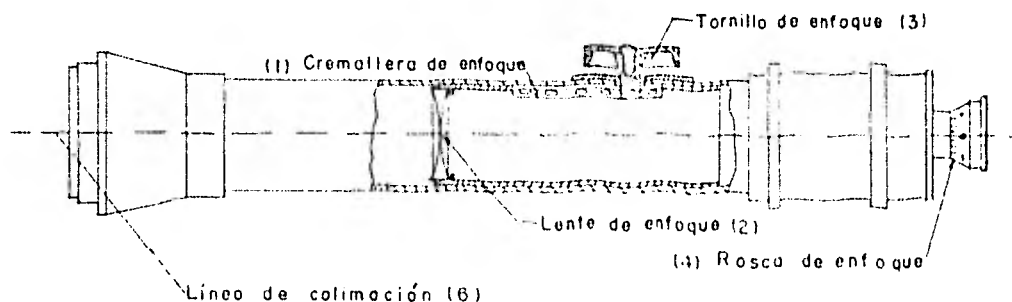


FIGURA No. 12

Para facilitar este último enfoque el ocular va provisto de una rosca (4) y unas divisiones numeradas en dioptrías. Por ejemplo, un observador que use lentes de -2 dioptrías, debe poner el ocular en la división -2 , con lo cual verá a la retícula en su punto remoto.

En otros modelos de anteojos se corre la lente de enfoque haciendo girar un anillo (5) colocado sobre el tubo, -- cerca del ocular, el cual, por una rosca, comunica un movimiento de traslación a la lente enfocadora. La ventaja de éstos telescopios son tales, que actualmente se aplican a la mayoría de los instrumentos topográficos.

EJE VISUAL O LINEA DE COLIMACION: En el anteojo de lente enfocadora móvil hay que definir el eje visual o línea de colimación como el lugar geométrico de todos los puntos en que se forma la imagen de la retícula a través del objetivo y de la lente de enfoque (2), cuando el anteojo se enfoca a objetos situados a cualquier distancia. El eje visual o línea de colimación es una línea ligeramente curva, cuya curvatura es tan pequeña que para pequeñas distancias puede considerarse el eje visual prácticamente como una línea recta, paralela a la recta sobre la que se mueve la retícula y a distancia "p" Fig. No. 10 - de esta última .

De aquí resulta también claro el efecto que se consigue corriendo lateralmente la retícula con sus tornillos de corrección Fig. No. 9, con lo cual varía el valor de p, la recta sobre la que se mueve la retícula gira alrededor de su punto de intersección con el primer plano focal del sistema de lentes enfocado al infinito.

5.- RETICULA: La retícula consiste en dos líneas perpendiculares entre sí, colocadas en el diafragma de campo. Esta combinación de dos hilos se llama retícula o cruz filiar. Al dirigir el anteojo a un punto dado, se hace que éste coincida con el centro de la retícula. La retícula determina en el anteojo una línea llamada línea de mira, eje visual o línea de colimación, que es la recta que une el punto de mira con el centro de la retícula.

En los anteojos de los instrumentos topográficos y geodésicos, por ser muy variable la distancia de mira, varía mucho también la posición del plano de la imagen objetivo. En este caso es imposible que al correr el tubo portaocular, se mueva el centro de la retícula siempre sobre una misma recta o eje de colimación que a la vez pase por el centro óptico del objetivo; de esto se deduce, según lo anterior, que a cada distancia de mira corresponderá un eje visual de diferente dirección.

Otras de las partes que es necesario conocer con amplitud, son los círculos graduados, los vernieres y los microscopios lectores. Aunque la precisión de los teodolitos depende de la calidad de su construcción y del material de que están hechos, depende en gran parte de los círculos graduados, ya que los hay grabados en metal y en vidrio.

El limbo de un teodolito corriente está dividido, de ordinario, en medios grados, o en tercios o sextos de grado, pero puede leerse hasta $1/60$ de estos valores con un dispositivo auxiliar, que es el vernier.

Para leer la posición de un índice sobre una escala hay que hacer dos operaciones: Primera, ver qué división es la inmediata anterior al índice; y segunda, medir la distancia entre dicha división y el índice. Esta última operación se hace a ojo cuando no se requiere precisión en la lectura.

El vernier consiste, en general, en una escala de corta longitud, cuyas divisiones son casi iguales, pero algo menores, a las de la escala principal sobre la cual se trata de hacer la lectura.

Si "L" es el valor de la unidad de división del -- limbo, "N" el de la división del vernier y "n" un número entero, se tiene:

$$(n-1) L = nN, \text{ siendo } L-N$$

$$L - N = L/n = a$$

Es decir, que se dividen $(n - 1)$ divisiones del -- limbo en "n" divisiones del vernier:

El valor $L/n = a$, se llama operación del vernier.

Si una división cualquiera del vernier coincide -- con otra de la escala principal, la siguiente a aquélla, se diferencia en "a" de la que sigue a ésta; para la subsiguiente -- hay una diferencia de $2a$, etc.

Microscopio lector Zeiss -- Wild.- Para los teodolitos modernos se emplea un dispositivo de lectura, ideado en -- 1924 por H. Wild, cuyo fundamento se representa en la fig.No. 13.

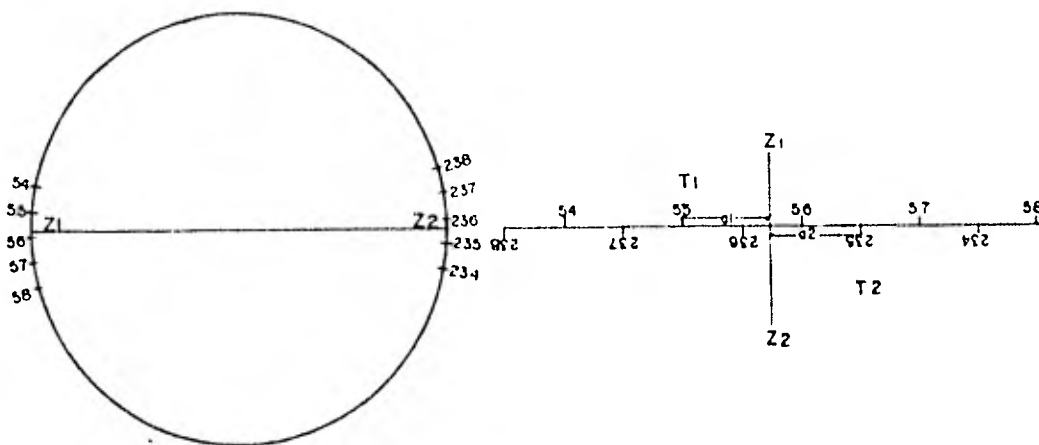


FIGURA No. 13

La alidada está provista de dos índices Z1 y Z2 cuyas distancias respectivas "a1" y "a2" a los trazos que les preceden (en el limbo) se trata de medir. Por un sistema óptico adecuado se obtienen dos imágenes de las dos posiciones de los índices Z1 y Z2, quedan uno sobre otro y con las divisiones del limbo invertidas una respecto a la otra, como se ve en la fig. No. 13, donde se ve que en vez de leer las dos distancias "a1" y "a2" para tomar después la media aritmética, es lo mismo leer la distancia entre los trazos T1 y T2 anteriores a los índices, uno en cada imagen del limbo, y cuyo promedio es igual a $\frac{a1 + a2}{2}$.

En la actualidad, se están empleando los teodolitos modernos los cuales agilizan los trabajos de levantamiento y aumentan la precisión, pero todos diseñados y construídos bajo el mismo principio de los primeros. En la Fig. No. 14 se muestra

un tránsito de los descritos, así como un corte del mismo, en vía de comparación figura No. 15.

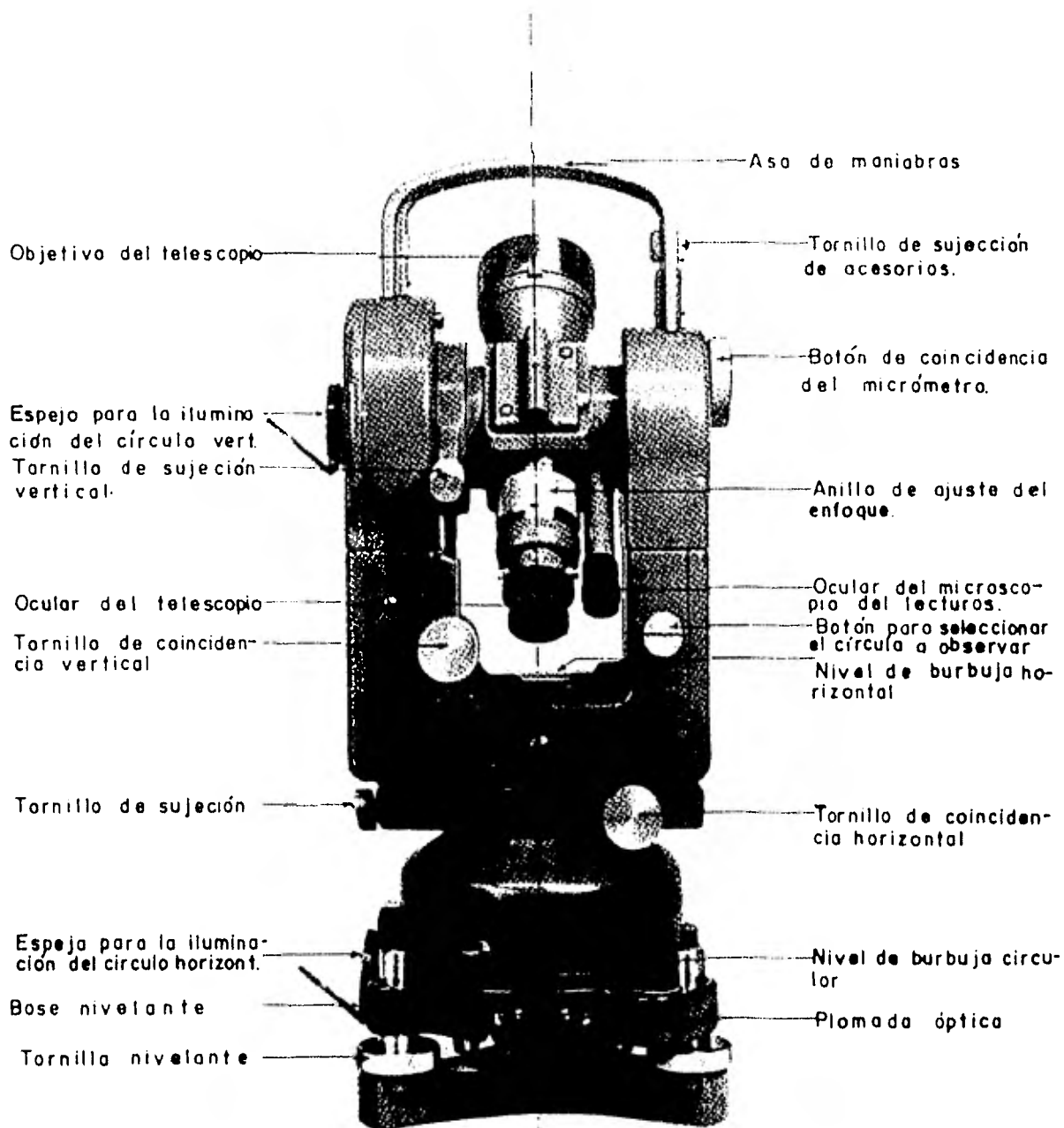


FIGURA No. 14



Círculos H_z. V. 94° 12' 44"

Lectura del ángulo vertical 360°: 94° 12' 44"

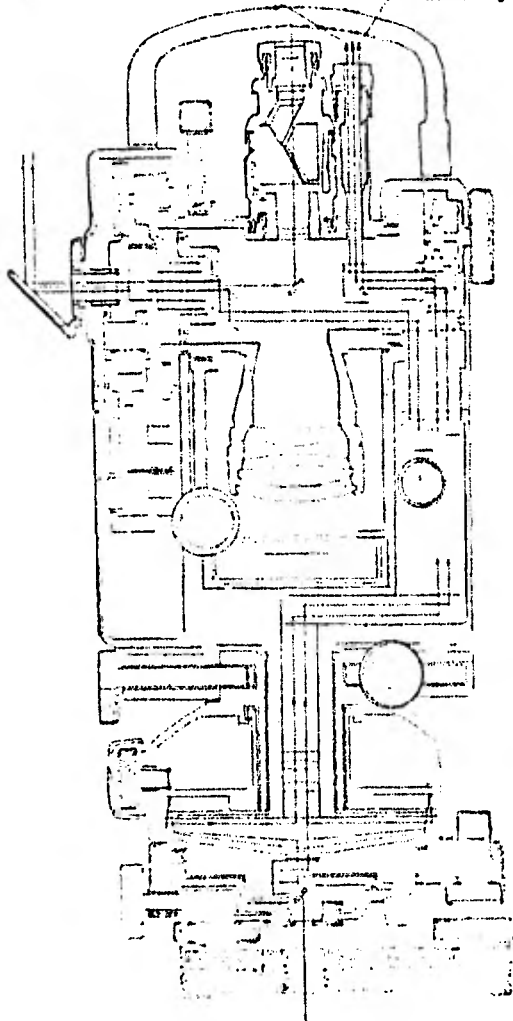


FIGURA No. 15

MEDICION DE DISTANCIAS.

Clasificación de los métodos de medición de distancias. Para la determinación de la magnitud de una distancia, se puede hacer de diferentes maneras:

| | | | |
|-------------------------|--|------------|---|
| Forma de Medición | } | Directa | |
| | | Indirectas | { |
| | Doble puntería (método trigonométrico) | | |
| | Método electrónico. | | |

Medición Directa.- Este procedimiento se basa en el uso de un patrón conocido (longímetro) y lo comparamos directamente con el tramo de longitud que se desea medir. En principio, todos los levantamientos de precisión se hacían con cinta o con cadena, llamados longímetros; y para medición de muy alta precisión se empleaban reglas o reglones. Actualmente todas las mediciones directas se hacen con cinta. La precisión de las mediciones con cinta depende del cuidado y escrupulosidad con que se desarrolle la operación de medir.

Medición Indirecta.- Es la forma de determinar la magnitud de una distancia por medio de una propiedad física o geométrica, dada por los ángulos, por las propiedades de las lentes y de las propiedades de las ondas electromagnéticas.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes métodos de medición y sus principales características, así como la aplicación adecuada a determinado trabajo.

TABLA No 1

| METODO | PRECISION USUAL | APLICACION | GONIMETRO ADECUADO |
|------------------------|--------------------------------------|---|--|
| A PASOS | 1 / 100 a 1 / 200 | Reconocimientos, levantamientos a escalos reducidos, comprobación de mediciones con cintas. | Brújula de bolsillo, alidado de plumbas. |
| CON ESTADIA | 1 / 300 o 1 / 1 000 | Situación de detalles para planos, poligonales aproximadas, comprobación de mediciones más precisas. | Teodolito, alidado de anteojo o plancheta, brújula de agrimensura. |
| CON CINTA (corriente) | 1 / 1 000 o 1 / 5 000 | Poligonales para levantamientos topográficos, trabajos ordinarios de construcción civil. | Teodolito con doble lectura. |
| CON CINTA (preciso) | 1 / 10 000 o 1 / 30 000 | Poligonales para planos de población, bases de triangulación de mediana precisión, trabajos delicados de ingeniería civil. | Teodolito (lectura por repetición) |
| MEDICION DE BASES | 1 / 100 000 o 1 / 1 000 000 | Triangulación de alta precisión para grandes extensiones, piones de población, trazo de puentes y túneles de gran longitud. | Teodolito repetidor, goniómetro de gran precisión |
| ELECTRONICO | ± 1 Cm o $\pm 1 / 300 000$ | Poligonales para control de levantamientos de precisión, bases o lados de triangulaciones. | Teodolito de precisión |

DISTANCIOMETROS ELECTRONICOS.

En estos últimos años la ingeniería electrónica y la ingeniería topográfica, han asociado sus conocimientos para el diseño de instrumentos destinados a la medición de distancias: cuyos principios se basan en la propagación, reflexión y en la subsecuente recepción de ondas electromagnéticas (luminosas, infrarrojas, de radio, laser, etc.).

Este tipo de aparatos de medición de distancias, han hecho que los trabajos topográficos se realicen con gran rapidez y con elevadas precisiones; y por consecuencia, reducción de costos.

Todos los distanciómetros electrónicos trabajan bajo el mismo principio, considerando que la onda empleada pertenece a una región del espectro electromagnético. En la figura (16) se muestran las regiones que son más usuales para las mediciones; así como las fuentes que producen estas ondas y los detectores que ayudan a captarlas.

Por la actividad que desempeña este tipo de aparatos, se les llama "DISTANCIOMETROS", entre los cuales se pueden citar los siguientes:

GEODIMETRO.- Se basa en la propagación de las ondas luminosas moduladas, diseñado y construido por E. Bergstrand de la Swedish Geographical Survey y en colaboración con la firma AGA de Suecia.

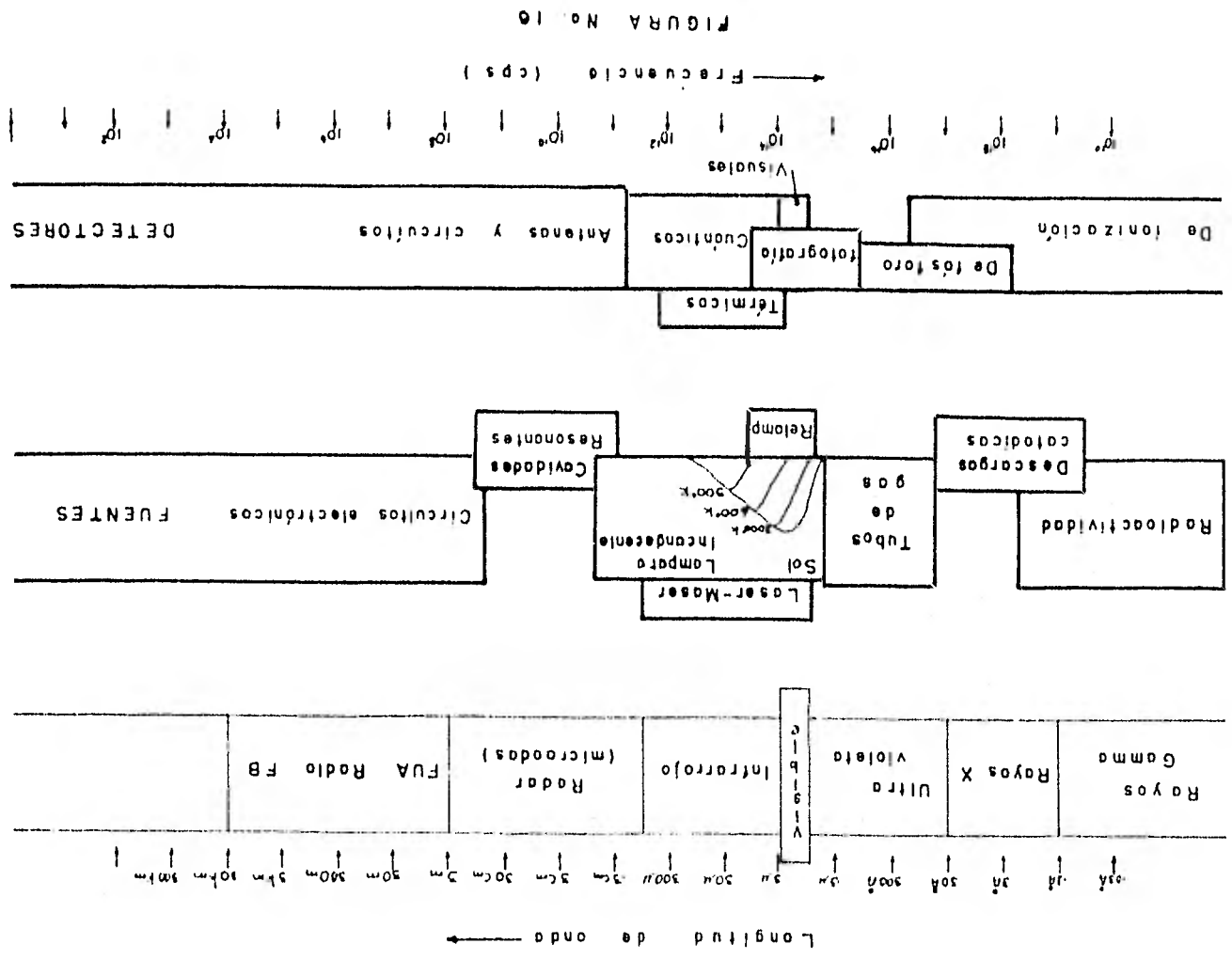


FIGURA No. 10

Fueron los primeros que se introdujeron al país y - aún siguen en funcionamiento, pero están siendo desplazados por otros modernos de tipo más vérsatil.

Consta básicamente de un oscilador controlado por - cristal, que varía la intensidad de la luz emitida por la fuente luminosa y que también afecta la sensibilidad de la celda fotoeléctrica o fotomultiplicador. La luz, que se enfoca hasta -- formar un haz delgado, se refleja en un espejo, a cierta distancia D del geodímetro regresando al fotomultiplicador.

La variación de la intensidad de la luz hace que varie la corriente del fotomultiplicador en el que la corriente - ya está variando por la señal directa emitida por el oscilador controlado por cristal. La diferencia de fase entre los dos pulsos recibidos por la celda son la medida de la distancia D.

El Geodímetro en sus modelos, tiene las siguientes características:

| MODELO | ALCANCE NOCTURNO | ALCANCE LIURNO | ERROR MEDIO |
|--------|------------------|-----------------|---|
| M - 4 | de 15m a 15 Km. | de 15m. a 800m. | ± 10 mm. ± 5 millonésimas de la Dis. |
| M - 2A | de 15m a 50 Km. | | ± 10 mm. \pm una millonési <u>ma</u> de la distancia. |

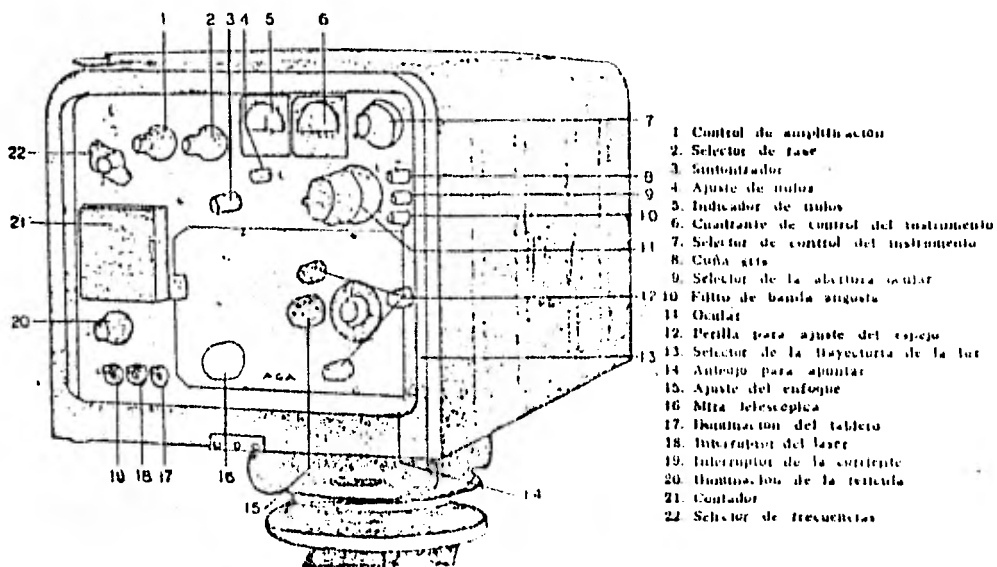


FIGURA No. 17 Geodímetro Modelo 8

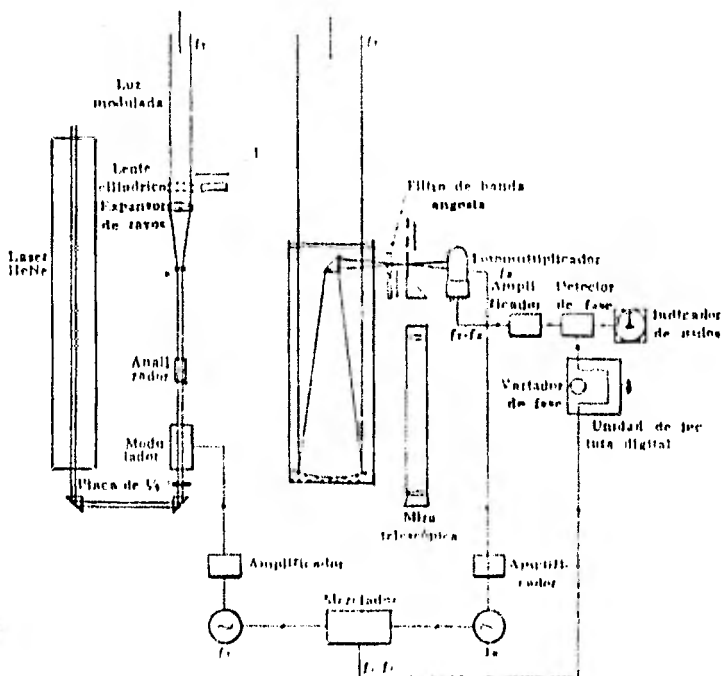
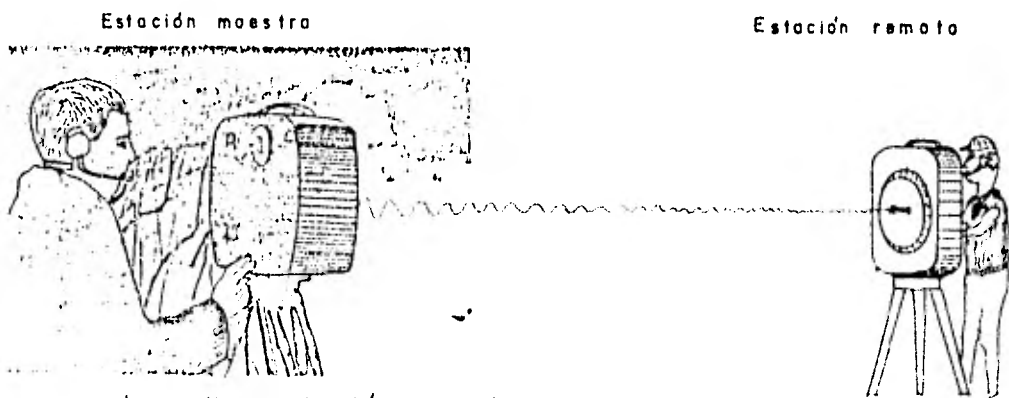


FIGURA No. 18 Diagrama de los sistemas óptico y electrónico del geodímetro modelo 8

TELUROMETRO.- Es un instrumento electrónico para medir distancias, basado en el principio del radar; se usa principalmente para la medición de grandes longitudes. Su alcance es de 50 Km. con un error estandar de ± 1.5 cm. ± 3 partes por millón de la longitud medida

El principio en que se basa la operación de este -- instrumento es semejante al que se aplica en el geodímetro, pero se usan ondas de radio de alta frecuencia (microondas). Esto tiene la gran ventaja que se puede usar de día, de noche o aún -- en tiempo brumoso. Aunque los métodos electrónicos para medir -- distancias tengan más de 30 años de existencia teórica, el Tely -- rómetro fué el primer instrumento realmente portatil con una -- fuente de potencia de peso ligero.

Para efectuar las mediciones, se necesitan dos instrumentos similares, uno en cada estación, llamándose "Unidad -- maestra" y "Unidad remota", se puede invertir operando los controles de cada instrumento.



La radiocomunicación entre las dos estaciones se establece usando los mismos frecuencias empleadas en la medición.

FIGURA No 19

El instrumento maestro emite ondas de radio a una frecuencia de 3 000 Megaciclos que lleva sobre puesta una frecuencia de 10 Megaciclos. Las ondas de baja frecuencia son necesarias para efectuar las medidas, debido a las dificultades inherentes para hacer las medidas con las ondas muy cortas (de 10 cm) que corresponden a las frecuencias elevadas. En cambio, las ondas a estas elevadas frecuencias, se propagan en trayectorias que son líneas rectas a distancias grandes mucho más fácilmente que las de baja frecuencia. A la frecuencia elevada se le llama por lo tanto, la onda portadora y se dice que está modulada por la onda de baja frecuencia.

Esta onda combinada la refleja la estación remota - recibiénola el instrumento maestro, que separa la onda portadora de la baja frecuencia. Solamente la onda moduladora se utiliza en las medidas y el cambio o "retraso de la fase" de esta baja frecuencia entre la emisión y la recepción, es una medida de la parte fraccional de una longitud de onda en exceso de un número desconocido de longitudes de onda completas entre los dos instrumentos. Por lo tanto, se emplean cuatro bajas frecuencias para determinar este número desconocido dentro de límites amplos y poder determinar la distancia con la aproximación de -- 15 000 m.

Este método de resolver la ambigüedad en el número de longitudes de ondas completas se demuestra en la fig. No. 20 en la que A es una señal radiada, con la señal reflejada mostrada por la línea punteada. Para simplificar el diagrama, también se muestra la señal reflejada como una continuación de la línea llena, como si el instrumento remoto enviara la señal -

a un segundo instrumento maestro situado a una distancia igual pero en la dirección opuesta. El desplazamiento A puede medirse en la estación maestra y calcularse la proporción correspondiente de una longitud de onda calculada. Para resolver la ambigüedad en el número de longitudes de onda completas se transmite una segunda señal (del modelo D), que se refleja y se recibe de nuevo a una frecuencia diferente pero utilizando la misma onda portadora.

En X-X $2 \frac{1}{2}$ longitudes de onda del modelo A son iguales a $2 \frac{1}{4}$ longitudes de onda del modelo D. Por lo tanto $2 \frac{1}{2} - 2 \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$, o sea la sección X-X está a un cuarto de distancia (igual a diez longitudes de onda del modelo A ó 9 longitudes de onda del instrumento maestro).

En Y-Y la diferencia es $5 - 4 \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ de distancia (igual a 10 en el modelo A, ó a 9 del modelo D) longitudes de onda del instrumento director.

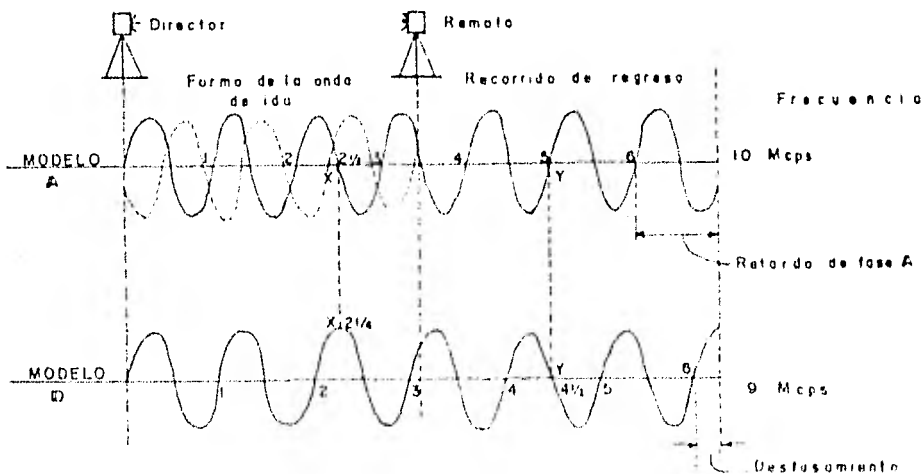


FIGURA No 20

DISTOMAT WILL DI 10.- El distanciómetro empleado en las mediciones del trabajo que se viene describiendo, fué el denominado DI-10. Este instrumento está diseñado para la medición de distancias cortas y resulta muy apropiado para trabajos de es tacamiento por radiaciones. Trabaja con rayos infrarrojos modu dos, que van incrementándose automáticamente de 13.48686 a -- 14.98540 Mhz. Con él pueden medirse hasta 2 000 m durante el día, con un error estandar de ± 1 cm, independientemente de la distan cia.

Todo el sistema óptico, emisor y receptor, puede mon tarse en un teodolito del tipo Wild T-2. La unidad de control -- contiene el sistema electrónico, la pantalla de dígitos y la ba tería.

En el otro extremo de la línea por medir se coloca -- un reflector que regresa los rayos infrarrojos. La unidad de re flexión se integra hasta por 9 prismas, según sea la distancia -- a medir: por ejemplo: para una distancia de 600 m, se usa un -- prisma; para 1 200 m, 3 prismas y para 2 000 m se requiere un -- sistema de 9 prismas.

El distomat DI-10 se dirige hacia el reflector con -- ayuda del telescopio del teodolito, procurando que reciba la e misión con la mayor intensidad. La distancia inclinada puede en tonces leerse en m, dm y cm en la unidad de control.

Se ha diseñado un reflector que se instala en una -- baliza especial, equipado con un nivel esférico, para situar pun

tos por coordenadas polares, desde los vértices de una poligonal, es decir por radiaciones.

El procedimiento recomendado en estos casos es el siguiente: el ayudante mide a pasos la distancia y se coloca en la dirección correcta. A continuación se dirige el distomat hacia el reflector de la baliza, y en 30 segundos el aparato registra la distancia; en seguida se mueve la baliza hacia adelante o hacia atrás, hasta que la lectura en el instrumento indique la distancia deseada.

Este método constituye un adelanto evidente en el proceso de estacamiento y facilita el uso de las coordenadas polares. Así los puntos de referencia para estacamiento, tales como vértices de poligonales ó similares, pueden emplearse para efectuar levantamientos satisfactorios de grandes áreas desde un punto. Con el uso de este instrumento, los puntos de referencia pueden colocarse fuera de la zona de construcción, evitando así que sean destruídos por el equipo de construcción.

Para medir distancias con este instrumento, se recomienda el siguiente procedimiento.

1.- Colóquese la perilla principal en "BATTERY", hecho lo cual, la lectura en el cuadrante o índice deberá quedar dentro del sector verde, fig. No. 22

2.- Conéctese el cable y gírese la perilla principal a la posición "FOINT".

3.- Con la perilla del emisor o cabeza en la posi -

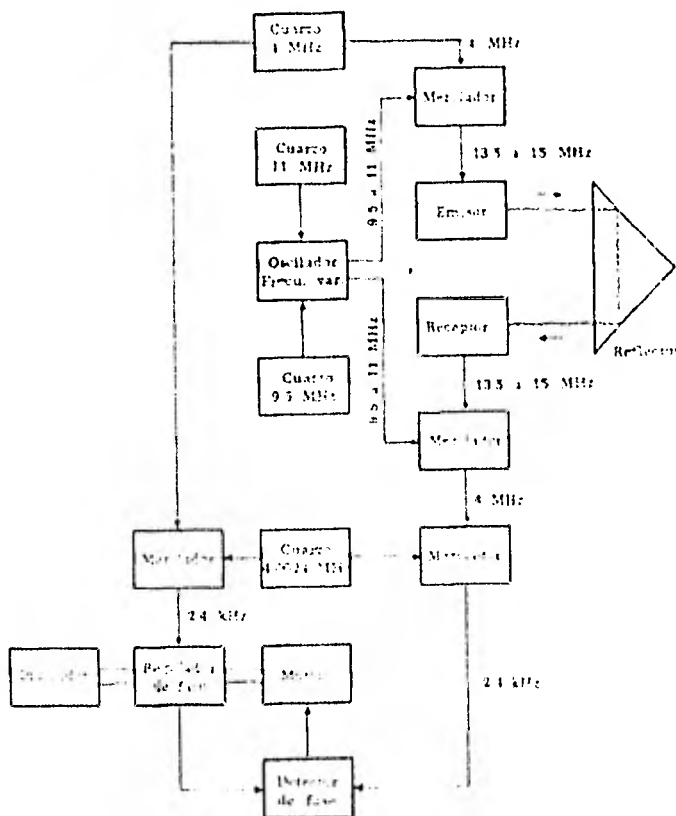
ción "M", apúntese el teodolito hacia el reflector y mediante los tornillos de los movimientos tangenciales, horizontal y vertical deberá buscarse la posición en que se reciba la máxima intensidad de señal en el cuadrante de medición.

4.- Una vez recibida dicha señal, gírese la perilla a la posición "C".

5.- En seguida deberá girarse la perilla de la unidad de control hasta la posición "CAL" y fijarse la perilla de lecturas afinadas en la posición "CAL".

6.- A continuación, gírese la perilla de la unidad emisora a la posición "M".

FIG. 21 Diagrama del distomat DI-10



7.- Colóquese la perilla principal en "STAR", presione la perilla "STAR" y fíjese la perilla de lecturas indicadas en la posición "STAR".

8.- Girando la perilla principal hasta "MEASURE", se esperan 10 segundos, para leerse directamente en dígitos, la distancia inclinada a que se halla el prisma.

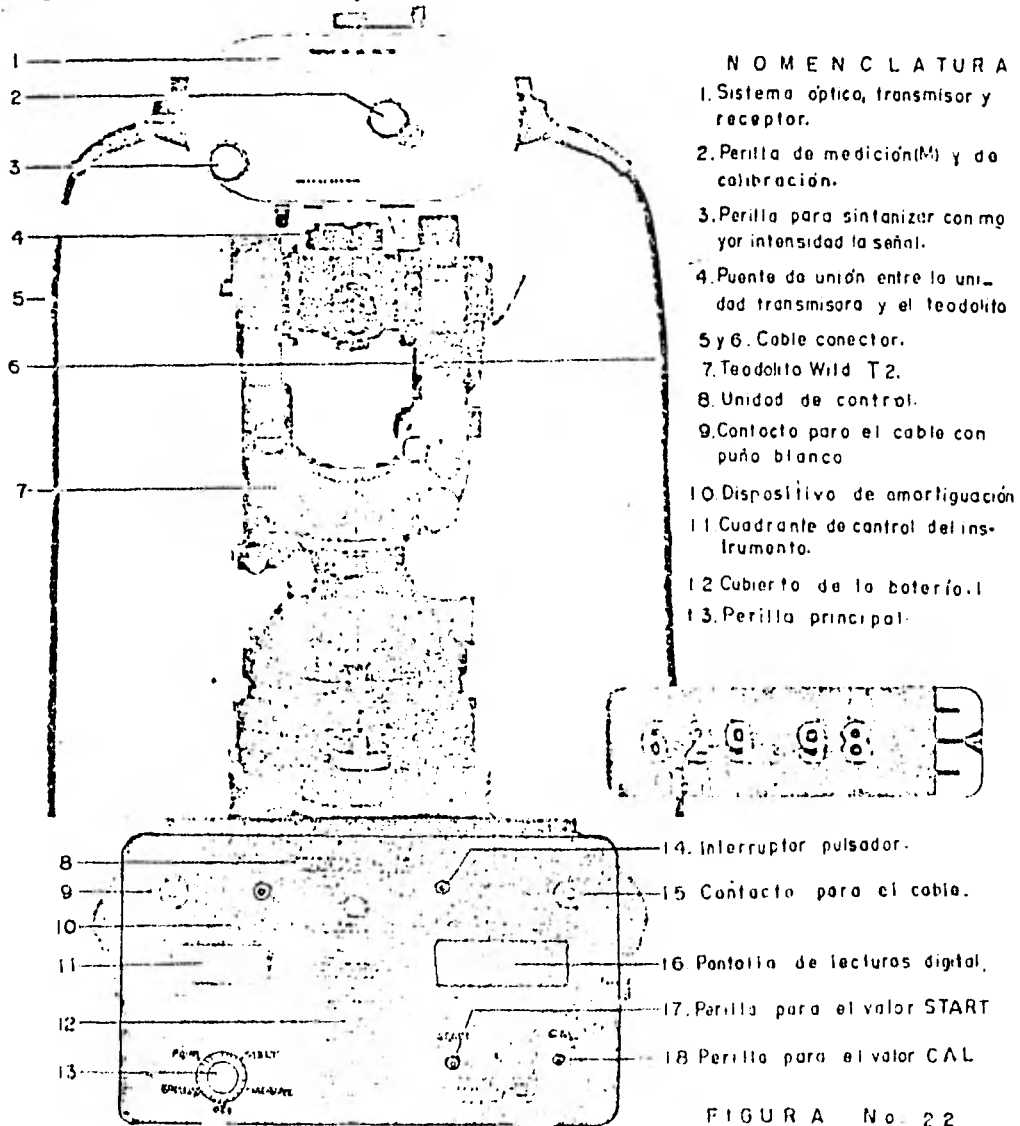


FIGURA No. 22

II.3.- ORIENTACIONES ASTRONOMICAS.

II.3.1.- GENERALIDADES DE ASTRONOMIA DE POSICION.-

Para situar puntos sobre la superficie de la Tierra y puntos - sobre la Esfera Celeste se utilizan sistemas de coordenadas que tienen como base el plano del Ecuador.

En un lugar cualquiera de la Tierra, para situar la posición de estrellas se emplean el Azimut y la Altura a cuyos elementos se les llama coordenadas locales.

Clasificación de las coordenadas, de acuerdo al plano de referencia que se tome:

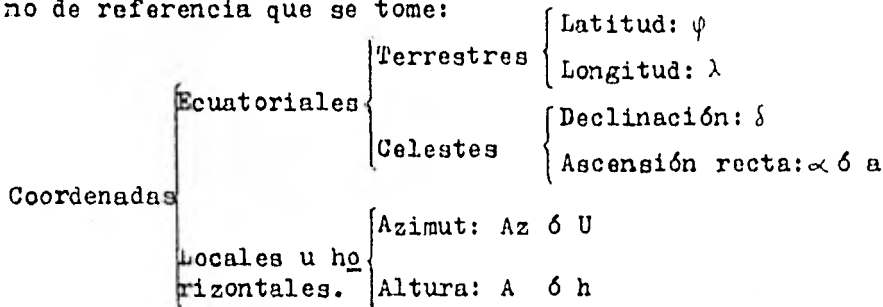
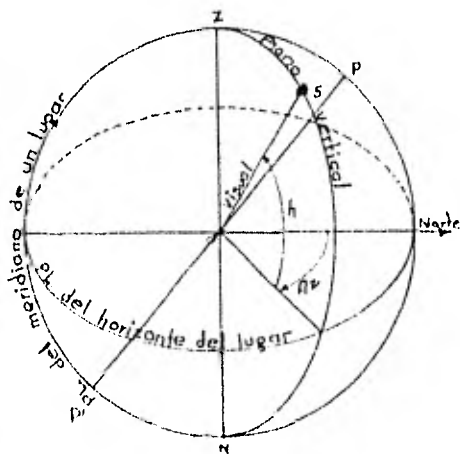
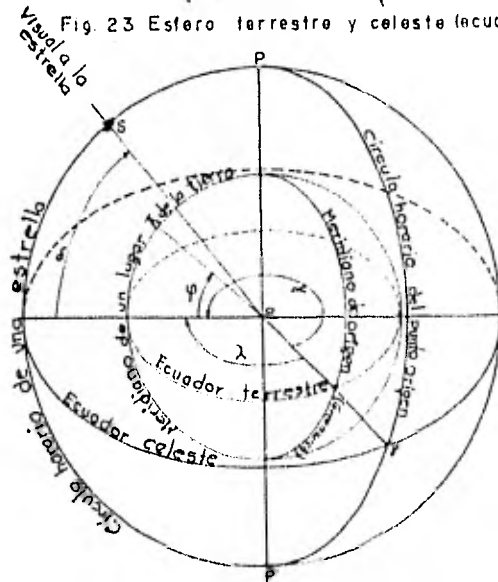


Fig. 23 Esfera terrestre y celeste (ecuatorial)

Fig. 24 Esfera celeste (horizontal)



Latitud.- Es el ángulo que forma la vertical de un lugar con el plano del Ecuador, en la fig. 23 es el $\angle \varphi$.

Longitud.- Es el ángulo medido sobre el plano del Ecuador a partir del meridiano de origen (meridiano de Greenwich), hasta el meridiano del lugar, en la fig. 23 es el $\angle \lambda$.

Declinación .- Es el ángulo de elevación de una visual a una estrella, sobre el Plano del Ecuador, fig. 23 el $\angle \delta$.

Ascensión Recta.- Es el ángulo medido sobre el Plano del Ecuador, a partir del Punto Vernal (punto γ ó Equinoccio de Primavera), hasta el Círculo Horario de la Estrella, fig. 23

Azimet.- Es el ángulo medido sobre el Plano del Horizonte del lugar, entre la dirección Norte-Sur (meridiano del lugar) y la visual a una estrella, $\angle Az$ en la fig. 24.

Altura.- Es el ángulo vertical que forma la visual a una estrella con el Plano del Horizonte, es el $\angle h$ en la fig. 24

En la figura No. 25 se muestra una esfera donde se relaciona el ángulo horario y el tiempo sideral.

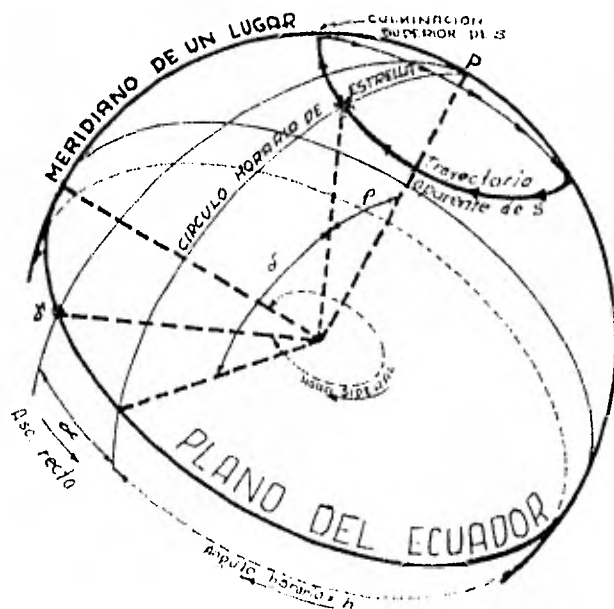


FIGURA No.25

Círculo Horario de una estrella.- Es un meridiano de la esfera celeste que pasa por la estrella en cuestión.

Angulo Horario de una estrella.- Es el ángulo medido sobre el plano del Ecuador, a partir del meridiano del lugar, hasta el Círculo Horario de la estrella. Cuando la Estrella pasa por el meridiano del lugar, se dice que es el momento de la culminación, y origen del ángulo horario de la estrella, para un lugar determinado de la Tierra.

MEDICION DEL TIEMPO: Existen dos formas de medir el tiempo, la primera basada en la posición del Sol y la segunda - en función de la posición de una estrella más lejana que el sol.

Tiempo Solar.- El intervalo de tiempo que transcurre durante una revolución aparente del sol alrededor de la tierra se llama día solar, que es una unidad con la que todos estamos familiarizados.

Hora media o legal.- Es el tiempo transcurrido desde la culminación inferior del "Sol Medio", en el meridiano del lugar. Es la hora que marcan nuestros relojes.

Hora verdadera, Local o Civil.- Es el tiempo transcurrido ó ángulo recorrido por el Sol desde su culminación inferior en el Meridiano del lugar.

La relación entre estas dos formas de medir el tiempo, basadas en el Sol, es:

$$\text{Tiempo Medio} = \text{Tiempo Verdadero} + E$$

$E = M - V$ Ecuación del Tiempo.

Esta ecuación, es variable a lo largo del año. El valor que tiene (E) diariamente, se puede encontrar en las efemerides del Sol que aparecen en el Anuario del Observatorio Astronómico de la U. N. A. M.

Hora Sideral.- Es el ángulo recorrido o tiempo transcurrido, desde la culminación superior del Punto Vernal (γ) en el meridiano del lugar, puede decirse que la Hora Sideral de un lugar, es el ángulo horario del punto.

Como este punto es imaginario y no se puede observar como las estrellas o el Sol, se aprovecha de que las ascensiones rectas de las estrellas están referidas a dicho punto, y entonces la Hora Sideral de un lugar se obtiene determinando el Angulo Horario de una estrella cuya ascensión recta se conozca, y sumándolos:

$$\begin{array}{l} \text{Hora Sideral} \\ \text{de un Lugar.} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Angulo Horario} \\ (h) \end{array} + \begin{array}{l} \text{Ascensión Recta} \\ (\alpha) \end{array}$$

II.3.2.- Determinación de la Latitud de un Lugar.

Para determinar la latitud de un lugar, se puede hacer por medio de los siguientes métodos:

a).- Por medio de una Carta Topográfica, la cual debe estar dibujada a una escala conveniente para poder localizar el punto que se necesita y medir gráficamente la latitud.

b).- Por medio de un Anuario del Observatorio Astronómico Nacional, en el cual se encuentran tabuladas las posicio

nes geográficas de los principales lugares de la República Mexicana.

Con estos métodos se obtienen valores aproximados de la latitud, que muchas veces es suficiente para trabajos que no requieren de mucha precisión. Pero cuando los trabajos topográficos requieren de una precisión considerable o son trabajos geodésicos, se emplean los siguientes métodos:

c).- Métodos Astronómicos. Estos son los siguientes:

c1).- Midiendo la altura de la Estrella Polar en el momento de su paso superior o inferior por el meridiano del lugar. Se emplea la siguiente fórmula para el cálculo: $\varphi = A \pm p$ siendo $p = 90^\circ - \delta$, donde $p =$ distancia polar y $\delta =$ declinación de la estrella en el momento de la observación.

c2).- Midiendo la altura del Sol en el momento de su paso superior por el meridiano del lugar. Este método es semejante al anterior, pero como el Sol puede culminar al norte o al sur del Zenit, la latitud se calcula mediante las fórmulas siguientes:

$$\text{Sol al Norte del Zenit: } \varphi = A - 90^\circ - \delta$$

$$\text{Sol al Sur del Zenit: } \varphi = 90^\circ - A + \delta$$

donde: $A =$ Altura verdadera.

$\delta =$ Declinación del Sol en el momento de la observación.

c3).- Midiendo la altura de la Estrella Polar en cualquier momento. Este método es práctico porque puede hacerse la observación a la hora que convenga, no a hora fija como los anteriores. Se calcula la latitud mediante la siguiente fórmula:

$$\varphi = A + \text{Corrección}$$

La corrección, con su signo correspondiente, aparece en la tabla II del Anuario Astronómico, en función del angu-

lo horario, llamándosele Reducción al Polo.

c4).-Por observación del Sol en un momento cualquiera, Método de alturas absolutas. Siendo este método el usado para el cálculo de la latitud de este trabajo, se considera apropiado establecer la deducción de la fórmula empleada.

Del Triángulo Astronómico PZS:

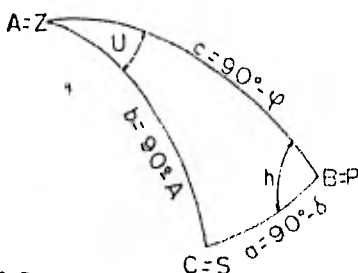


FIG. 26

Donde: U = Azimut de S.

h = Angulo Horario de S.

De la Ley de Cosenos: $\text{Cos } a = \text{Cos } b \text{ Cos } c + \text{Sen } b \text{ Sen } c \text{ Cos } A.$

$$\text{Cos}(90^\circ - \delta) = \text{Cos}(90^\circ - A) \text{Cos}(90^\circ - \varphi) + \text{Sen}(90^\circ - A) \text{Sen}(90^\circ - \varphi) \text{Cos } U$$

$$\boxed{\text{Sen } \delta = \text{Sen } A \text{ Sen } \varphi + \text{cos } A \text{ Cos } \varphi \text{ Cos } U} \quad (1)$$

$$\text{Cos}(90^\circ - A) = \text{Cos}(90^\circ - \varphi) \text{Cos}(90^\circ - \delta) + \text{Sen}(90^\circ - \varphi) \text{Sen}(90^\circ - \delta) \text{Cos } h$$

$$\boxed{\text{Sen } A = \text{Sen } \varphi \text{ Sen } \delta + \text{Cos } \varphi \text{ Cos } \delta \text{ Cos } h} \quad (2)$$

De ley de Senos:

$$\frac{\text{Sen } h}{\text{Sen}(90^\circ - A)} = \frac{\text{Sen } U}{\text{Sen}(90^\circ - \delta)}; \frac{\text{Sen } h}{\text{Cos } A} = \frac{\text{Sen } U}{\text{Cos } \delta}; \text{Sen } h = \frac{\text{Sen } U \text{ Cos } A}{\text{Cos } \delta}$$

$$\boxed{\text{Sen } h = - \text{Sen } U \text{ Cos } A \text{ Sec } \delta} \quad (3)$$

Se le pone signo negativo a Sen U porque cuando (h) es positivo (U) es negativo.

Diferenciando las ecuaciones (1) y (2), siendo las variables: h, A, U.

$$\left(\begin{array}{l} M = xy \\ \frac{dM}{dx dy} = x dy + y dx \end{array} \right)$$

De la ecuación (1):

$$[0] = [\text{Sen } \varphi \text{ Cos } A \, dA] + [\text{Cos } A \text{ Cos } \varphi (-\text{Sen } U \, dU) + \text{Cos } \varphi \text{ Cos } U (-\text{Sen } A \, dA)]$$

Cambiando de signo a todos los miembros:

$$\boxed{\text{Sen } \varphi \text{ Cos } A \, dA = \text{Cos } A \text{ Cos } \varphi \text{ Sen } U \, dU + \text{Cos } \varphi \text{ Cos } U \text{ Sen } A \, dA} \quad (4)$$

De la ecuación (2)

$$\text{Cos } A \, dA = 0 + \text{Cos } \varphi \text{ Cos } \delta (-\text{Sen } h \, dh)$$

$$\boxed{\text{Cos } A \, dA = -\text{Cos } \varphi \text{ Cos } \delta \text{ Sen } h \, dh} \quad (5)$$

Sustituyendo en la ecuación (5) el valor de Sen h dado por la ecuación (3):

$$\text{Cos } A \, dA = -\text{Cos } \varphi \text{ Cos } \delta (-\text{Sen } U \text{ Cos } A \text{ sec } \delta) \, dh$$

$$dA = +\text{Cos } \varphi \text{ Cos } \delta \text{ Sen } U \frac{1}{\text{Cos } \delta} \, dh$$

$$dA = \text{Cos } \varphi \text{ Sen } U \, dh \quad \boxed{\text{Cos } \varphi \text{ Sen } U = \frac{dA}{dh}} \quad (6)$$

De la ecuación (1) se despeja (Cos U cos φ) y queda:

$$\text{Cos } U \text{ Cos } \varphi = \frac{\text{Sen } \delta - \text{Sen } A \text{ Sen } \varphi}{\text{Cos } A}$$

$$\boxed{\text{Cos } U \text{ Cos } \varphi = \text{Sec } A (\text{Sen } \delta - \text{Sen } A \text{ Sen } \varphi)} \quad (7)$$

Sustituyendo en la ecuación (4) los valores de las ecuaciones (6) y (7):

$$\text{Sen } \varphi \text{ Cos } A \, dA = \text{Cos } A \frac{dA}{dh} \, dU + \text{Sec } A (\text{Sen } \delta - \text{Sen } A \text{ Sen } \varphi) \text{ Sen } A \, dA$$

$$\text{Denominando } \left\{ \begin{array}{l} dU = B, \text{ (Variación en azimut, o ángulo horizontal en} \\ \text{tre dos posiciones del Sol).} \\ dh = I, \text{ (Variación en ángulo horario, o intervalo en} \\ \text{tre dos posiciones del Sol).} \end{array} \right.$$

y haciendo operaciones para despejar $\text{Sen } \varphi$;

$$\text{Sen } \varphi \text{ Cos } A \, dA = \text{Cos } A \, dA \left(\frac{B}{I} \right) + \text{Sec } A \text{ Sen } A \, dA \text{ Sen } \varphi - \text{Sec } A \text{ Sen } A \, dA \text{ Sen } A \text{ Sen } \varphi .$$

$$\text{Sen } \varphi (\text{Cos } A + \text{Sec } A \text{ Sen } A) = \text{Cos } A \left(\frac{B}{I} \right) + \text{Sec } A \text{ Sen } A \text{ Sen } \delta$$

$$\text{Sen } \varphi = \frac{\text{Cos } A \left(\frac{B}{I} \right) + \text{Sec } A \text{ Sen } A \text{ Sen } \delta}{\text{Cos } A + \text{Sec } A \text{ Sen}^2 A}$$

$$\text{Sen } \varphi = \frac{\text{Cos } A \left(\frac{B}{I} \right)}{\text{Cos } A + \text{Sec } A \text{ Sen}^2 A} + \frac{\text{Sec } A \text{ Sen } A \text{ Sen } \delta}{\text{Cos } A + \text{Sec } A \text{ Sen}^2 A}$$

$$\text{Sen } \varphi = \frac{\text{Cos } A \left(\frac{B}{I} \right)}{\text{Cos } A + \frac{1}{\text{Cos } A} \text{ Sen}^2 A} + \frac{\frac{1}{\text{Cos } A} \text{ Sen } A \text{ Sen } \delta}{\text{Cos } A + \frac{1}{\text{Cos } A} \text{ Sen}^2 A}$$

Reduciendo a común denominador los denominadores de los términos.

$$\text{Sen } \varphi = \frac{\text{Cos } A \left(\frac{B}{I} \right)}{\frac{\text{Cos}^2 A + \text{Sen}^2 A}{\text{Cos } A}} + \frac{\frac{1}{\text{Cos } A} \text{ Sen } A \text{ Sen } \delta}{\frac{\text{Cos}^2 A + \text{Sen}^2 A}{\text{Cos } A}} \text{ Simplificando}$$

y sabiendo que: $\text{Sen}^2 A + \text{Cos}^2 A = 1$

$$\text{Sen } \varphi = \text{Cos}^2 A \left(\frac{B}{I} \right) + \text{Sen } A \text{ Sen } \delta \quad \boxed{\text{Sen } \varphi = \text{Sen } A \text{m Sen } \delta + \text{Cos}^2 A \text{m} \left(\frac{B}{I} \right)} \quad (I)$$

o también de la siguiente forma:

$$\boxed{\text{Sen } \varphi = \text{Sen } A \text{m Sen } \delta + \text{Cos } A \text{m Cos } \delta \text{ Cos } Q} \quad (II)$$

$$\text{En donde: } A_m = \frac{A_1 + A_2}{2} \quad \left. \begin{array}{l} A_1 \\ A_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Alturas del Sol en las dos po-} \\ \text{siciones observadas, corregidas} \\ \text{por refracción} \end{array}$$

δ = declinación del Sol en el instante medio de las dos observaciones.

B = Angulo horizontal entre las dos posiciones observadas.

I = Intervalo de tiempo entre las dos observaciones, reducidas a minutos de arco.

Cuando se requiere que el cálculo sea lo más exacto posible se emplean los siguientes métodos.

Fórmula de Litrow $\varphi = a - p \cos H + 1/2 p^2 \text{ Sen } H \tan a \text{ Sen } 1''$

en la que a = altura de la estrella polar, debidamente corregida por refracción, $p = 90^\circ - \delta$; H, el ángulo horario en el momento de la observación.

- Latitud por distancias zenitales circunmeridional, que se determina con las siguientes fórmulas:

$$X = \frac{\cos \psi \cos \delta}{\text{Sen } \gamma} \cdot \frac{2 \text{ Sen}^2 1/2 H}{\text{Sen } 1''} - \left(\frac{\cos \psi \cos \delta}{\text{Sen } \gamma} \right)^2 \cot^2 \frac{\text{Sen}^4 1/2 H}{\text{Sen } \gamma}$$

$$\gamma = z - X$$

$$\psi = \delta + \gamma \quad \text{en los pasos al sur del zenit.}$$

$$\psi = \delta - \gamma \quad \text{en los pasos al norte del zenit.}$$

- Latitud por el método de Horrebow - Talcott.

II.3.3.- DETERMINACION DEL AZIMUT ASTRONOMICO DE UNA LINEA.

El azimut de una dirección se define como el ángulo diedro formado por el plano meridiano que pasa por el lugar y el plano vertical que contiene a la dirección dada.

La determinación del azimut de una línea es una de las operaciones más importantes en Geodesia y Topografía. Es indispensable para el cálculo de posiciones geográficas en las -- que se basa la construcción de un mapa y, así mismo, para obtener las coordenadas ortogonales de un levantamiento topográfico.

Para la navegación aérea y marítima la determinación del azimut o rumbo que debe seguir la nave, es una operación rutinaria.

Existen diferentes métodos y diferente instrumental para la determinación del Az, aplicándose el más conveniente según sea la precisión que se desea.

- Observando
- 1.- Una estrella cualquiera con alturas iguales.
 - 2.- El sol con alturas iguales.
 - 3.- La polar en su elongación máxima.
 - 4.- La polar en cualquier momento.
 - 5.- El sol en un momento cualquiera.
 - 6.- El sol en dos posiciones.
 - 7.- La polar y una estrella auxiliar.

1.- Observación de una Estrella cuando tiene alturas iguales.- Antes y Después de su paso por el Meridiano del lugar. La dirección de un Meridiano de un lugar, estará en la bisectriz del ángulo horizontal formado por dos visuales a una estrella, cuando ésta tiene alturas iguales, antes y después de su culminación en el meridiano. El ángulo horizontal de la línea al Meridiano, o sea la dirección Norte-Sur Astronómico, será:

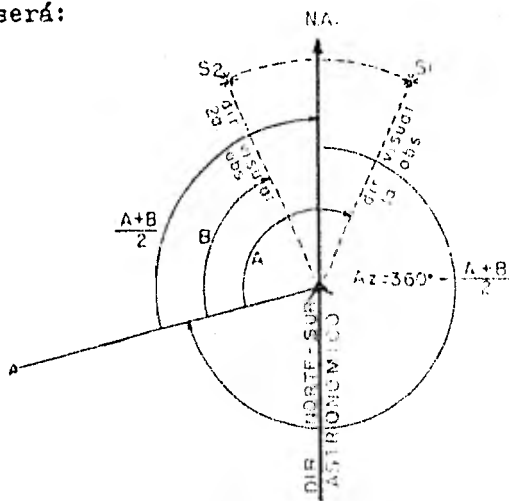


Fig 27

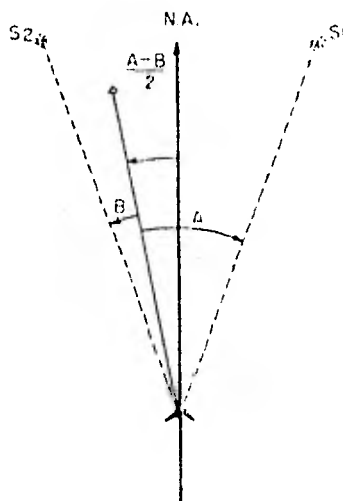


Fig 28

2.- Observaciones del Sol, con alturas iguales, Antes y Después de su paso por el Meridiano.- Este caso es semejante al anterior, pero el ángulo de la línea al Meridiano, se calcula con la siguiente fórmula:

$$m = \frac{1}{2} (L + L') - \frac{1}{2} \frac{v (t' - t)}{\cos \varphi \sin \frac{1}{2} (t' - t)}$$

m = ángulo línea-meridiana.

L', L = Lecturas del círculo horizontal, cuando el Sol tiene al

turas iguales.

t', t = horas de las observaciones.

φ = Latitud del lugar.

v = variación horaria de la Declinación del Sol.

3.- Observación de la Estrella Polar en su elongación Máxima.

Se emplea este procedimiento principalmente cuando no se tiene la seguridad en la hora, pues sólo se necesita conocer aproximadamente el momento en que llega la estrella a su posición extrema, ya sea a E o W, para medir el ángulo horizontal tal que forme la visual con la línea a orientar.

$$Az = \frac{p^{\min.}}{\cos \varphi} \quad (p = 90 - \delta)$$

Datos de campo: Lugar, fecha, ángulo horizontal línea-Estrella Polar, anotar si se observó en elongación al (E) o al (W).

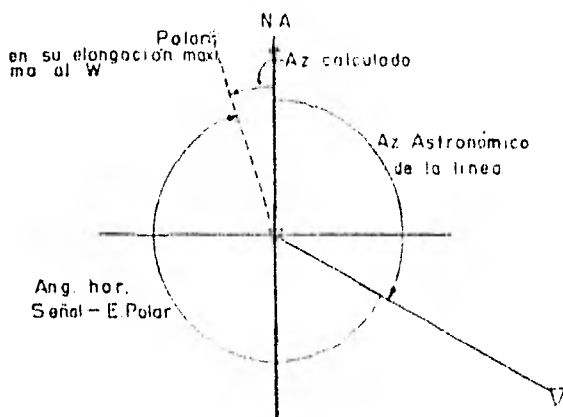


FIGURA 29

4.- Observación de la Estrella Polar en cualquier

Momento:

El Azimut de la estrella puede determinarse

Por fórmulas.
Por tablas del A
nuario Astronómi
co.

- Fórmulas:

$$\boxed{\text{Sen Az} = \frac{\text{Sen } h \text{ cos } \delta}{\text{cos } A}} \quad (a)$$

$$\boxed{\text{AZ}^{\text{min}} = \left(\frac{\text{Sen } h}{\text{Cos } A} \right)_P \text{ min.}} \quad (b)$$

$$\boxed{\text{Tan Az} = \frac{\text{Sen } h}{\text{Cos } \varphi \text{ tan } \delta - \text{Sen } \varphi \text{ Cos}}} \quad (c)$$

- Tablas. La determinación del azimut con tablas del Anuario -
Astronómico puede hacerse:

$\left\{ \begin{array}{l} \text{En función de } \left\{ \begin{array}{l} h \\ \varphi \end{array} \right\} \\ \text{En función de } \left\{ \begin{array}{l} h \\ A \end{array} \right\} \end{array} \right\}$ empleando $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tabla IV} \\ \text{Tabla V} \\ \text{empleando la tabla VI} \end{array} \right\}$

Ya sea por las fórmulas o por las tablas, es necesario el cálculo previo de (h) para el momento de la observación. Esto implica la necesidad de disponer de la hora, y la longitud del lugar con cierta exactitud.

5.- Observación del Sol en un momento cualquiera.

Método de Distancias Zenitales o Alturas Absolutas.

Este fué el método empleado en el trabajo base de la tesis, por lo que se explica desde la deducción de fórmulas:

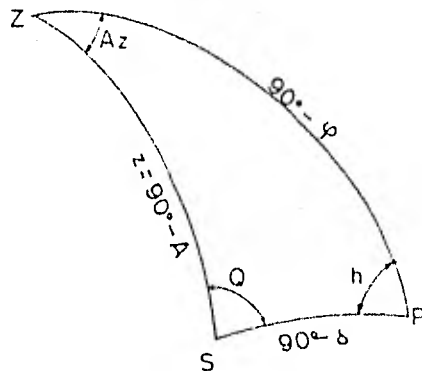


Fig. 30

En el triángulo astronómico PZS, por Ley de Cosenos:

$$\text{Cos}(90^\circ - \delta) = \text{Cos}(90^\circ - \varphi)\text{Cos}(90^\circ - A) + \text{Sen}(90^\circ - \varphi)\text{Sen}(90^\circ - A)\text{Cos Az}$$

$$\text{Sen } \delta = \text{Sen } \varphi \text{ Cos } A + \text{Cos } \varphi \text{ Cos } A \text{ Cos } Az.$$

$$\text{Cos } Az = \frac{\text{Sen } \delta - \text{Sen } \varphi \text{ Cos } A}{\text{Cos } \varphi \text{ Cos } A} \quad (a)$$

Esta fórmula se puede transformar para que sea directamente calculable por logaritmos, como sigue:

$$z = 90^\circ - A; \text{ sustituyendo}$$

$$\text{Cos } Az = \frac{\text{Sen } \delta - \text{Sen } \varphi \text{ Cos } z}{\text{Cos } \varphi \text{ Sen } z} \quad (1)$$

y por la fórmula trigonométrica que relaciona funciones de un ángulo con función del ángulo entero:

$$2\text{Sen}^2 \frac{Az}{2} = 1 - \text{Cos } Az \quad (2)$$

Sustituyendo (1) en (2):

$$2 \text{ Sen}^2 \frac{Az}{2} = 1 - \frac{\text{Sen } \delta - \text{Sen } \varphi \text{ Cos } z}{\text{Cos } \varphi \text{ Sen } z}$$

Introduciendo el 1 en el quebrado:

$$2 \operatorname{Sen}^2 \frac{Az}{2} = \frac{\operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Sen} z - \operatorname{Sen} \delta + \operatorname{Sen} \varphi \operatorname{Cos} z}{\operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Sen} z}$$

Sabemos que: $\operatorname{Sen}(\varphi + z) = \operatorname{Sen} \varphi \operatorname{Cos} z + \operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Sen} z$,

Se puede poner:

$$2 \operatorname{Sen}^2 \frac{Az}{2} = \frac{\operatorname{Sen}(\varphi + z) - \operatorname{Sen} \delta}{\operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Sen} z}$$

Y por la fórmula para calcular la diferencia de los senos de dos ángulos:

$\operatorname{Sen} A - \operatorname{Sen} B = 2 \operatorname{Sen} \frac{1}{2}(A-B) \operatorname{Cos} \frac{1}{2}(A+B)$, Tendremos:

$$2 \operatorname{Sen}^2 \frac{Az}{2} = \frac{2 \operatorname{Sen} \frac{1}{2}(\varphi + z - \delta) \operatorname{Cos} \frac{1}{2}(\varphi + z + \delta)}{\operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Sen} z}$$

$$\operatorname{Sen} \frac{1}{2} Az = \sqrt{\frac{\operatorname{Sen} \frac{1}{2}(z + \varphi - \delta) \operatorname{Cos} \frac{1}{2}(z + \varphi + \delta)}{\operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Sen} z}} \quad (b)$$

$$\tan \frac{1}{2} Az = \sqrt{\frac{\operatorname{Sen} \frac{1}{2}(z + \varphi - \delta) \operatorname{Cos} \frac{1}{2}(z + \varphi + \delta)}{\operatorname{Cos} \frac{1}{2}(\varphi + \delta - z) \operatorname{Sen} \frac{1}{2}(z - \varphi + \delta)}} \quad (c)$$

En el mismo triángulo esférico, también por la ley de cosenos se obtienen:

$$\operatorname{Cos} h = \frac{\operatorname{Sen} A - \operatorname{Sen} \delta \operatorname{Sen} \varphi}{\operatorname{Cos} \delta \operatorname{Cos} \varphi}, \quad \text{ángulo horario del Sol.}$$

Mediante una transformación semejante a la anterior, se obtiene:

$$\operatorname{Sen} \frac{1}{2} h = \sqrt{\frac{\operatorname{Sen} \frac{1}{2}(z + \varphi - \delta) \operatorname{Sen} \frac{1}{2}(z - \varphi + \delta)}{\operatorname{Cos} \varphi \operatorname{Cos} \delta}}$$

$$\tan \frac{1}{2} h = \sqrt{\frac{\operatorname{Sen} \frac{1}{2}(z + \varphi - \delta) \operatorname{Sen} \frac{1}{2}(z - \varphi + \delta)}{\operatorname{Cos} \frac{1}{2}(z - \varphi - \delta) \operatorname{Cos} \frac{1}{2}(z + \varphi + \delta)}}$$

Si el sol se observó en la mañana, su azimut se contará a partir del Norte hacia el Este, y si se observó por la tarde, después de su paso por el meridiano, el ángulo que resulta para el azimut será hacia el Oeste. (δ) entra con el signo que tenga según la época del año.

PROCESO DE CALCULO DE LA LATITUD Y DEL AZIMUT PARA EL TRABAJO QUE SE VIENE DESCRIBIENDO CON LOS DATOS DE OBSERVACION DE CAMPO

TABLA No. 2

| REGISTRO DE LA ORIENTACION ASTRONOMICA DEL LADO 5540I-PI-I, DEL ANILLO PERIFERICO, ARCO NORTE-ORIENTE, CRUCE INSURGENTES- R. REMEDIOS | | | | | |
|---|-----------|-------------|-------------|------------------------|---------------|
| Observó: Mario Cruz C., Anotó: Andras Jaramillo, Aparato: Wild T2, Fecha: 7 marzo 1979 | | | | | |
| EST. | P.V. | \ominus | \odot | HORA | C R O Q U I S |
| 5540I | PI-I | 00° 00' 048 | | | |
| | \mp | 353 00 497 | 57° 35' 070 | 9° 17' 57 ^s | |
| | \oplus | 172 35 204 | 303 20 152 | 9 19 40 | |
| | \ominus | 352 50 440 | 56 47 438 | 9 21 32 | |
| | \oplus | 173 43 360 | 304 06 480 | 9 23 11 | |
| | PI-I | 180 00 025 | | | |
| 5540I | PI-I | 00 00 025 | | | |
| | \mp | 354 15 515 | 55 55 575 | 9 26 57 | |
| | \oplus | 175 52 107 | 305 20 071 | 9 28 46 ^s | |
| | \ominus | 354 11 154 | 54 42 558 | 9 30 58 | |
| | \oplus | 175 06 022 | 306 13 353 | 9 32 47 ^s | |
| | PI-I | 180 00 005 | | | |
| 5540I | PI-I | 00 00 069 | | | |
| | \mp | 355 47 302 | 53 20 516 | 9 37 15 ^s | |
| | \oplus | 175 20 119 | 307 30 341 | 9 38 43 ^s | |
| | \ominus | 355 33 018 | 52 44 141 | 9 40 00 | |
| | \oplus | 176 32 210 | 308 13 591 | 9 42 06 ^s | |
| | PI-I | 179 59 545 | | | |
| 5540I | PI-I | 00 00 046 | | | |
| | \mp | 357 06 424 | 51 32 262 | 9 45 36 ^s | |
| | \oplus | 176 37 378 | 309 16 261 | 9 46 56 ^s | |
| | \ominus | 356 55 031 | 50 53 003 | 9 48 41 ^s | |
| | \oplus | 177 53 341 | 310 00 232 | 9 50 20 | |
| | PI-I | 180 00 131 | | | |

CALCULO DE LA LATITUD DE LA ESTACION DE OBSERVACION
METODO TRADICIONAL

Fórmula: $\text{Sen } \varphi = \text{Sen } A_m \text{ Sen } \delta + \text{Cos } A_m \text{ Cos } \delta \text{ Cos } Q$

$$\text{Cot } Q = \frac{B \text{ Cos } A_m}{A_2 - A_1}$$

1ª SERIE: $A_2 - A_1 = 2^\circ 02' 47.3 = 122'.78833$, $A_m = 34^\circ 15' 58''.05$
 $B = 1^\circ 19' 15''.5 = 79'.25$, $\delta = -5^\circ 20' 46''.53$

$$\text{Cot } Q = \frac{79'.25833098 \text{ Cos } 34^\circ 15' 58''.05}{122'.78833} = 0.53345107, \quad Q = 61^\circ 55' 20''.14$$

$$\text{Sen } \varphi = \text{Sen } 34^\circ 15' 58''.05 \text{ Sen } (-5^\circ 20' 46''.53) + \text{Cos } 34^\circ 15' 58''.05 \text{ Cos } (-5^\circ 20' 46''.53) \text{ Cos } 61^\circ 55' 20''.14$$
$$\varphi = 19^\circ 33' 42''.35$$

2ª SERIE: $A_2 - A_1 = 2^\circ 06' 14''.4 = 126'.24$ $A_m = 36^\circ 20' 28''.9$
 $B = 1^\circ 26' 58''.4 = 86'.97333$, $\delta = -5^\circ 20' 37''.85$

$$\text{Cot } Q = \frac{86'.97333 \text{ Cos } 36^\circ 20' 28''.9}{126'.24} = 0.55495153, \quad Q = 60^\circ 58' 18''.67$$

$$\text{Sen } \varphi = \text{Sen } 36^\circ 20' 28''.9 \text{ Sen } (-5^\circ 20' 37''.85) + \text{Cos } 36^\circ 20' 28''.9 \text{ Cos } (-5^\circ 20' 37''.85) \text{ Cos } 60^\circ 58' 18''.67$$
$$\varphi = 19^\circ 30' 36''.11$$

3ª SERIE: $A_2 - A_1 = 1^\circ 48' 00''.7 = 108'.011667$, $A_m = 38^\circ 17' 36''.45$
 $B = 1^\circ 19' 50''.0 = 79'.83333$, $\delta = -5^\circ 20' 28''.62$

$$\text{Cot } Q = \frac{79'.83333 \text{ Cos } 38^\circ 17' 36''.45}{108'.011667} = 0.58009439, \quad Q = 59^\circ 52' 56''.00$$

$$\text{Sen } \varphi = \text{Sen } 38^\circ 17' 36''.45 \text{ Sen } (-5^\circ 20' 28''.62) + \text{Cos } 38^\circ 17' 36''.45 \text{ Cos } (-5^\circ 20' 28''.62) \text{ Cos } 59^\circ 52' 56''.00$$
$$\varphi = 19^\circ 32' 15''.12$$
$$\varphi_m = 19^\circ 32' 11''.2$$

| UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO | | | | |
|---|--|--|--|--|
| FACULTAD DE INGENIERIA | | | | |
| DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA | | | | |
| CALCULO DEL AZIMUT DE LA LINEA PC-55 401--PI-1, DEL CRUCERO INSURGENTES NORTE, POR EL METODO DE ALTURAS ABSOLUTAS | | | | |
| Fecha de observación <u>7 de mayo 1972</u> | | Declinación hora del paso <u>5° 18' 05" S</u> | | |
| Hora paso Meridiano 90° W <u>12^h 11^m 08^s</u> | | Latitud del lugar <u>19° 32' 00" N</u> | | |
| Variación horaria en declinación <u>58.13 "/hr</u> | | Instrumento <u>T-2 Wild</u> aprox <u>1"</u> | | |
| OPERACION | SERIE NUMERO | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Hora del Paso Sol M-90° W | 12 ^h 11 ^m 08 ^s | 12 ^h 11 ^m 08 ^s | 12 ^h 11 ^m 08 ^s | 12 ^h 11 ^m 08 ^s |
| Prom. de horas de observ. | 9 ^h 20 ^m 35 ^s | 9 ^h 29 ^m 52 ^s | 9 ^h 39 ^m 33 ^s | 9 ^h 47 ^m 53 ^s |
| Intervalo de observación | - 2 ^h 50 ^m 33 ^s | - 2 ^h 41 ^m 15 ^s | - 2 ^h 31 ^m 35 ^s | - 2 ^h 23 ^m 14 ^s |
| Intervalo Hora y decimos | - 2 ^h 8.425 | - 2 ^h 6.87644 | - 2 ^h 5.26389 | - 2 ^h 3.73311 |
| Var. hor. de la declinación | 58.13 "/hr | 58.13 "/hr | 58.13 "/hr | 58.13 "/hr |
| Corrección a la decl. δ | - 2' 45".2 | - 2' 36".2 | - 2' 26".9 | - 2' 18".78 |
| Decl. a la hora de paso M-90° | - 5° 18' 05".8 | - 5° 16' 05".8 | - 5° 18' 05".8 | - 5° 18' 05".8 |
| Decl. hora de observ. (δ) | - 5° 20' 51".1 | - 5° 20' 42".0 | - 5° 20' 32".7 | - 5° 20' 24".58 |
| Dist. zenital aparente z' | 56° 43' 56".9 | 54° 41' 16".2 | 52° 35' 08".1 | 50° 47' 11".80 |
| Correc. por refracción r | + 1' 26".7 | + 1' 22".10 | + 1' 15".8 | + 1' 11".40 |
| Dist. zenital verdadera (z) | 56° 45' 25".6 | 54° 42' 38".38 | 52° 36' 23".9 | 50° 48' 23".20 |
| Latitud del lugar de obs. (φ) | 19° 32' 00".0 | 19° 32' 00".0 | 19° 32' 00".0 | 19° 32' 00".0 |
| (z + φ) | 76° 17' 25".6 | 74° 14' 38".38 | 72° 08' 23".9 | 70° 20' 23".20 |
| (z + φ + δ) | 70° 56' 34".6 | 68° 53' 56".26 | 66° 47' 51".2 | 64° 59' 58".6 |
| (z + φ - δ) | 81° 38' 16".6 | 79° 35' 20".34 | 77° 22' 56".6 | 75° 40' 47".8 |
| 1/2 (z + φ + δ) = m | 35° 28' 17".3 | 34° 26' 58".13 | 33° 23' 55".6 | 32° 29' 59".3 |
| 1/2 (z + φ - δ) = n | 40° 49' 08".3 | 39° 47' 40".17 | 38° 44' 28".3 | 37° 50' 28".9 |
| log Cos m | 9.91084021-10 | 9.92162665-10 | 9.93216131-10 | 9.94260307-10 |
| log Sen n | 9.81535941-10 | 9.80622042-10 | 9.79644380-10 | 9.78778472-10 |
| log Cosec z | 0.07760976 | 0.08817952 | 0.0999114 | 0.1068957 |
| log Sec | 0.02574300 | 0.02574300 | 0.02574300 | 0.02574300 |
| log Sen 1/2 U | 19.82955239-10 | 19.83638217-10 | 19.84376873-10 | 19.85024761 |
| log Sen 1/2 U | 9.91477619-10 | 9.91819171-10 | 9.92185227-10 | 9.92512380 |
| Sen 1/2 U | 0.82181905 | 0.82630772 | 0.835322857 | 0.847163502 |
| 1/2 U | 55° 16' 02".3 | 55° 55' 31".06 | 56° 38' 58".1 | 57° 12' 47".4 |
| U | 110° 32' 04".6 | 111° 51' 02".12 | 113° 17' 56".2 | 114° 37' 34".7 |
| Angulo Señal- Sol | 353° 02' 33".9 | 354° 21' 19".10 | 355° 48' 15".2 | 357° 29' 05".9 |
| Azimut Astronómica línea | 117° 29' 36".7 | 117° 29' 42".2 | 117° 29' 41".0 | 117° 29' 39".0 |
| Rumbo Astronómico línea | S 62° 30' 29".3 W | S 62° 30' 19".2 W | S 62° 30' 19".0 W | S 62° 30' 21".0 W |
| Azimut Promedio | 117° 29' 36".4 | Calculó - Maria Cruz Clemente | | |
| Rumbo Promedio | S 62° 30' 23".6 W | | | |

TABLA No. 3

7-MARZO-79

LINEA ORIENTADA 401- 1

LATITUD = 19 32 0.0

DATOS DEL ANUARIO.-

DECLINACION = -5 18 5.8
HORA PASO MER. = 12 11 8.0
VAR. HORARIA = 58.13

TOLERANCIA = 20.0 SEGUNDOS

| | | HORIZONTAL | VERTICAL | TIEMPO |
|-----------------------|---|-------------|------------|-----------|
| PROMEDIOS SERIE No. 1 | = | 353 2 33.9 | 56 43 56.9 | 9 20 35.0 |
| PROMEDIOS SERIE No. 2 | = | 354 21 17.1 | 54 41 16.2 | 9 29 52.5 |
| PROMEDIOS SERIE No. 3 | = | 355 48 15.5 | 52 35 8.1 | 9 39 33.2 |
| PROMEDIOS SERIE No. 4 | = | 357 8 5.5 | 50 47 11.8 | 9 47 53.7 |

LATITUD CALCULADA = 19 32 11.5

AZIMUT DE LA LINEA

SERIE No. 1 = 117 29 30.7
SERIE No. 2 = 117 29 44.9
SERIE No. 3 = 117 29 40.5
SERIE No. 4 = 117 29 29.5

PROMEDIO DE LAS SERIES

117 29 36.4

FECHA 17-MARZO-79

LINEA ORIENTADA 28-569D7 LATITUD = 19 23 50.2

DATOS DEL ANUARIO.-

DECLINACION = -1 19 50.4
HORA PASO MER. = 12 8 28.0
VAR. HORARIA = 64.87

TOLERANCIA = 20.0 SEGUNDOS

| | HORIZONTAL | VERTICAL | TIEMPO |
|-------------------------|-------------|------------|------------|
| PROMEDIOS SERIE No. 1 = | 107 20 29.3 | 42 59 9.1 | 10 11 28.7 |
| PROMEDIOS SERIE No. 2 = | 109 13 28.2 | 40 55 37.0 | 10 21 39.0 |
| PROMEDIOS SERIE No. 3 = | 111 31 30.4 | 38 45 52.9 | 10 31 13.7 |
| PROMEDIOS SERIE No. 4 = | 113 52 6.4 | 36 38 47.3 | 10 40 33.7 |

LATITUD CALCULADA = 19 41 01.7

AZIMUT DE LA LINEA

SERIE No. 1 = 7 9 14.8
SERIE No. 2 = 7 9 30.3
SERIE No. 3 = 7 4 47.5
SERIE No. 4 = 7 9 22.4

PROMEDIO DE LAS SERIES

7 9 22.5

LINEA ORIENTADA 16 - 15

EL DIA 21-FEB-79

LINEA ORIENTADA 15- 16 LATITUD = 19 23 50.0

DATOS DEL ANUARIO.-

DECLINACION = -10 34 55.1
HORA PASO MER. = 12 13 41.0
VAR. HORARIA = 53.83

TOLERANCIA = 20.0 SEGUNDOS

| | | HORIZONTAL | VERTICAL | TIEMPO |
|-----------------------|---|-------------|------------|-----------|
| PROMEDIOS SERIE No. 1 | = | 276 41 41.3 | 56 19 38.7 | 9 35 46.0 |
| PROMEDIOS SERIE No. 2 | = | 278 5 47.4 | 54 31 28.4 | 9 43 57.0 |
| PROMEDIOS SERIE No. 3 | = | 279 39 52.9 | 52 38 39.5 | 9 53 40.7 |
| PROMEDIOS SERIE No. 4 | = | 281 34 13.9 | 50 32 32.0 | 10 3 55.2 |

LATITUD CALCULADA = 19 43 22.1

AZIMUT DE LA LINEA

SERIE No. 1 = 201 16 52.4
SERIE No. 2 = 201 16 49.6
SERIE No. 3 = 201 16 51.8
SERIE No. 4 = 201 16 51.3

PROMEDIO DE LAS SERIES

201 16 51.4

29-MARZO-79

LINEA ORIENTADA 30- 20

LATITUD = 19 23 0.0

DATOS DEL ANUARIO.-

DECLINACION = 3 21 6.9
HORA PASO MER. = 12 4 53.0
VAR. HORARIA = 58.60

TOLERANCIA = 20.0 SEGUNDOS

| | | HORIZONTAL | | | VERTICAL | | | TIEMPO | | |
|---------------------|-----|------------|----|------|----------|----|------|--------|----|------|
| PROMEDIOS SERIE No. | 1 = | 63 | 21 | 21.8 | 65 | 43 | 18.1 | 8 | 20 | 12.2 |
| PROMEDIOS SERIE No. | 2 = | 64 | 10 | 11.0 | 63 | 36 | 32.2 | 8 | 29 | 43.2 |
| PROMEDIOS SERIE No. | 3 = | 64 | 53 | 58.5 | 61 | 50 | 41.4 | 8 | 36 | 30.2 |
| PROMEDIOS SERIE No. | 4 = | 65 | 38 | 15.8 | 60 | 6 | 6.0 | 8 | 43 | 25.7 |

LATITUD CALCULADA = 19 45 42.5

AZIMUT DE LA LINEA

SERIE No. 1 = 31 54 17.2
SERIE No. 2 = 31 56 9.2
SERIE No. 3 = 31 55 56.9
SERIE No. 4 = 31 55 59.6

PROMEDIO DE LAS SERIES

31 56 1.9

II.4.- NORMAS FIJADAS PARA LOS LEVANTAMIENTOS TOPO-
GRAFICOS.

4.1.- Eje de trazo Preliminar.

a).- El Eje de trazo preliminar es la poligonal que sirve de apoyo para la determinación de los datos planimétricos y altimétricos, que se requieren para el proyecto de las obras viales.

b).- La deflexión angular entre dos lados consecutivos del eje de trazo preliminar, deberá medirse con precisión - mínima de 20".

c).- Las longitudes de los lados de la poligonal, - deberán medirse con precisión de 1:20000.

d).- El origen del cadenamamiento de cada eje de trazo preliminar será fijado por la Comisión Constructora de Obras Viales en coincidencia con un punto de liga a la poligonal de apoyo. A partir de ese punto se establecerán los cadenamamientos - para los tramos del eje de trazo a uno y otro lado de la poligonal de apoyo.

e).- La Comisión Constructora de Obras Viales fijará para cada eje de trazo preliminar, los puntos de liga a la poligonal de apoyo y los puntos de control correspondiente.

f).- Deberán practicarse orientaciones astronómicas de las tangentes extremas, de los tramos dentro y fuera del Anillo Periférico. Además, se llevará a cabo una orientación astronómica de una de las tangentes intermedias del eje de trazo preliminar a distancia no mayor de 5 Km., respecto a las tangentes extremas, cuando la longitud de dicho eje así lo amerita.

g).- Para facilitar las revisiones, las orientaciones astronómicas deberán ser ejecutadas por el método de altu--

ras absolutas del sol, y los cálculos se realizarán en los formatos que apruebe la Comisión Constructora de Obras Viales.

h).- Amojonamiento y señalamiento del eje de trazo preliminar.

h.1).- El punto de arranque origen del cadenamiento estará definido por medio de una mojonera tipo MTPPA, referenciada de acuerdo a las normas establecidas, figuras 31 y 32.

h.2).- Los extremos del eje de trazo de los tramos dentro y fuera de la poligonal de apoyo, deberán definirse por medio de una mojonera MTPPA, referenciada de acuerdo con las normas establecidas, figuras 31 y 32.

h.3).- Los puntos de estación, PST, PC, PSC, PI, PT, e intersecciones, deberán identificarse según las normas establecidas.

h.4).- Se deberán colocar identificaciones a cada 100 m. en estaciones cerradas: 0+100, 0+200, etc., según las normas establecidas.

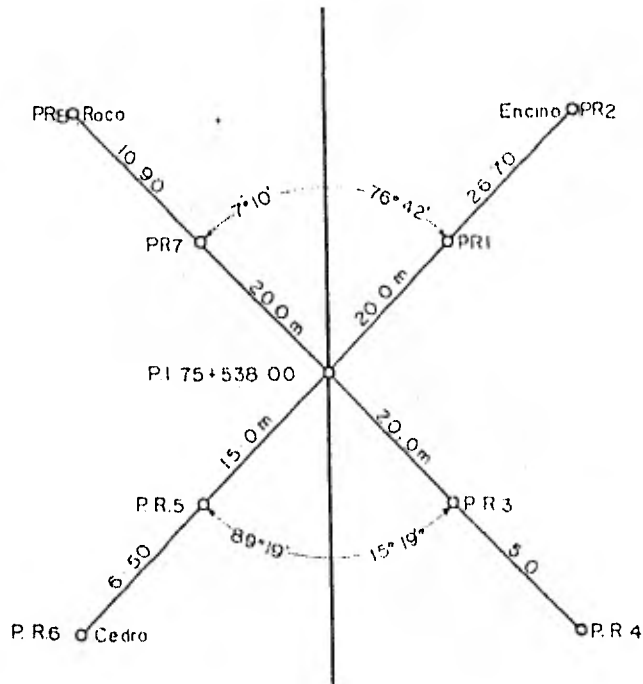
i).- Coordenadas:

Para los puntos de estación deberán calcularse sus coordenadas (X, Y).

4.2.- Referencias de Trazo.

a).- Todos los puntos de estación, deberán ser referenciados mediante ángulos y distancias, según el método de las manecillas del reloj, y de acuerdo al modelo, Fig. No. 31

b).- En todos los casos deberán tener preferentemente 6 puntos referenciales de características notables y duraderas, que se denominarán PR1, PR2, PR3, etc., y estarán identificados mediante remaches colocados con pistola y círculos pintados, indicando su referencia y distancias, como se ve en la fig



C Fig. No. 31 Croquis del tipo de referencias usados

No. 31.

c).- Cada par de PR se localizará sobre una misma radial, la cual formará un ángulo con el eje a referenciar, comprendido entre 30° y 60° , debiendo quedar colocado, el primero de ellos, sobre la banqueta en forma tal que permita colocar sobre él el tránsito; el segundo quedará colocado sobre el paramento de las construcciones que no serán afectadas. Las distancias parciales entre el punto a referenciar y sus referencias, deberán medirse con cinta metálica.

4.3.- Mojoneras e identificación de puntos.

a).- Los puntos de origen y puntos finales de Ejes Viales, Circuito Interior, Radiales, etc., deberán identificarse por medio de mojoneras, Tipo (MTPPA), localizadas sobre la poligonal de apoyo y deberán referenciarse de acuerdo con el "Modelo Tipo de Referencias para Puntos de Estación". Figs. 31 y 32

b).- Los puntos de estación y las estaciones cerradas a cada 100 M. deberán identificarse según el tipo de terreno:

b.1).- Para superficies rígidas (concreto hidráulico y asfáltico de buena calidad), remache colocado con pistola Rémington, modelo 462-K-120, o similar.

b.2).- Para superficies de dureza media (concreto-asfáltico de mala calidad o terrenos consolidados), clavos de cuatro pulgadas sobre corcholatas.

b.3).- Para superficies suaves (terrenos flojos de labor, etc.), estaciones de 50 cm. de longitud y de sección transversal de 5 cm. por lado, sobresaliendo de 1 a 2 cm. sobre la superficie (con tachuela o olavo).

c).- Los puntos de identificación deberán circularse con pintura roja e indicarse su cadenamiento sobre la propia superficie de terreno, cuando se trate de superficies rígidas, en el caso de terrenos sueltos deberá colocarse una estaca testigo de longitud suficiente para permitir la leyenda del cadenamiento respectivo (con pintura roja) y que cuando menos se entierre 30 cm.

En la fig. No. 32 y en la tabla No. 4 se muestran la mojonera MTPPA y la tabla de precisiones y tolerancias.

Se constuirá con concreto de $f'c = 150 \text{ Kg./Cm}^2$, con una varilla del # 3 ($3/8" \phi$) colocada en el eje de figura.

En la base superior deberá grabarse, sobre superficie pulida-con cemento (con espesor mínimo de 2 mm.) la siguiente leyenda: CLAVE: M-1(M-2.M-3...M-n, según el caso); ELEV.(z)...(la correspondiente, por ejemplo: 2265.728); X=....(la correspondiente, por ejemplo 424,725.726) y Y=..... (la correspondiente, por ejemplo 278.002.201).

MOJONERA TIPO PARA PUNTO DE APOYO (MTPPA)
Esta mojonera deberá enterrarse 60 cm. abajo del terreno natural, consolidando el relleno mediante el empleo de pizón de mano por capas de 20 cm. de espesor o colocando concreto hecho - en el lugar con proporción 1:2:4:

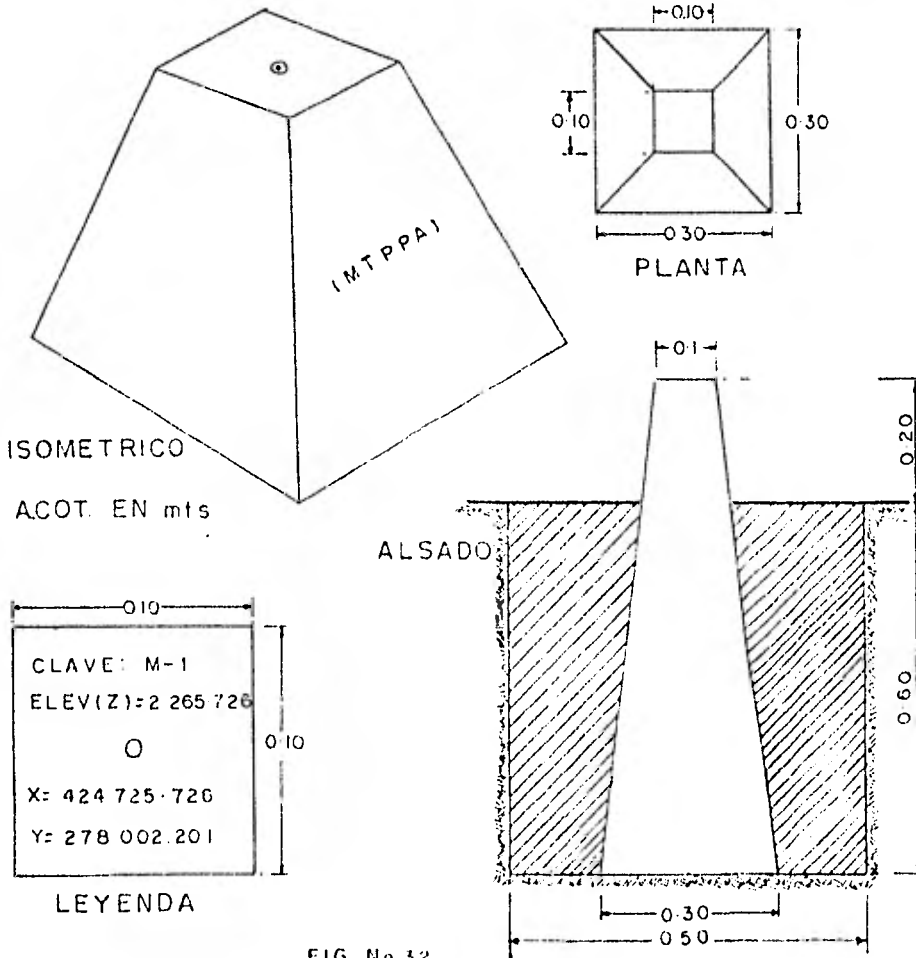


FIG. No 32

TABLA No. 4

COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO
 NORMAS TOPOGRAFICAS PARA LEVANTAMIENTOS
 Y PROYECTOS GEOMETRICOS DE EJES VIALES.

| TIPO DE POLIGONAL | LOCALIZACION | PRECISION | | TOLERANCIA | | OBSERVACIONES |
|-------------------|--|----------------------|------------|------------|------------|--|
| | | LONGITUD | ANGULAR | LONGITUD | ANGULAR | |
| PRIMER ORDEN | ANILLO PERIFERICO | $\frac{1}{400\ 000}$ | 0° 00' 03" | 2% | 0° 00' 05" | Servira' de apoyo a todos los poligonales. |
| | CIRCUITO INTERIOR | $\frac{1}{20\ 000}$ | 0° 00' 20" | 10% | 0° 01' 00" | Se apoyan en la poligonal de ter. orden. |
| SEGUNDO ORDEN | EJES VIALES | $\frac{1}{20\ 000}$ | 0° 00' 20" | 10% | 0° 01' 00" | " " " |
| | RADIALES | $\frac{1}{20\ 000}$ | 0° 00' 20" | 10% | 0° 01' 00" | " " " |
| TERCER ORDEN | EJES SECUNDARIOS EN LAS DIFERENTES DELEGACIONES. | $\frac{1}{5\ 000}$ | 0° 01' 00" | 10% | 0° 02' 00" | Se apoyaran en las poligonales de 2.º orden. |

II.5.- CALCULOS.

A continuación se presentan los cálculos básicos - que se efectuaron para la determinación de las coordenadas de la poligonal, tomando en cuenta los datos del levantamiento.

a).- Cálculo de los ángulos: De las libretas de registros se tomaron los ángulos de cada serie y se promediaron para tomar el valor más probable, tal como se indica a continuación.

Angulo en el PI-1:

| | | |
|----------------|-----------------|---------------|
| 181° 30' 50.8 | 361° 30' 49.0 | 181° 30' 50.9 |
| - 13.9 | - 180° 00' 08.0 | - 08.6 |
| <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| 181° 30' 36.9 | 181° 30' 41.0 | 181° 30' 42.9 |
| 361° 30' 50.9 | 181° 30' 48.4 | 361° 30' 47.6 |
| -180° 00' 02.6 | - 09.9 | -180 00 00.6 |
| <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| 181° 30' 48.3 | 181° 30' 38.5 | 181° 30' 46.4 |

Angulo promedio: PI-1= 181° 30' 41.0

De la misma manera se procedió para los ángulos - promedios del inciso b.

b).- Angulos promedios:

| | | |
|-------------|---|---------------|
| PC - 56 907 | = | 177° 30' 12.5 |
| PI-1 | = | 181° 30' 41.0 |
| PI-2 | = | 179° 47' 32.7 |
| PI-3 | = | 179° 46' 56.6 |
| PI-4 | = | 180° 01' 04.4 |
| PI-5 | = | 180° 23' 48.3 |
| PI-6 | = | 179° 30' 36.6 |
| PI-7 | = | 180° 12' 03.4 |
| PI-8 | = | 180° 36' 35.7 |

| | | | | |
|-------|---|------|-----|------|
| PI-9 | = | 184° | 32' | 53"8 |
| PI-10 | = | 192° | 18' | 45"4 |
| PI-11 | = | 180° | 38' | 59"3 |
| PI-12 | = | 182° | 09' | 44"8 |
| PI-13 | = | 177° | 09' | 40"9 |
| PI-14 | = | 179° | 49' | 52"5 |
| PI-15 | = | 178° | 05' | 55"0 |
| PI-16 | = | 135° | 27' | 18"3 |
| PI-17 | = | 227° | 17' | 31"4 |
| PI-18 | = | 169° | 51' | 32"3 |
| PI-19 | = | 176° | 11' | 32"8 |
| PI-20 | = | 170° | 44' | 39.1 |
| PI-21 | = | 195° | 50' | 04"2 |
| PI-22 | = | 173° | 52' | 40"0 |
| PI-23 | = | 197° | 19' | 37"9 |
| PI-24 | = | 185° | 20' | 00"8 |
| PI-25 | = | 176° | 43' | 56"7 |
| PI-26 | = | 180° | 51' | 41"5 |
| PI-27 | = | 179° | 00' | 58"1 |
| PI-28 | = | 181° | 05' | 34"8 |
| PI-29 | = | 179° | 39' | 00"6 |
| PI-30 | = | 181° | 25' | 01"5 |

c).- Cálculo de los azimutes astronómicos.- Tomando como base el azimut de la orientación astronómica, del lado Est. 28 - PC 56907; se fueron ligando los ángulos medidos de la poligonal, para llegar a comprobar en la orientación de la línea PI - 15 - PI - 16.

| | | | |
|---------------------|------|-----|------|
| Az Est. 28-PC-56907 | 7° | 09' | 22"5 |
| + | 180 | | |
| | 187° | 09' | 22"5 |
| + | 177° | 30' | 12"5 |
| | 364° | 39' | 35"0 |

| | | |
|----|-------------|----------------------|
| Az | PI-7-PI-8 | 5° 52' 18.0" |
| | | +180° |
| | | <u>185° 52' 18.0</u> |
| | | +180° 36' 55.7 |
| | | <u>366° 29' 13.7</u> |
| | | -360° |
| Az | PI-8-PI-9 | 6° 29' 13.7" |
| | | +180° |
| | | <u>186° 29' 13.7</u> |
| | | +184° 32' 53.8 |
| | | <u>371° 02' 07.5</u> |
| | | -360° |
| Az | PI-9-PI-10 | 11° 02' 07.5" |
| | | +180° |
| | | <u>191° 02' 07.5</u> |
| | | +192° 18' 45.4 |
| | | <u>383° 20' 52.9</u> |
| | | -360° |
| Az | PI-10-PI-11 | 23° 20' 52.9" |
| | | +180° |
| | | <u>203° 20' 52.9</u> |
| | | +180° 38' 59.3 |
| | | <u>383° 59' 52.2</u> |
| | | -360° |
| Az | PI-11-PI-12 | 23° 59' 52.2" |
| | | +180° |
| | | <u>203° 59' 52.2</u> |
| | | +182° 09' 52.6 |
| | | <u>386° 09' 44.8</u> |
| | | -360° |
| Az | PI-12-PI-13 | 26° 09' 44.8" |
| | | +180° |
| | | <u>206° 09' 44.8</u> |
| | | +177° 09' 40.9 |
| | | <u>383° 19' 25.7</u> |
| | | -360° |
| Az | PI-13-PI-14 | 23° 19' 25.7" |
| | | +180° |
| | | <u>203° 19' 25.7</u> |
| | | +179° 49' 52.5 |
| | | <u>383° 09' 18.2</u> |
| | | -360° |
| Az | PI-14-PI-15 | 23° 09' 18.2" |
| | | +180° |

| | |
|--------------|------------------------|
| | 364° 39' 35"0 |
| | <u>- 360°</u> |
| Az. PC-56907 | 4° 39' 35"0 |
| | <u>+ 180°</u> |
| | 184° 39' 35"0 |
| | <u>+ 181° 30' 41"0</u> |
| | 366° 10' 16"0 |
| | <u>- 360°</u> |
| Az PI-1-PI-2 | 6° 10' 16"0 |
| | <u>+ 180°</u> |
| | 186° 10' 16"0 |
| | <u>+ 179° 47' 32"7</u> |
| | 365° 57' 48"7 |
| | <u>- 360°</u> |
| Az PI-2-PI-3 | 5° 57' 48"7 |
| | <u>+ 180°</u> |
| | 185° 57' 48"7 |
| | <u>+ 179° 46' 56"6</u> |
| | 365° 44' 45"3 |
| | <u>- 360°</u> |
| Az PI-3-PI-2 | 5° 44' 45"3 |
| | <u>+ 180°</u> |
| | 185° 44' 45"3 |
| | <u>+ 180° 01' 04"4</u> |
| | 365° 45' 49"7 |
| | <u>- 360°</u> |
| Az PI-4-PI-5 | 5° 45' 49"7 |
| | <u>+ 180°</u> |
| | 185° 45' 49"7 |
| | <u>+ 180° 23' 48"3</u> |
| | 366° 09' 38"0 |
| | <u>- 360°</u> |
| Az PI-5-PI-6 | 6° 09' 38"0 |
| | <u>+ 180°</u> |
| | 186° 09' 38"0 |
| | <u>+ 179° 30' 36"6</u> |
| | 365° 40' 14"6 |
| | <u>- 360°</u> |
| Az PI-6-PI-7 | 5° 40' 14"6 |
| | <u>+ 180°</u> |
| | 185° 40' 14"6 |
| | <u>+ 180° 12' 03"4</u> |
| | 365° 52' 18"0 |
| | <u>- 360°</u> |
| Az PI-7-PI-8 | 5° 52' 18"0 |

| | |
|----------------------------------|-----------------|
| | 203° 09' 18.2 |
| | + 178° 05' 55.0 |
| | 381° 15' 13.2 |
| | - 360° |
| AZIMUT TRANSFERIDO PI-15-PI-16 | 21° 15' 13.2 |
| AZIMUT CALCULADO POR ORIENTACION | 21° 16' 51.4 |
| DIFERENCIA | 1' 38.2 |

d).- Angulos compensados.

| | |
|----------|---------------|
| PC-56907 | 177° 30' 18.6 |
| PI-1 | 181° 30' 47.1 |
| PI-2 | 179° 47' 38.8 |
| PI-3 | 179° 47' 02.7 |
| PI-4 | 180° 01' 10.5 |
| PI-5 | 180° 23' 54.4 |
| PI-6 | 179° 30' 42.7 |
| PI-7 | 180° 12' 09.5 |
| PI-8 | 180° 37' 01.8 |
| PI-9 | 184° 32' 59.9 |
| PI-10 | 192° 18' 51.5 |
| PI-11 | 180° 39' 05.4 |
| PI-12 | 182° 09' 58.7 |
| PI-13 | 177° 09' 47.0 |
| PI-14 | 179° 49' 58.6 |
| PI-15 | 178° 06' 01.1 |

e).- Azimutes compensados.

| | |
|-----------------------|-------------|
| Az Est. 28 - PC-56907 | 7° 09' 22.5 |
| Az PC-56907 - PI-1 | 4° 39' 41.1 |
| Az PI-1 - PI-2 | 6° 10' 28.2 |
| Az PI-2 - PI-3 | 5° 58' 07.6 |
| Az PI-3 - PI-4 | 5° 45' 09.7 |
| Az PI-4 - PI-5 | 5° 46' 20.2 |

| | |
|-----------------|---------------|
| Az PI-5 -PI-6 | 6° 10' 14".6 |
| Az PI-6 -PI-7 | 5° 40' 57".3 |
| Az PI-7 -PI-8 | 5° 53' 06".8 |
| Az PI-8 -PI-9 | 6° 30' 08".6 |
| Az PI-9 -PI-10 | 11° 03' 08".5 |
| Az PI-10 -PI-11 | 23° 22' 00".0 |
| Az PI-11 -PI-12 | 24° 01' 05".4 |
| Az PI-12 -PI-13 | 26° 11' 04".1 |
| Az PI-13 -PI-14 | 23° 20' 51".1 |
| Az PI-14 -PI-15 | 23° 10' 49".7 |
| Az PI-15 -PI-16 | 21° 16' 51".3 |

f).- Azimutes sin compensar del PI-16 al PI-30

| | | |
|-------------------------|----------------|------------|
| Az PI-16 -PI-17 | 336° 44' 09".7 | |
| Az PI-17 -PI-18 | 24° 01' 41".1 | |
| Az PI-18 -PI-19 | 13° 53' 13".4 | |
| Az PI-19 -PI-20 | 10° 04' 46".2 | |
| Az PI-20 -PI-21 | 0° 49' 25".3 | |
| Az PI-21 -PI-22 | 16° 39' 29".5 | |
| Az PI-22 -PI-23 | 10° 32' 09".5 | |
| Az PI-23 -PI-24 | 27° 51' 47".4 | |
| Az PI-24 -PI-25 | 33° 11' 48".2 | |
| Az PI-25 -PI-26 | 29° 55' 44".9 | |
| Az PI-26 -PI-27 | 30° 47' 26".4 | |
| Az PI-27 -PI-28 | 29° 48' 24".5 | |
| Az PI-28 -PI-29 | 30° 53' 59".3 | |
| Az PI-29 -PI-30 | 30° 32' 59".9 | |
| Az PI-30 -PI-20 | 3° 58' 01".4 | |
| Az calculado por orien- | 31° 56' 01".9 | |
| tación astronómica. | 1° 59".5 | Diferencia |

g).- Angulos compensados del PI-16 - PI-30.

| | |
|-------|----------------|
| PI-16 | 135° 27' 10".3 |
| PI-17 | 227° 17' 23".4 |
| PI-18 | 169° 51' 24".3 |

| | |
|-------|---------------|
| PI-19 | 176° 11' 24"8 |
| PI-20 | 170° 44' 31"1 |
| PI-21 | 195° 49' 56"2 |
| PI-22 | 173° 52' 32"0 |
| PI-23 | 197° 19' 29"9 |
| PI-24 | 185° 19' 52"8 |
| PI-25 | 176° 43' 48"7 |
| PI-26 | 180° 51' 33"5 |
| PI-27 | 179° 00' 50"1 |
| PI-28 | 181° 05' 26"8 |
| PI-29 | 179° 38' 52"6 |
| PI-30 | 181° 24' 53"5 |

h).- Azimutes compensados del lado PI-15 - PI-16 al
PI-30 - PI-20.

| | |
|----------------|---------------|
| Az PI-15-PI-16 | 21° 16' 51"4 |
| Az PI-16-PI-17 | 236° 44' 01"7 |
| Az PI-17-PI-18 | 24° 01' 25"1 |
| Az PI-18-PI-19 | 13° 52' 49"4 |
| Az PI-19-PI-20 | 10° 04' 14"2 |
| Az PI-20-PI-21 | 00° 48' 45"3 |
| Az PI-21-PI-22 | 16° 38' 41"5 |
| Az PI-22-PI-23 | 10° 31' 13"5 |
| Az PI-23-PI-24 | 27° 50' 43"4 |
| Az PI-24-PI-25 | 33° 10' 36"2 |
| Az PI-25-PI-26 | 29° 54' 24"9 |
| Az PI-26-PI-27 | 30° 45' 58"4 |
| Az PI-27-PI-28 | 29° 46' 48"5 |
| Az PI-28-PI-29 | 30° 52' 15"3 |
| Az PI-29-PI-30 | 30° 31' 07"9 |
| Az PI-30-PI-20 | 31° 56' 01"4 |

i).- Cálculo de Proyecciones y Coordenadas. Para el cálculo de coordenadas de los vértices ó puntos de inflexión - PIs, se procedió en el orden que a continuación se indica en las tablas registro de cálculo números 5 y 6.

TABLA No 5
REGISTRO DE CALCULO DE LA POLIGONAL DE APOYO DE LA EST 28
AL PI-16, DEL TRAMO CALZ. ZARAGOZA - F.F.C.C. LOS REYES

| L A D O | | DIST HOR | ANG HOR. | RUMBO AST | PROYECCIONES | | COORDENADAS | | VERT |
|----------|----------|----------|---------------|-----------------|--------------|---------|-------------|------------|----------|
| EST | P V | | | | Y | X | Y | X | |
| EST 28 | PC-56907 | | | N 7° 09' 22.5E | | | - 2121.563 | 12 897.457 | PC-56907 |
| PC-56907 | PI-1 | 269.79 | 177° 30' 18.6 | N 4° 39' 41.1E | 268.933 | 21.925 | - 1852.665 | 12 919.382 | PI-1 |
| PI-1 | PI-2 | 164.81 | 181° 30' 47.1 | N 6° 10' 28.2E | 163.854 | 17.926 | - 1688.811 | 12 937.108 | PI-2 |
| PI-2 | PI-3 | 225.53 | 179° 47' 38.2 | N 5° 56' 07.0E | 224.207 | 23.451 | - 1464.504 | 12 960.559 | PI-3 |
| PI-3 | PI-4 | 302.28 | 179° 47' 02.7 | N 5° 45' 09.7E | 300.258 | 30.249 | - 1163.746 | 12 990.858 | PI-4 |
| PI-4 | PI-5 | 340.86 | 180° 01' 10.5 | N 5° 46' 20.7E | 339.132 | 34.232 | - 824.614 | 13 025.120 | PI-5 |
| PI-5 | PI-6 | 301.93 | 110° 23' 57.4 | N 6° 10' 44.2E | 300.240 | 52.461 | - 524.574 | 13 057.601 | PI-6 |
| PI-6 | PI-7 | 280.08 | 179° 30' 42.7 | N 5° 40' 51.3E | 278.124 | 27.133 | - 245.670 | 13 085.334 | PI-7 |
| PI-7 | PI-8 | 298.23 | 180° 12' 09.5 | N 5° 53' 06.6E | 296.688 | 30.529 | - 50.933 | 13 115.933 | PI-8 |
| PI-8 | PI-9 | 354.64 | 180° 37' 01.8 | N 6° 40' 08.2E | 352.359 | 40.141 | - 403.347 | 13 156.074 | PI-9 |
| PI-9 | PI-10 | 171.675 | 184° 32' 54.9 | N 11° 03' 08.5E | 168.491 | 32.911 | - 571.838 | 13 188.985 | PI-10 |
| PI-10 | PI-11 | 495.620 | 192° 18' 51.3 | N 23° 22' 00.0E | 464.912 | 196.570 | - 1026.810 | 13 385.555 | PI-11 |
| PI-11 | PI-12 | 392.080 | 180° 37' 06.4 | N 24° 01' 03.4E | 358.132 | 157.567 | - 1384.242 | 13 546.142 | PI-12 |
| PI-12 | PI-13 | 131.29 | 182° 03' 58.7 | N 26° 11' 04.1E | 117.041 | 117.817 | - 1502.309 | 13 603.075 | PI-13 |
| PI-13 | PI-14 | 326.12 | 171° 09' 47.0 | N 23° 20' 50.1E | 345.323 | 149.059 | - 646.062 | 13 752.134 | PI-14 |
| PI-14 | PI-15 | 483.03 | 179° 49' 58.6 | N 23° 10' 49.2E | 489.448 | 209.816 | - 2338.080 | 13 961.950 | PI-15 |
| PI-15 | PI-16 | 547.57 | 118° 06' 07.7 | N 20° 15' 31.5E | 540.026 | 198.663 | - 2846.125 | 14 160.613 | PI-16 |
| PI-6 | PC-50249 | 200.631 | 181° 15' 17.3 | N 10° 32' 24.7E | 198.901 | 26.376 | - 325.473 | 13 083.922 | PC-50249 |
| PI-9 | PC-50301 | 152.01 | 168° 22' 21.3 | N 9° 56' 22.5E | 147.126 | 23.793 | - 553.053 | 13 182.267 | PC-50301 |

TABLA No. 6
REGISTRO DE CALCULO DE LA POLIGONAL DE APOYO, DEL PI-16 AL PI-20, DEL TRAMO F.C.C. LOS REYES - RIO DE LOS REMEDIOS.

| L A D O | | DIST HOR | ANG HOR | RUMBO AST | PROYECCIONES | | COORDENADAS | | VERT. |
|---------|-------|----------|---------------|----------------|--------------|----------|-------------|------------|-------|
| EST | P V | | | | Y | X | Y | X | |
| PI-15 | PI-16 | | | N 21° 16' 53"E | | | 2 948.126 | 14 160.613 | PI-16 |
| PI-16 | PI-17 | 59.662 | 135° 21' 10"E | N 23° 13' 38"W | 54.810 | - 23.561 | 2 902.936 | 14 131.046 | PI-17 |
| PI-17 | PI-18 | 342.495 | 227° 17' 23"E | N 24° 07' 25"E | 493.283 | 220.002 | 3 396.521 | 14 351.043 | PI-18 |
| PI-18 | PI-19 | 415.460 | 164° 51' 24"E | N 13° 52' 44"E | 461.576 | 114.001 | 3 858.091 | 14 411.109 | PI-19 |
| PI-19 | PI-20 | 382.990 | 176° 11' 24"E | N 10° 14' 14"E | 371.091 | 66.910 | 4 235.186 | 14 533.079 | PI-20 |
| PI-20 | PI-21 | 26.5 128 | 170° 44' 31"E | N 00° 38' 25"E | 26.5 101 | 3.100 | 7 000.681 | 14 541.191 | PI-21 |
| PI-21 | PI-22 | 342.746 | 123° 49' 50"E | N 16° 38' 45"E | 327.516 | 98.233 | 4 629.763 | 14 640.038 | PI-22 |
| PI-22 | PI-23 | 454.911 | 123° 52' 25"E | N 10° 31' 13"E | 441.323 | 83.011 | 5 216.716 | 14 723.151 | PI-23 |
| PI-23 | PI-24 | 265.142 | 191° 19' 29"E | N 21° 50' 43"E | 234.912 | 124.125 | 5 511.233 | 14 847.274 | PI-24 |
| PI-24 | PI-25 | 236.477 | 180° 11' 52"E | N 23° 10' 54"E | 216.340 | 141.937 | 5 723.113 | 14 981.233 | PI-25 |
| PI-25 | PI-26 | 295.641 | 170° 43' 48"E | N 29° 34' 24"E | 266.220 | 141.909 | 5 934.291 | 15 136.137 | PI-26 |
| PI-26 | PI-27 | 223.985 | 160° 31' 33"E | N 30° 45' 25"E | 192.402 | 114.520 | 6 176.892 | 15 250.713 | PI-27 |
| PI-27 | PI-28 | 364.625 | 179° 00' 33"E | N 29° 46' 48"E | 316.495 | 181.199 | 6 493.981 | 15 431.912 | PI-28 |
| PI-28 | PI-29 | 465.320 | 161° 05' 20"E | N 30° 52' 15"E | 347.890 | 207.472 | 6 841.383 | 15 639.890 | PI-29 |
| PI-29 | PI-30 | 270.370 | 179° 38' 52"E | N 30° 31' 17"E | 252.730 | 132.300 | 7 074.204 | 15 777.194 | PI-30 |
| PI-30 | PI-20 | 497.150 | 161° 29' 53"E | N 31° 56' 14"E | 422.420 | 263.279 | 7 490.731 | 16 040.731 | PI-20 |
| * | total | De l'ops | | | | | | | |

II.6.- LEVANTAMIENTOS AUXILIARES PARA PLANIMETRIA DE DETALLES E INSTALACIONES.

Una vez tenida la línea de apoyo, fué necesario re presentar todo lo existente dentro de la faja de levantamiento hasta el límite de afectación marcado, ya fuera de tipo natu-- ral o artificial; por lo que fué necesario correr otras poligo nales de apoyo por los centros de las calles o por donde se pu diera, dejando vértices en las convergencias de calles para la fijación de detalles por radiaciones, por medio de normales a lo largo de las calles, como se ve en las figs. 33 y 34.

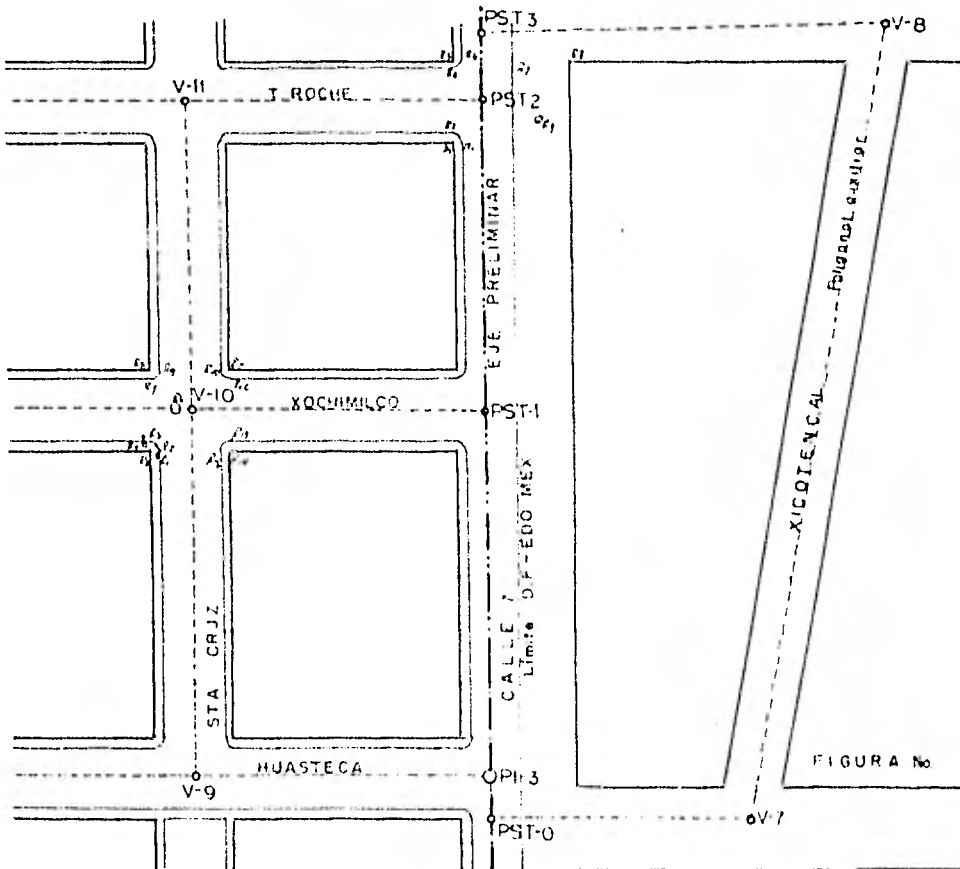
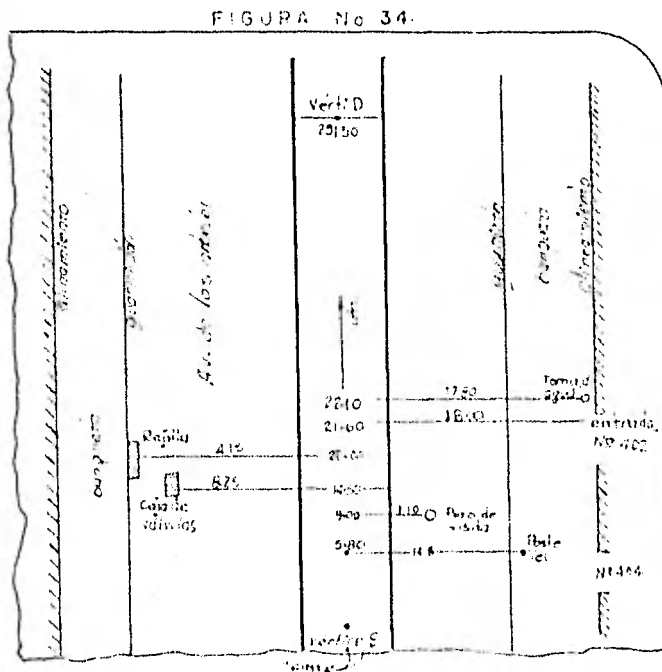


FIGURA No. 33

La fijación de detalles por radiación se hizo con tránsito y cinta de acero, o sea por ángulo y distancia como se observa en la fig. 33.

Para la fijación de detalles por normales, convino como guía un croquis en el centro de las hojas de la libreta de campo, llevando una columna que representa la cinta tendida sobre el polígono, para anotar en ella las distancias o cadenamientos a partir del vértice, y a ambos lados de la columna, - las medidas normales a los detalles que se encontraban.



DATOS Y DETALLES LEVANTADOS.

Fué necesario conformar un padrón condensado de elementos a lo largo del derecho de vía, que deberán estar perfectamente localizados desde el trazo preliminar. Considerando

se los siguientes:

De control y uso de tierra:

Límites reales de predios

Números oficiales de predios

Número de niveles de construcción

Uso

Tipos de construcción

De auxilio en trazo:

Arboles con diámetro medido a un metros de altura.

Guarniciones

Camellones

Prados y setos

Paramentos

Sardineles vehiculares

Sardinales peatonales

Límites de pavimentos

Banco de Nivel Profundo

Puntos de Nivelación

Puntos de Control Topográfico

De instalaciones de Servicios Públicos

Postes de luz

Postes de Telégrafo

Postes de Teléfono

Postes de tranvía

Postes de Trolebús

Postes de Retenida

Postes con lámparas

Postes con señalamiento vertical

Postes con nomenclatura
Arbotante sencillo
Arbotante doble
Farola Sencilla
Farola doble
Farola cuádruple
Registro de luz y fuerza
Registro de Telégrafo
Registro de Teléfono
Registro de Alumbrado
Registro de Pemex
Registro de Agua Potable
Registro de Semáforos
Coladera Pluvial
Coladera de Piso
Brocales
Cajas de Agua Potable (Válvulas)
Cajas de Agua Potable (Banqueta)
Semáforo
Caseta de Teléfono
Caja de Teléfono
Transformador
Vía de P.F.C.C.
Vía de Tranvía
Señal superficial de Pemex
Torre de Alta Tensión y Voltaje
Mufas
Pasos de Peatones
Juegos infantiles

Estaciones de Bombeo

Varios

Arriates

Fuentes de Agua

Monumentos

Registros Cablevisión

Edificios Públicos

Posos de Agua

Canales

Cercas

Bardas y otros.

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO ALTIMETRICO

En todas las obras de Ingeniería Civil, es necesario tener un control vertical, ya que todos los puntos en el espacio deben de referirse a un Sistema de Coordenadas Tridimensionales; el plano de referencia para ubicar el punto y determinar la elevación, cota o altitud, es el nivel medio del mar. El determinar la elevación de todos los puntos sobre la superficie del terreno, se le denomina estudio altimétrico o simplemente nivelación (ya sea en eje longitudinal o en eje transversal). Para realizar esta labor se procede de diversas formas: 1o.- Indirectas: Barométricamente y Trigonométricamente y 2o.- Directa: Topográfica.

En el primer caso se determinan las elevaciones mediante las variaciones de la presión atmosférica, por medio del barómetro aneróide; en la segunda de las indirectas, se determinan los desniveles de los puntos mediante la medición del ángulo vertical que se forma por las visuales a los puntos superior e inferior o a un plano horizontal de referencia, empleando las propiedades de los triángulos rectángulos, y sumando o restando el desnivel a la cota del punto estación. La nivelación Topográfica consiste en determinar diferencialmente el desnivel que existe entre un punto de partida a otro de llegada, mediante el empleo del instrumento topográfico denominado nivel fijo o equialtímetro; con cuyo aparato se pueden hacer nivelaciones diferenciales simple, compuesta, por doble puesta de aparato y por doble puesta de estadal.

III.1.- NIVELACION DEL EJE PRELIMINAR.

El control vertical de un eje preliminar es de suma importancia, ya que es la estructura básica para ubicar todos los puntos del terreno natural y los puntos integrantes de las obras futura.

Para realizar este trabajo en Vías Terrestres se emplea una metodología semejante, la cual consiste en realigar una nivelación diferencial simple o compuesta por medio de puntos de liga (PLs), apoyada en el eje preliminar, partiendo de un banco de nivel que se haya establecido con una precisión considerable, y de preferencia pertenezca a la red de Bancos de Nivel de la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, o a otra Red de crédito conocido; para el caso que nos ocupa, se tomaron como base los Bancos de Nivel establecidos por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, los cuales se establecieron a su vez mediante nivelaciones de precisión de los Bancos Inamovibles que la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos ha establecido en lugares estratégicos de los Cerros del Peñon, Atzacocalco, etc.

A cada 500 m. y a lo largo de la línea, se fijaron nuevos bancos de nivel sobre mojoneras de concreto estratégicamente ubicadas fuera de la zona de afectación de la futura vialidad, para ser usados en el control de la construcción de las obras. Simultáneamente se llevó la nivelación de las estaciones a cada 20 m., y en los puntos de importancia del Eje previamente trazado.

III.2.- METODO Y EQUIPO EMPLEADO.

Método.- El método seguido para la nivelación del eje fué por doble altura de aparato por la facilidad de ir comprobando en bancos de nivel ya existentes; y para el trazo seccionando a cada 20 M., se usó la nivelación de perfil, de manera simultánea, pudiéndose registrar de modo totalmente independientes, pues se van comprobando las diferencias de lecturas - entre PLs consecutivos.

En virtud de que por este método se obtienen dos - valores o más para el desnivel total, el valor más probable será la media aritmética de ellos; y el error de cada nivelación es la diferencia que tenga con dicho valor más probable.

Nivelación de Perfil.- Tiene por objeto determinar las cotas de puntos a distancias conocidas y que han sido marcados de antemano sobre un trazo, para obtener el perfil del mismo. Por facilidad las distancias entre los puntos se toman iguales, según el módulo que convenga.

El procedimiento es enteramente semejante al de la nivelación diferencial debiéndose seguir las mismas indicaciones y precauciones; la diferencia estriba en que en cada posición del aparato, entre dos puntos de liga, se toman también - lecturas en los puntos del trazo establecidos.

En estos puntos del trazo, el estadal se coloca en el terreno pues es el dato que se necesita y las lecturas en ellos no requieren ni la aproximación ni el cuidado que se tie

ne para cuando se lee en bancos o puntos de liga que son el control de la nivelación. Los (PLs) pueden ser puntos del trazo, si reúnen los requisitos para ello.

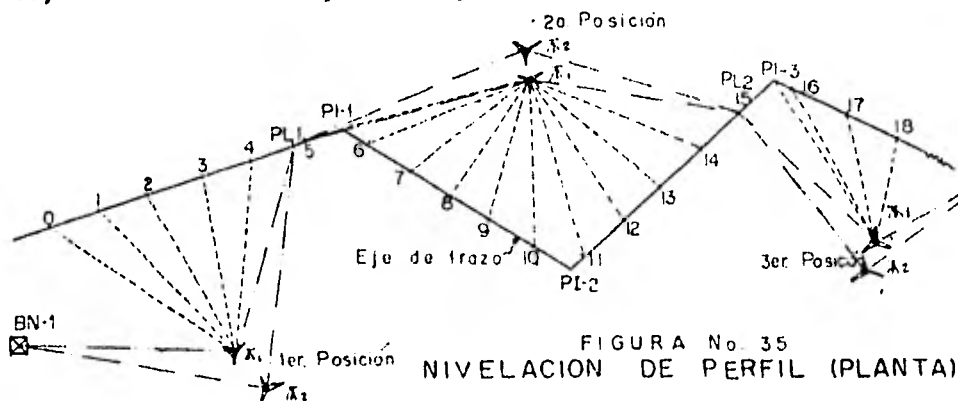


FIGURA No. 35
NIVELACION DE PERFIL (PLANTA)

Tabla No 7 REGISTRO UTILIZADO

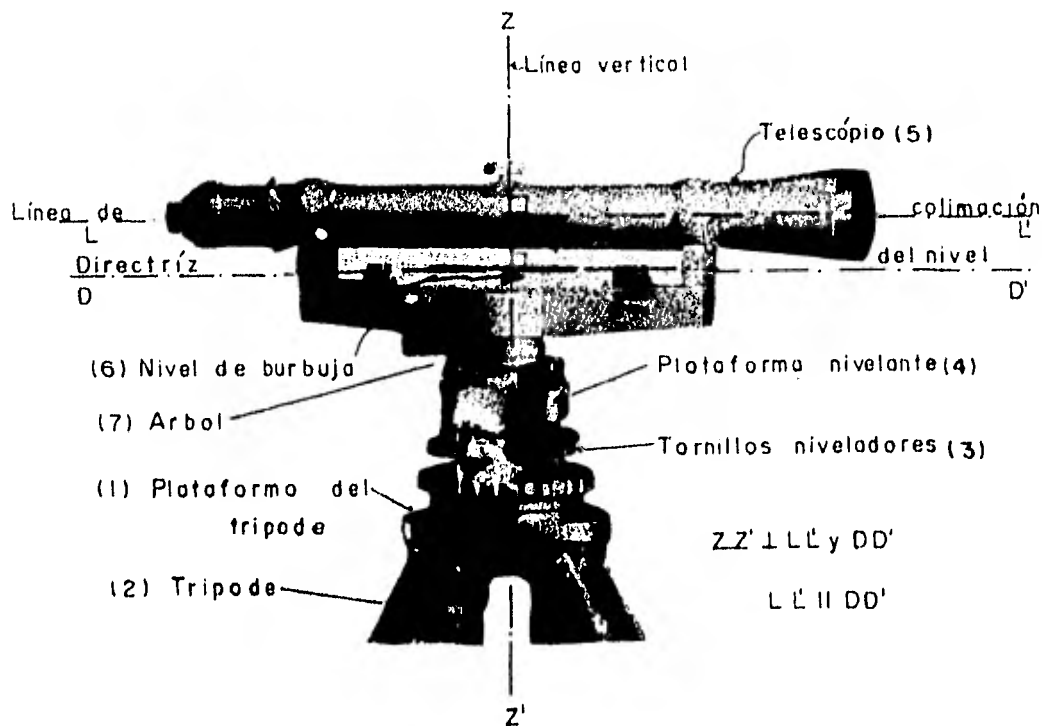
| P. O. | LECT. ATRAS (+) | LECT. ADEL. (N y PL (-)) | PUNTOS DEL TRAZO (-) | COTAS |
|--------|-----------------|--------------------------|----------------------|-----------|
| BN1 | 2.950 | | | 50.000 |
| BN1 | 2.864 | | | 50.000 |
| 0 | | | 2.668 | 50.282 |
| 1 | | | 2.391 | 50.559 |
| 2 | | | 1.955 | 50.995 |
| 3 | | | 1.447 | 51.503 |
| 4 | | | 1.582 | 51.368 |
| PL1 | 1.666 | 0.392 | | 52.558 |
| PL1 | 1.879 | 0.307 | | 52.557 |
| 5 | | | 0.590 | 53.634 |
| PI-1 | | | 0.714 | 53.510 |
| 6 | | | 0.591 | 53.633 |
| 7 | | | 0.912 | 53.312 |
| 8 | | | 1.235 | 52.989 |
| 9 | | | 1.138 | 53.086 |
| 10 | | | 1.483 | 52.741 |
| PI-2 | | | 1.537 | 52.687 |
| 11 | | | 1.732 | 52.501 |
| 12 | | | 1.834 | 52.390 |
| 13 | | | 1.854 | 52.370 |
| 14 | | | 1.933 | 52.291 |
| PL2-15 | | 3.699 | | 50.525 |
| PL2-15 | | 3.911 | | 50.525 |
| BN2 | | | | Cota BN-2 |

EQUIPO EMPLEADO PARA LA NIVELACION GEOMETRICA O POR ALTURAS.

Los instrumentos empleados en la nivelación diferencial, llamados en general Equialtímetros o Niveles Fijos, consisten, en esencia, en un nivel de burbuja y un anteojo, cuyos elementos son paralelos entre sí, de modo que, al calar el nivel, queda horizontal el eje de colimación del anteojo.

Los niveles se pueden clasificar en tres grupos principales:

- 1.- Niveles fijos (o niveles Dumpy)
- 2.- Niveles de montaje rápido, inclinables o basculantes.
- 3.- Niveles automáticos.



Figuro No. 36.

La figura 36 representa un nivel fijo reducido a su forma más sencilla. Comprende las siguientes partes:

a).- Plataforma del trípode (1). Es la placa de base, roscada que sirve para fijar el instrumento al trípode (2).

b).- Dispositivo de nivelación. Mediante tornillos niveladores (3), se ajustan los pies de los tornillos de nivelación a la plataforma del trípode (1).

c).- Plataforma Nivelante (4). Es la plataforma principal que se asienta sobre los tornillos de nivelación y soporta el resto del instrumento.

d).- Anteojo (5). Esta montado en un árbol (7) que gira libremente dentro de la plataforma nivelante (4)

e).- Nivel de burbuja (6) montado debajo del anteojo (5).

2.- Niveles Inclinales o Basculantes. Como el que se muestra en la fig. No. 37.

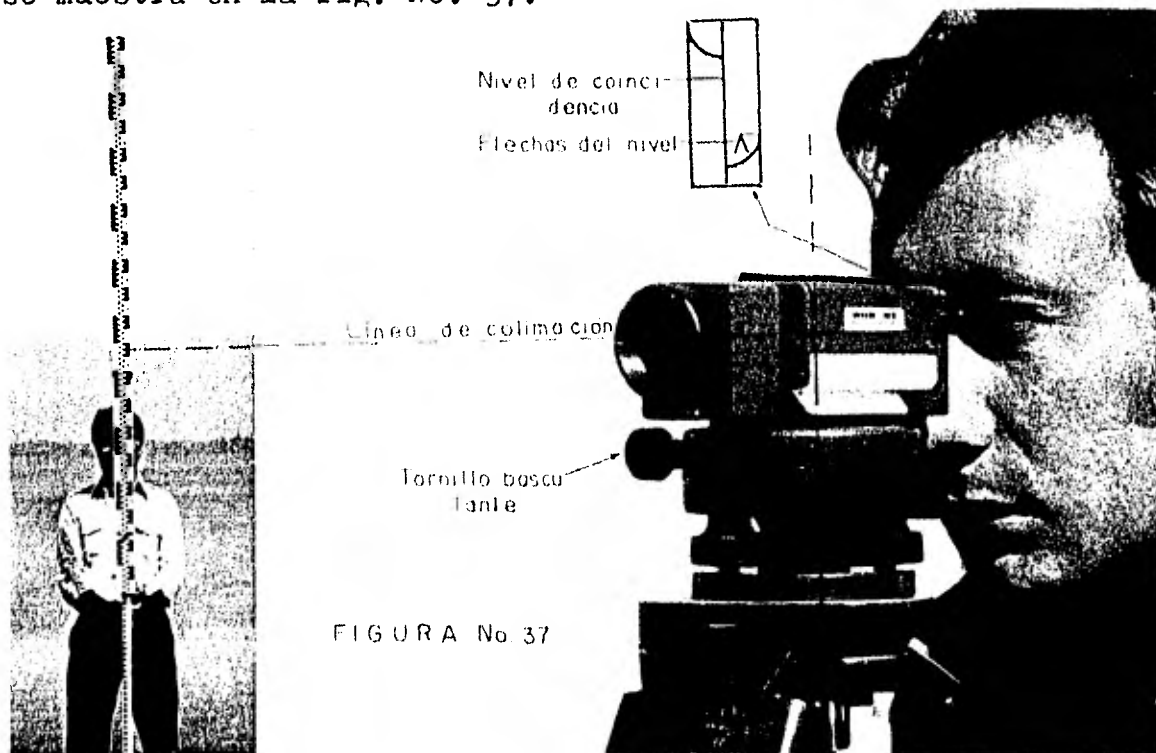


FIGURA No 37

La mayoría de los niveles actuales corresponden a esta categoría. El instrumento se nivela rápida y aproximadamente, usando los tornillos niveladores o, como alternativa, una articulación esférica grande. Luego, cada vez que se visa, se nivela el telescopio con un tornillo, que actúa sobre el eje interior, como en el caso del nivel basculante de Wild. El telescopio está articulado en el lado anterior de la placa superior y en consecuencia "la inclinación" producirá un cambio muy ligero en la altura de la línea de Colimación, Fig. 37

Lectura de burbuja por coincidencia. Tanto en el nivel fijo como en el inclinable, la burbuja del nivel se ajusta a ojo hasta centrarla en las graduaciones del tubo de la burbuja. Pero muchos niveles basculantes modernos tienen ahora un sistema óptico que permite ver la imagen de ambos extremos de la burbuja uno junto al otro en el mismo campo de visión mediante un lector de burbuja de coincidencia, como se muestra en la fig. 38

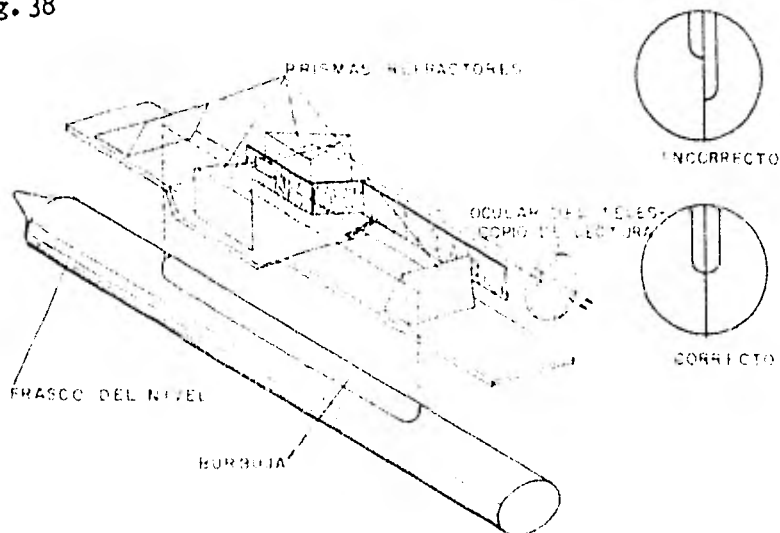


FIG No. 38 LECTOR DE BURBUJA DE COINCIDENCIA

3.- Niveles Automáticos. En estos niveles la visual se nivela automáticamente dentro de ciertos límites, mediante un compensador óptico suspendido como un péndulo y que se inserta en el camino de los rayos a través del anteojo, fig. 39.

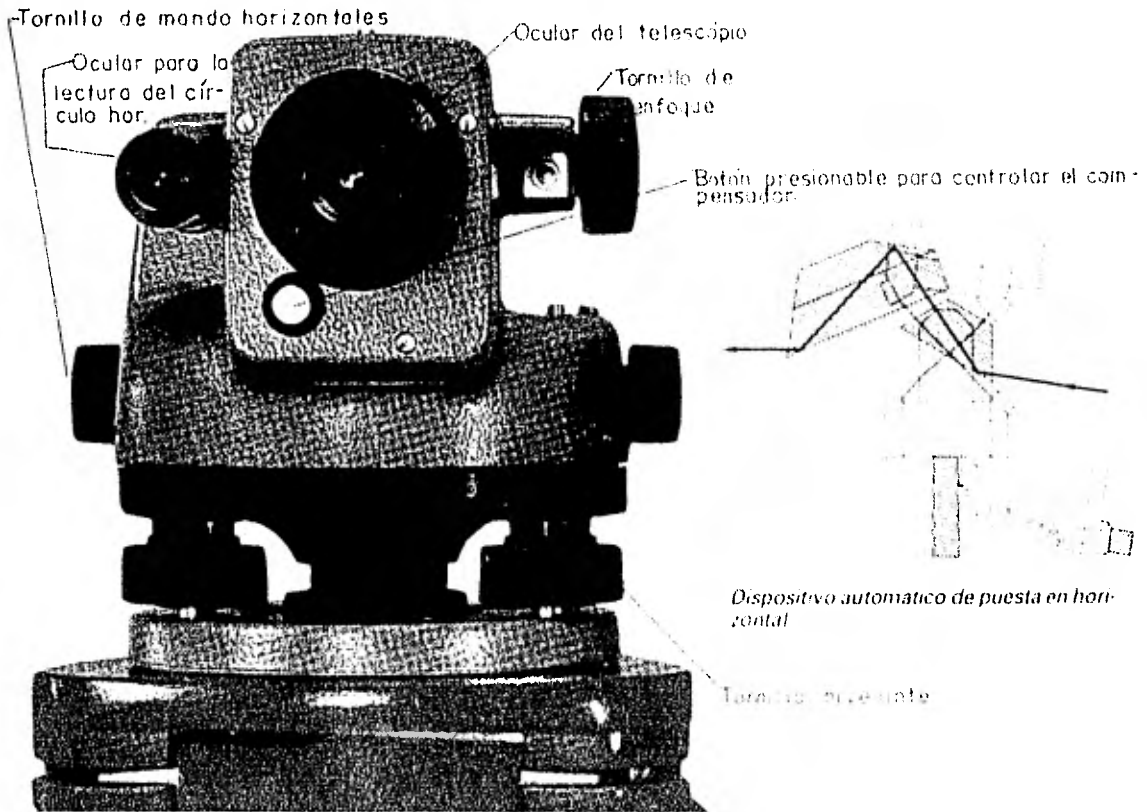


FIGURA N.º 39

III.3.- SECCIONES TRANSVERSALES.

Con el objeto configurar cualquier área y en este caso la franja de terreno del trazo, es decir para obtener las curvas de nivel de la zona que se está levantando, existen varios métodos entre los cuales está el de secciones transversales. Este Procedimiento consiste en obtener el perfil de una línea perpendicular o no al eje de trazo, con una determinada

secuencia o equidistancia. Fundamentalmente este tipo de trabajo se utiliza para la configuración en el trazo de caminos o de formación del perfil transversal natural para que en base a él se haga la sección de proyecto correspondiente. Pueden ser de dos formas a saber:

- 1.- Secciones Transversales con nivel fijo o con nivel montado y.
- 2.- Secciones transversales con nivel de mano o con clisímetro usado como nivel de mano.

El tipo de nivel que se use dependerá de la precisión del trabajo por realizar y de lo abrupto o plano que sea la topografía objeto del trabajo; para el trabajo que se viene describiendo se empleó el nivel fijo.

Existen únicamente dos métodos para el levantamiento de secciones transversales:

- a).- El de perfil y,
- b).- El de cota redonda.

El Método de secciones transversales por el Sistema de Perfil consiste en ir colocando el nivel fijo (o el observador con el nivel de mano) en una posición adecuada desde donde pueda leer la lectura del estadal puesto encima de la estaca correspondiente; esa lectura de signo positivo (+), sumada a la cota de la estaca produce la lectura del instrumento a la cual se deben restar todas las lecturas de adelante que son de signo negativo (-), para obtener las cotas de los puntos de

quiebre, siempre y cuando el aparato no haya sido movido de su posición original; en caso de que por efecto de la topografía de la sección sea necesario mover el instrumento, se tendrá que escoger un punto de liga (PL), y determinar la nueva altura del Instrumento, a la cual se le restarán todas las nuevas lecturas de adelante. Las distancias de todas y cada uno de los puntos de quiebre, se miden con cinta de lienzo, teniendo como origen el cadenamamiento de la línea o trazo a seccionar. De esta manera los datos de las secciones se van registrando de manera que las que quedan a la izquierda del trazo en el sentido del cadenamamiento son "Izquierdas" y las otras serán "derechas". Las medidas deben ser perpendiculares al trazo y el registro es de la forma de la figura No. 40, en donde en el numerador se anotan las distancias y en el denominador los desniveles o lecturas del estadal en cada punto; salvo en la estación de partida en donde el numerador indica el cadenamamiento y el denominador la cota correspondiente.

Cuando las distancias no puedan ser referidas al eje por cualquier circunstancia, se hace la observación correspondiente en el registro: finalmente mediante el cálculo se determina las elevaciones de cada uno de los quiebres en su lugar correspondiente. En la fig. No. 40 se muestra esquemáticamente una sección transversal y el registro correspondiente.

METODO DE SECCIONES TRANSVERSALES POR EL SISTEMA DE COTA REDONDA.- El procedimiento consiste en lo siguiente:

a).- Primer paso: se determina la altura de ojo del observador; esto se debe llevar a efecto en un lugar sensiblemente plano y colocando el estadal frente y lo más cercano po-

quiebre, siempre y cuando el aparato no haya sido movido de su posición original; en caso de que por efecto de la topografía de la sección sea necesario mover el instrumento, se tendrá que escoger un punto de liga (PL), y determinar la nueva altura del Instrumento, a la cual se le restarán todas las nuevas lecturas de adelante. Las distancias de todas y cada uno de los puntos de quiebre, se miden con cinta de lienzo, teniendo como origen el cadenamamiento de la línea o trazo a seccionar. De esta manera los datos de las secciones se van registrando de manera que las que quedan a la izquierda del trazo en el sentido del cadenamamiento son "Izquierdas" y las otras serán "derechas". Las medidas deben ser perpendiculares al trazo y el registro es de la forma de la figura No. 40, en donde en el numerador se anotan las distancias y en el denominador los desniveles o lecturas del estadal en cada punto; salvo en la estación de partida en donde el numerador indica el cadenamamiento y el denominador la cota correspondiente.

Cuando las distancias no puedan ser referidas al eje por cualquier circunstancia, se hace la observación correspondiente en el registro; finalmente mediante el cálculo se determina las elevaciones de cada uno de los quiebres en su lugar correspondiente. En la fig. No. 40 se muestra esquemáticamente una sección transversal y el registro correspondiente.

METODO DE SECCIONES TRANSVERSALES POR EL SISTEMA DE COTA REDONDA.- El procedimiento consiste en lo siguiente:

a).- Primer paso: se determina la altura de ojo del observador; esto se debe llevar a efecto en un lugar sensiblemente plano y colocando el estadal frente y lo más cercano po-

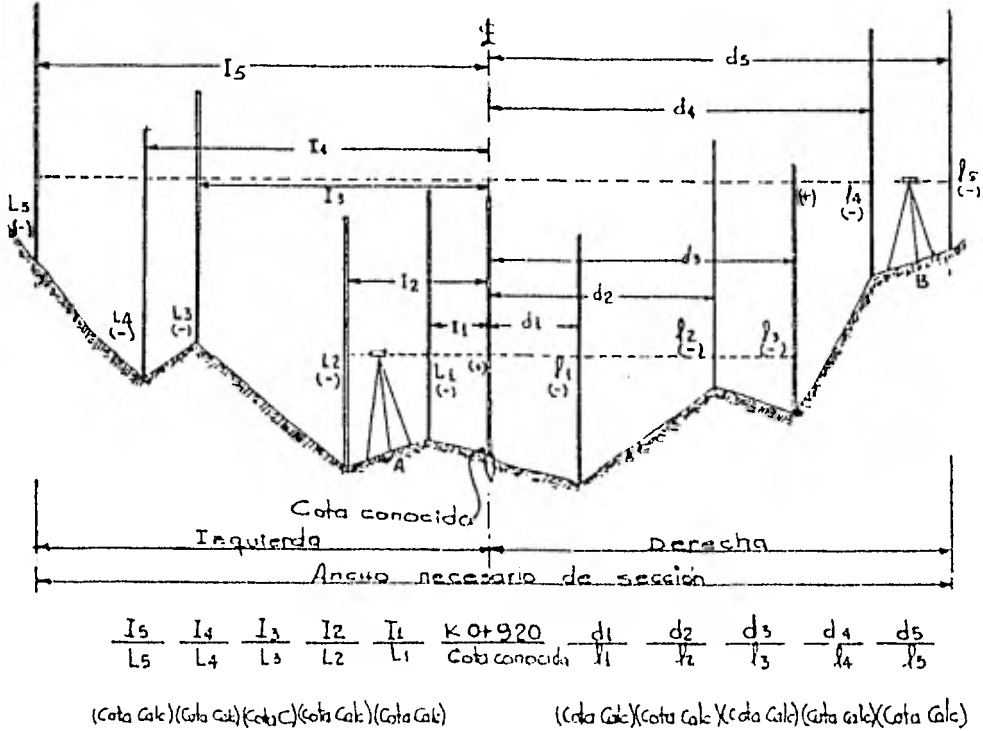


FIGURA No. 40

sible al observador, cuya altura debe ser igual a la lectura - que haga en el estadal.

b).- El observador se coloca en una posición tal - que pueda leer claramente el estadal colocado sobre la estaca, o bien el observador se coloca encima de la estaca para determinar en una u otra forma la cota de observación, que debe ser la cota de la estaca más la lectura atras (+) o bien, la cota de la estaca más la lectura del ojo del observador.

c).- Una vez determinada la cota de observación se le resta a la cota cerrada inmediata superior e inferior de la cota de la estaca y proceder a mover el estadal, sobre la línea

de la sección transversal, hasta poder leer las diferencias de lecturas calculadas como ya se dijo anteriormente; de esa misma manera se va detectando las posiciones de las cotas redondas inmediata superior e inferior a la cota de la estaca de partida del eje.

d).- Si la sección transversal es descendente a partir de la estaca central, los movimientos son los siguientes: El observador se coloca precisamente encima del punto de cota redonda del propio punto más la altura de ojo del observador; en este caso el estadalero va buscando la posición sobre el alineamiento de la sección hasta que el observador haga la lectura que necesita.

Siguiendo el mismo procedimiento, el observador se para en el nuevo punto (cuya distancia al origen ha sido ya medida), y vuelve a leer en el estadal una lectura igual a la cota de observación menos la cota buscada, que será ya una cantidad constante. Para poder hacer la lectura, el estadal tiene que moverse sobre el alineamiento de la sección transversal, hasta alcanzar la distancia que debe levantarse.

En el caso de que sea ascendente el terreno entonces el observador es el que se va moviendo hacia arriba hasta encontrar una lectura tal en el estadal que sea igual a la cota redonda buscada más la altura de ojo; luego se mide la distancia al origen. De igual manera se continúa con una lectura en el estadal constante hasta el límite de distancia horizontal convenida para configuración.

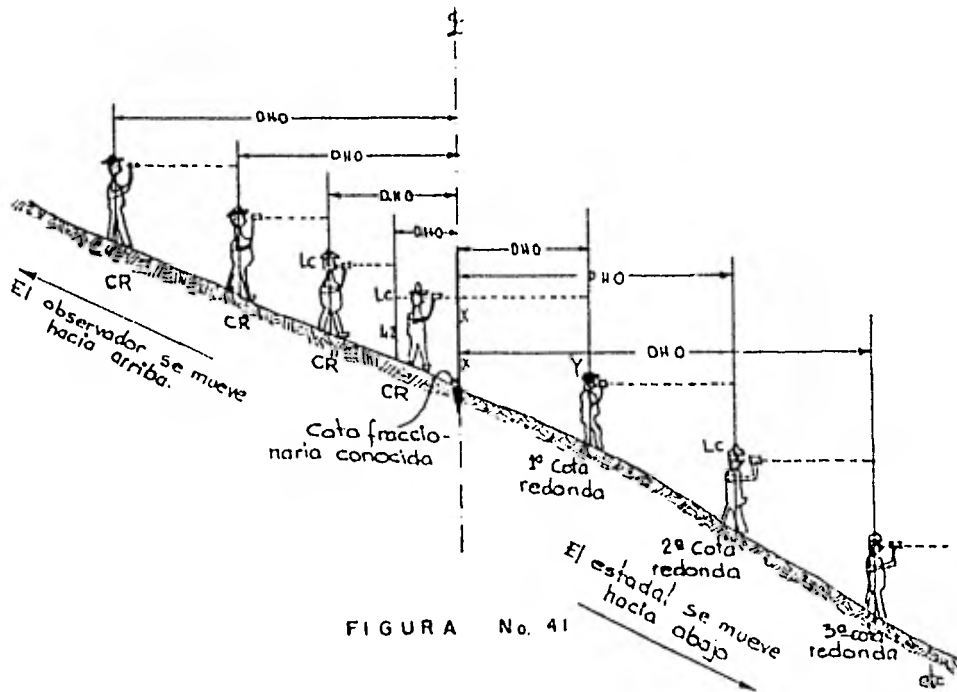


FIGURA No. 41

X: lectura en estadal

$$\text{Cota Observ} = \text{Cota conocida} + X$$

Y: Cota observ - Cota redonda

$$1a \text{ Cota R} = \text{Cota Observ} - Y$$

$$2a \text{ CR} = 1a \text{ CR} + \text{altura de ojo Observ} - LC.$$

$$3a \text{ CR} = 2a \text{ CR} + \text{altura de ojo Observ} - LC.$$

LC = Lectura constante = equidistancia de curvas + altura de ojo.

$$L2 = \text{Cota Observ} - \text{Cota redonda inmd. sup.}$$

El registro será igual al de las secciones de perfil:

fil:

| <u>D.H.O</u> | <u>D.H.O</u> | <u>D.H.O</u> | <u>Km. de la Estaca</u> | <u>Dist. hor. al orig.</u> | <u>D.H.O</u> | <u>D.H.O</u> |
|--------------|--------------|--------------|-------------------------|----------------------------|--------------|--------------|
| C.R. | C.R | C.R. | Cota de la Est. | C. R. | C.R. | C.R. |

III.4.- ESPECIFICACIONES Y TOLERANCIAS.

NIVELACION.

- a).- Se deberá efectuar una nivelación del eje de trazo preliminar y una del eje de trazo definitivo.
- b).- Las nivelaciones deberán ser de tipo diferencial, estableciéndose bancos de nivel a cada 500 m.
- c).- Deberán efectuarse nivelaciones de cierre entre bancos consecutivos a base de PLS (que servirán como bancos auxiliares)
- d).- La tolerancia de cierre de nivelaciones entre bancos consecutivos deberá ser de 0.005 m.
- e).- Los bancos de nivel deberán colocarse fuera de la zona de construcción, en mojoneiras de Tipo MTBN, referencia de acuerdo con la norma presentada.
- f).- La ubicación de los PLS (Bancos auxiliares) podrá ser sobre guarniciones, bases de postes etc.

SECCIONES DE TOPOGRAFIA

- a).- Las secciones de topografía tienen como finalidad, determinar la altimetría de la sección y detectar los elementos planimétricos existentes.
- b).- Las secciones de topografía podrán formar cualquier ángulo con su eje de apoyo, debiendo --

consignarse el valor del mismo.

- c).- En el caso de tangentes largas (de más de 100 M.) se estima conveniente que sean normales.
- d).- Las secciones deberán abarcar el derecho de vía existente y siempre que sea posible, el ancho necesario para fines de proyecto.
- e).- El seccionamiento se llevará a cabo apoyándose sobre las estaciones o puntos de estación del eje de trazo preliminar.
- f).- Las nivelaciones de las secciones de topografía, deberán ser efectuadas con nivel fijo.
- g).- El levantamiento de elementos planimétricos deberá efectuarse con tránsito, determinando ángulo y distancia con relación al eje del trazo preliminar.

MOJONERA TIPO PARA BANCO DE NIVEL (MTBN).

Características:

| | |
|---------------|-----------------|
| Base inferior | 30 cm. por lado |
| Base superior | 10 cm. por lado |
| Altura | 50 cm. |

Se construirá de concreto de $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$. En la base superior deberá colocarse una placa de metal conteniendo la clave de identificación del banco y su elevación relativa al milímetro; se colocará en su caso, pegada al paramento de las construcciones, sobresaliendo 1 cm. sobre el nivel de banqueta.

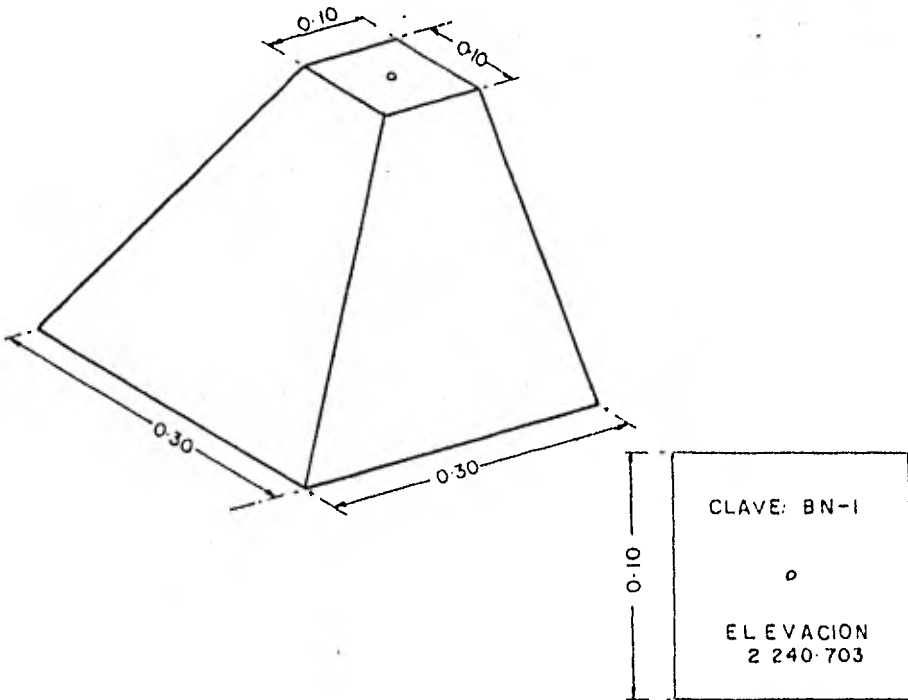
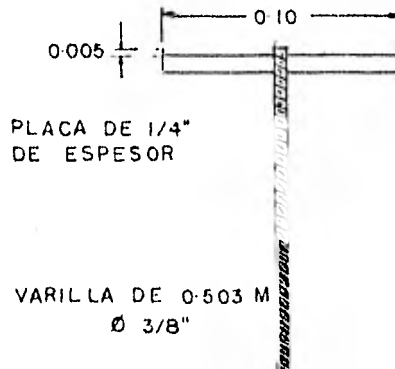


FIGURA No. 42 MOJONERA TIPO PARA
BANCO DE NIVEL (MTBN)



PLACA DE 1/4"
DE ESPESOR

VARILLA DE 0.503 M
Ø 3/8"

C A P I T U L O I V

ELABORACION DE PLANOS TOPOGRAFICOS.

Los planos topográficos registran en forma conveniente y legible las características físicas del terreno, determinadas por el levantamiento planimétrico y altimétrico. Las medidas se hicieron en forma tal, que al llevarse al papel los puntos necesarios, cumplieran el propósito para el cual se elaboraron.

1.- PLANOS DE PLANIMETRIA.

Para representar los elementos naturales y artificiales habidos en el terreno, comprendido en la franja en donde se construirán las obras de vialidad y de acceso del Anillo Periférico; se dibujaron en hojas de papel Cronaflex de 2.365m. de longitud y un ancho promedio de 1.07 mts., en dichas hojas se representó un Kilómetro del trazo, con sus respectivos traslapes de 50 m., atrás y adelante.

Todos los puntos de inflexión, de tangencia, y vértices de poligonales se ubicaron mediante sus coordenadas respectivas; los detalles se localizaron con transportador y escalímetro. Se empleó la simbología aprobada por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano. Se le dibujó el norte tipo, escala gráfica y sus líneas de traslape, así como el croquis de localización del tramo dibujado, todos estos elementos se hicieron respetando las normas establecidas. Se emplearon grafos, -

reglillas y puntos según especificaciones.

Se presenta un tramo de plano planimétrico como ejemplo con todos sus detalles.

2.- PERFILES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.

Para representar la forma del terreno en corte a través del eje de trazo, y su elevación con respecto a un plano de referencia, que normalmente es el nivel medio del mar; se tomaron los datos de la nivelación de perfil, mencionada en el capítulo anterior y se dibujaron en rollos de papel milimétrico.

De la misma forma se tomaron los datos de las secciones transversales, y se dibujaron a la escala conveniente, tomando en cuenta las especificaciones que se anotan en el inciso siguiente.

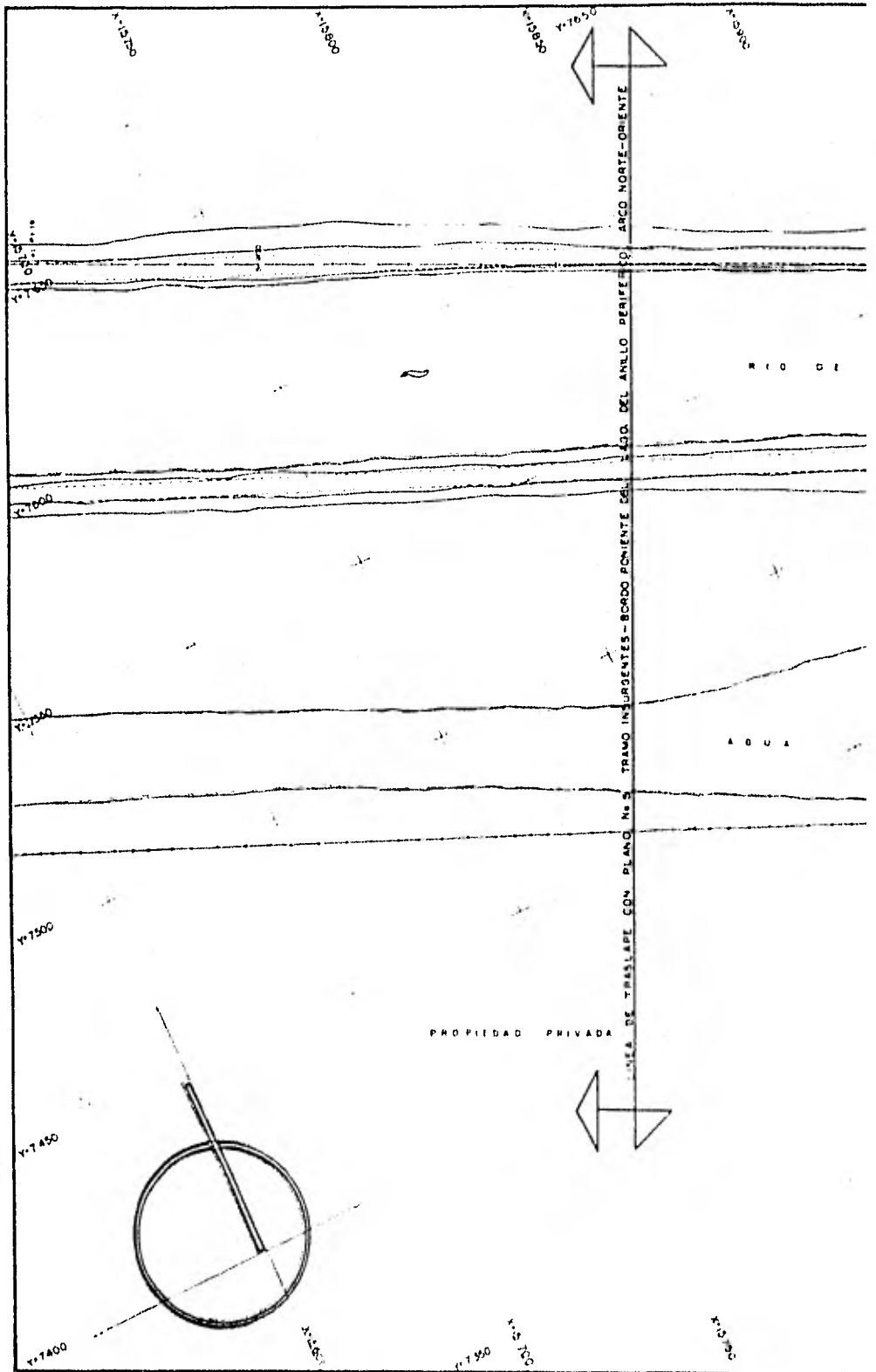
3.- ESPECIFICACIONES.

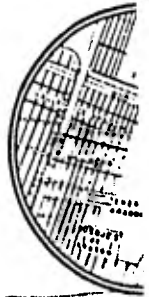
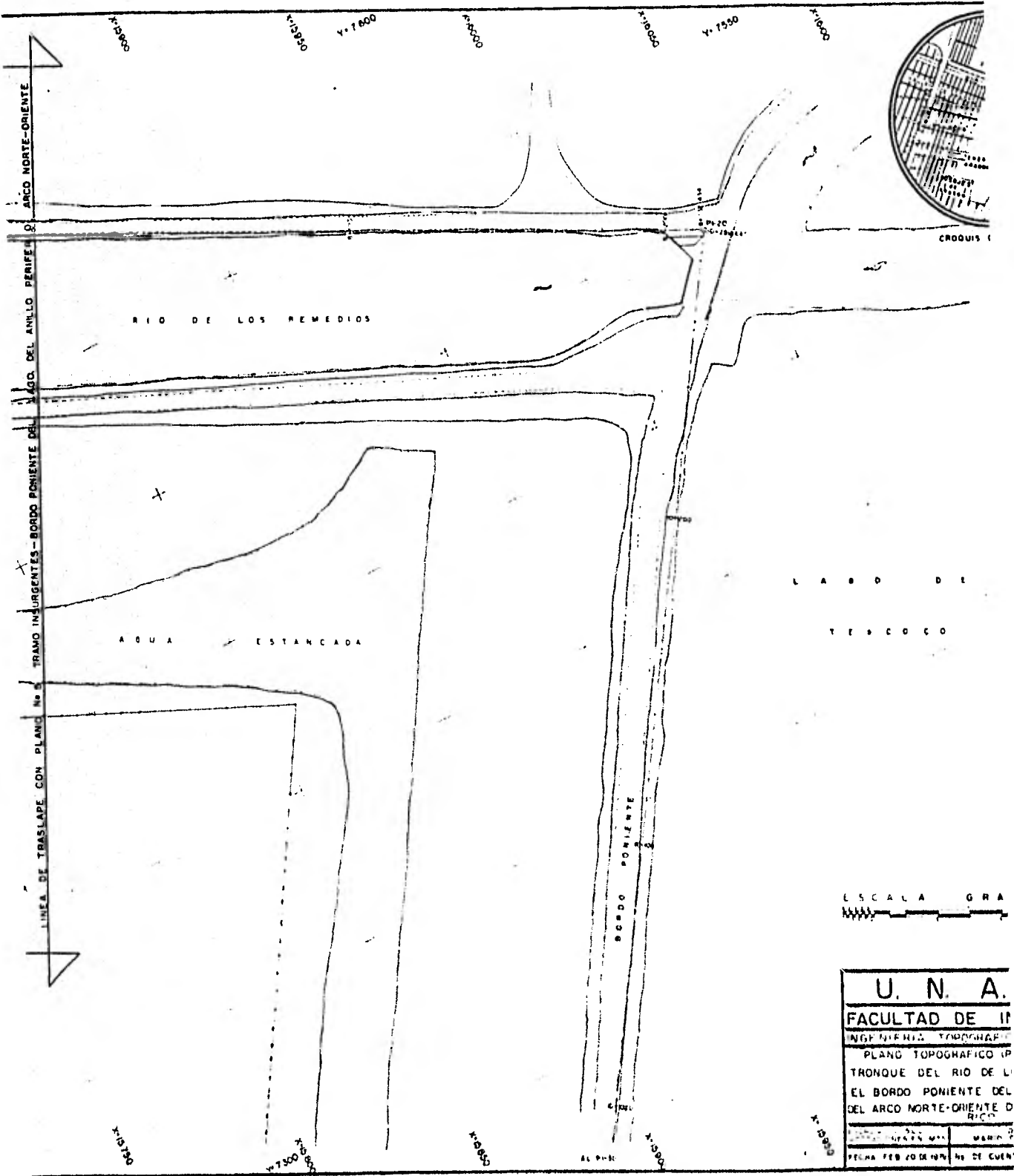
Se presentan las especificaciones que se emplearon para el trabajo desarrollado.

a).- ESCALAS.

a.1).- Las plantas deberán dibujarse a escala 1:500

a.2).- Las plantas de detalle se deberán dibujar a la escala adecuada a fin de poder apreciar claramente los detalles a representar.





CROQUIS

| | |
|--|------------|
| U. N. A. | |
| FACULTAD DE INGENIERIA TORREON | |
| INGENIERIA TOPOGRAFICA | |
| PLANO TOPOGRAFICO (P) | |
| TRONQUE DEL RIO DE LOS REMEDIOS | |
| DEL BORDO PONIENTE DEL ARCO NORTE-ORIENTE DEL LAGO DE LOS REMEDIOS | |
| FECHA FEB 20 DE 1974 | NO DE CUEN |

- a.3).- Los perfiles deberán ser dibujados a escalas:
- horizontal 1:500
 - vertical 1:50
- y por tramos de 1 Km.
- 2.4).- Las secciones deberán ser dibujadas a escalas:
- Derecho de Vía menor de 50 m.
 - horizontal 1:100
 - vertical 1:10
 - Derecho de Vía mayor de 50 m.
 - horizontal 1:200
 - vertical 1:20
- b).- El tamaño de los planos se sujetará a lo establecido.
- c).- La simbología deberá sujetarse al modelo aprobado por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.
- d).- Puntos, reglillas y plumillas a emplear para dibujo
- d.1).- Coordenadas A01 - 140 - 1
 - d.2).- Paramentos existentes A02
 - d.3).- Guarniciones existentes A01
 - d.4).- Instalaciones especiales:
 - Semáforos, hidrantes, postes, registros, --
 - diámetros de árboles etc. 60 - 000
 - d.5).- Escala gráfica 140 - 1, numeración 60- 000 A01 y T 2.5 (según croquis).
 - d.6).- Croquis de localización 140 - 1, 7.5 cm. de

radio A01 y T 1.25, Esc. 20,000 manzanas
A01, marcando tramo en proyecto T 1.6 Nom-
bre de calles en el tramo en proyecto, nom-
bre de calles principales 60 - 00 y colo-
nias 120 - 0

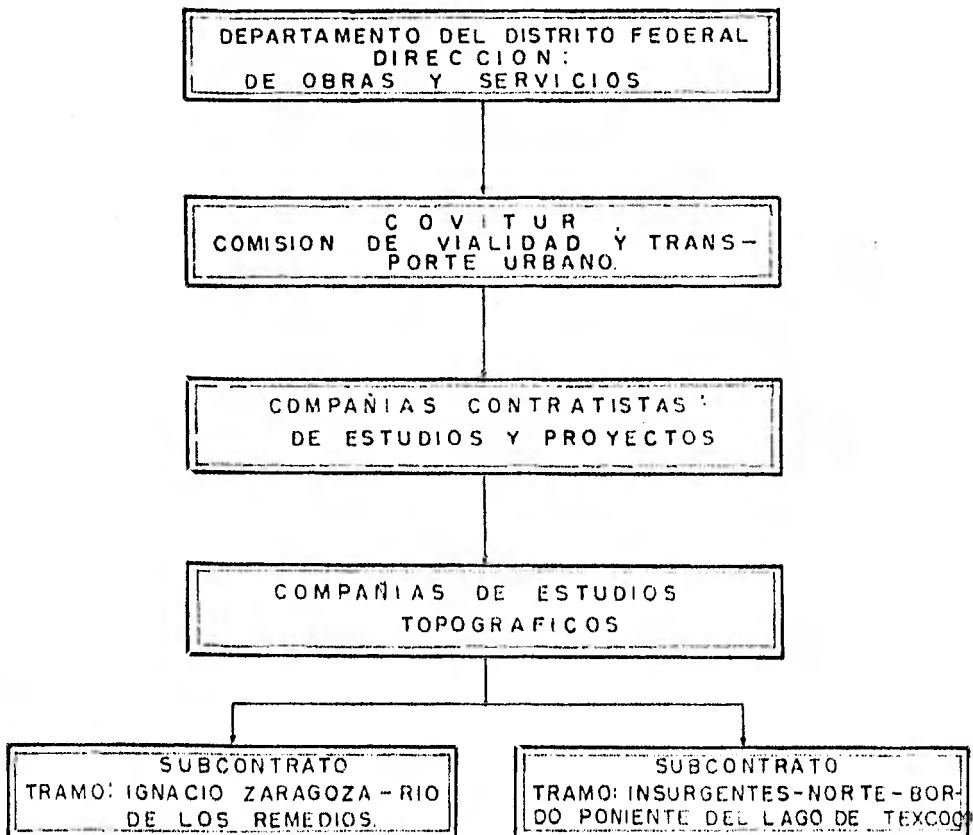
- d.7).- Posición del norte 5 cm. de radio A01 y
T 1.25 (según croquis).
- d.8).- Secciones parciales y totales A01, 80-00 y
límite de Cota A03
- d.9).- Punto de inflexión, punto de comienzo, pun-
to de terminación 120-0
- d.10).-Nombre de calles 140-1 sin faltas de orto-
grafía, leídos en base al letrero del D.D.F.
- d.11).-Notas 175-1, texto 140-1
- d.12).-Línea de traslape 140-1 y A06

CAPITULO V

ORGANIZACION

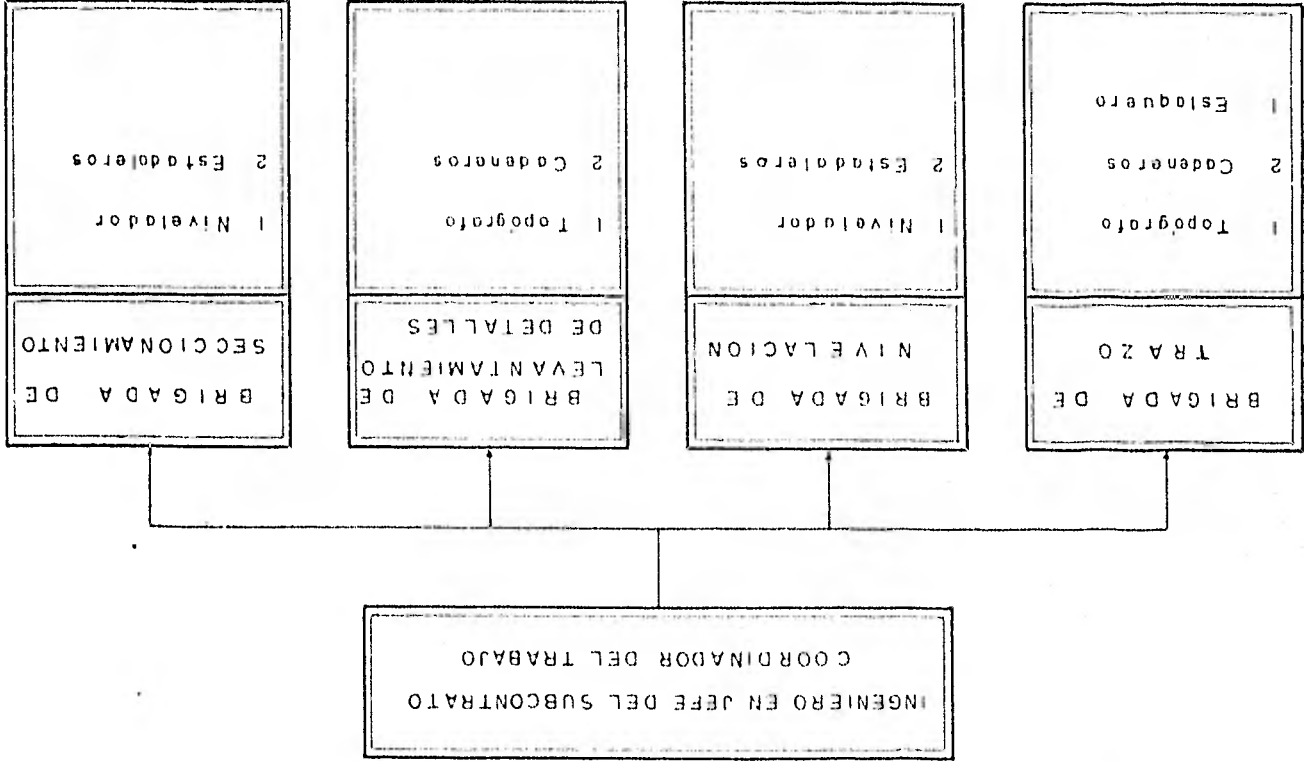
En todo trabajo por sencillo y pequeño que sea, es necesario una organización para que se ejecute con la mayor - prontitud y se cumpla con lo previsto a los tiempos de avance; para este trabajo se operó bajo la siguiente organización que se describe en los organigramas.

ORGANIGRAMA DE DEPENDENCIAS OFICIALES Y PARTICULARES QUE INTERVIENEN EN LOS ESTUDIOS Y PROYECTOS DEL ANILLO PERIFERICO DE LA CD. DE MEXICO



ORGANIGRAMA DE EJECUCION DEL TRABAJO DEL TRAMO: IGNACIO ZA-
RAGOZA - RIO DE LOS REMEDIOS DEL ARCO NORTE-ORIENTE DEL ANILLO PE-

RIFERICO



C A P I T U L O VI

CONCLUSIONES.

La zona metropolitana en donde se encuentra ubicado el Distrito Federal, es de los lugares en el mundo que está cambiando y creciendo con mayor velocidad, teniendo problemas de hundimiento por el aumento de edificios y la extracción de agua del subsuelo; abastecimiento de alimentos, energéticos, y agua; desalojo de desperdicios y aguas negras. Todo esto hace que aumenten los problemas, de entre ellos la vialidad que es y seguirá siendo de gran importancia; por lo que solucionarlos es necesario hacer estudios diferentes, estando entre ellos - los estudios topográficos y los de mecánica de suelos que deben hacerse con frecuencia para tener información más precisa y tomar decisiones con más eficiencia y establecer programas - como los desarrollados por la presente Administración lo correspondiente al Plan Rector de Vialidad.

El conocer el instrumental que se usa es indispensable: así sea el más elemental o el más sofisticado, conocer los principios básicos en los cuales se apoya su diseño, para conocer la potencialidad de los mismos, aplicados adecuadamente al tipo de trabajo de que se trate.

El efectuar un levantamiento implica varias etapas, es necesario emplear el sentido común y utilizar los conocimientos adquiridos en la escuela, para resolverlos con la mejor eficiencia, así como el cuidado que se debe tener para en-

trar en tolerancia de lo especificado. Conocer los métodos más adecuados para cada etapa del trabajo. La tecnología moderna ha puesto a nuestro alcance los equipos y métodos que facilitan los trabajos de levantamiento, por lo que es recomendable usarlos.

Las especificaciones que da la Dependencia Contratante para la ejecución de los trabajos, son requisitos mínimos de control de calidad que deben cumplirse, para que las obras que se proyecten y construyan cumplan su funcionamiento. En términos generales, debe procurarse una organización de ejecución de esta fase de trabajo, acorde con los requisitos y especificaciones previamente establecidas.

Se advierte que de los diversos procedimientos de trabajo que se ha descrito o citado para un levantamiento, para el cálculo del mismo y para el dibujo de planos, se han manejado los más usuales.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- B. Austin Barry
Topografía Aplicada a la Construcción.
Ed. Limusa
México 1976

- 2.- Davis Raymond E. y Kelly Joe W.
Topografía Elemental
Ed. Compañía Continental, S. A.
México 1976.

- 3.- Jordan W
Tratado General de Topografía
Ed. Gustavo Gili, S. A.
Barcelona 1978.

- 4.- Llamas Zamora Jesús
Manual Práctico para Ajuste de Aparatos Topográficos
Ed. Limusa
México 1977.

- 5.- Montes de Oca Miguel
Topografía
Ed. Representaciones y Servicios de
Ingeniería S. A.
México 1977.

- 6.- Olof Ternryd Carl y Lundin Eliz.
Topografía y Fotogrametría en la Práctica Moderna.
Ed. Compañía Continental, S. A.
México 1978.

- 7.- Salazar Torres Alfredo
Imprenta Arana S. C. L.
México 1981.

- 8.- Sandover J. A.
Topografía
Ed. Compañía Continental, S. A.
México 1976.

- 9.- Cal y Mayor
Ingeniería de Tránsito
Ed. Representaciones y Servicios de
Ingeniería S. A.
México 1979.