



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

**ELABORACION DE CARTAS GEOGRAFICAS  
POR METODOS MODERNOS**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
P R E S E N T A :  
MARCO ANTONIO TORRES SANCHEZ

MEXICO, D. F.

1973

17124

**2431**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

México, D. F., a 12 de septiembre de 1972

Sr. Dr. Ricardo Guerra Tejada  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE  
FILOSOFIA Y LETRAS

El que suscribe, Sr. Marco Antonio Torres Sánchez,  
Pasante egresado del colegio de Geografía de la Facultad de  
Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de  
México, con No. de cuenta 574597 solicita sea autorizado el  
Sr. Dr. Felipe Guerra Peña como Director de Tesis con el  
Tema ELABORACION DE CARTAS GEOGRAFICAS POR ME-  
TODOS MODERNOS".

Agradeciendo de antemano la atención que se sirva --  
prestar a mi solicitud, quedo de usted una vez más como su  
seguro servidor,

Atentamente,

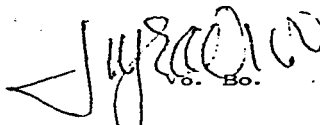


Marco Antonio Torres Sánchez


Acepto:



Dr. Felipe Guerra Peña



Dr. Genaro Correa Pérez



FACULTAD DE FILOSOFIA  
Y LETRAS  
DIRECCION.

01060385

Con respeto y admiración a mis padres  
Job Torres Jimenez y Lydia Sánchez de Torres.

Con todo mi amor a Elsa,  
la compañera de mi vida.

Con cariño a mis hijos

Alejandro  
Mauricio

Marco Antonio  
Elsa Georgina

00000385

A mis hermanos

Amparo	Patricia
Angelina	Enrique
Lydia	Juan
Isabel	

Al Sr. Ing. Jorge Caire Lomeli,  
por su apoyo y dirección que  
hicieron posible la elabora-  
ción de esta tesis.

AL SR. DR. Felipe Guerra Peña  
Por su dirección y consejos.

010000005

A LOS SRES. INGS.

Francisco Viniegra Osorio

Ricardo Acosta Esteves

Enrique del Valle Toledo

Jaime C. Ramirez Montes

Jorge D. Oseguera E.

quienes sin perder su Fe en mi,  
con su ejemplo y estímulo me  
ayudaron a la realización de la  
presente.

A todos mis compañeros y maestros,  
en especial al Sr. Dr. Jorge A. --  
Vivó, por sus consejos y enseñan--  
zas.

A todas las personas que directa  
o indirectamente me brindaron su  
ayuda en el presente trabajo.

**ELABORACION DE CARTAS GEOGRAFICAS  
POR METODOS MODERNOS.**

## I N D I C E

	Pag.
I.- EVOLUCION DE LA CARTOGRAFIA.....	1
La Cartografía en México.....	7
II.- CONTROL TERRESTRE.....	20
Control Geodésico.....	21
Control Astronómico.....	23
Control Topográfico.....	26
Poligonales.....	27
Triangulaciones.....	29
Trilateración.....	30
Distintos procedimientos para establecer el Control Vertical.....	33
Nivelación Topográfica o Directa.....	34
Nivelación Barométrica.....	35
Nivelación Trigonométrica.....	36
Nivelación Geodésica o de Precisión.....	37
III.- METODOS FOTOGRAMETRICOS.....	38
Estereoscopia.....	39
Estereoscopia Artificial.....	41
Determinación de las coordenadas de las imágenes -- contenidas en un modelo estereoscópico.....	47
Preparación de las fotografías.....	52
Elaboración de plantillas.....	54
Planimetría.....	62
Altimetría.....	64
Método General.....	67
Perfil de puntos principales.....	70
Cálculo de cotas en función del desplazamiento por relieve.....	71
Calculo de cotas en función de la diferencia de paralajes.....	74
Partes integrantes de un equipo Múltiplex.....	79
Ortofotocartografía.....	86



	Pag.
IV.- TOPONIMIA.....	88
Instructivo de clasificación y toponimia para las - amplificaciones de las poblaciones.....	92
V.- PROYECCION UTILIZADA.....	99
VI.- EDICION Y REPRODUCCION DE MAPAS.....	108
Edición.....	108
Reproducción.....	111
Método de impresión Offset.....	112
Descripción de la prensa Offset.....	114
BIBLIOGRAFIA.....	116

## CAPITULO I

### EVOLUCION DE LA CARTOGRAFIA

La Cartografía tiene su inicio con los pueblos primitivos que vivían como cazadores o guerreros y tenían la necesidad de estar en continuo movimiento, por lo tanto, les era indispensable conocer las distancias, direcciones y accidentes del terreno, representándolos gráficamente, aunque de manera burda, naciendo así los primeros mapas.

Los primeros mapas de que se tiene conocimiento en la actualidad, son unas tablillas de barro encontradas cerca de Babilonia, en donde se representan fincas, poblaciones, e incluso toda Babilonia. También a este pueblo se le debe la división del círculo en grados; esto posiblemente se consecuencia del sistema numérico de base 12 que utilizaban.

Las primeras mediciones del terreno se le atribuyen al pueblo egipcio, por la forma en que los Faraones cobraban sus tributos, era necesario tener medidas y registradas las propiedades lo mas exacto posible. Ramses II (1333-1330 a de JC) inició una medición sistemática de las tierras de su Imperio, se cree que estos datos fueron vaciados en mapas.

Pei Hsiu dentro de la Cartografía china, sienta

los siguientes principios cartográficos.

- 1.- Divisiones; Cuadrícula para localizar los diver sos lugares.
- 2.- Orientación para indicar exactamente la orienta ción de uno a otro lugar.
- 3.- Indicación precisa de distancias.
- 4.- Indicación de las altitudes.
- 5.- Anotación de los ángulos a derecha e izquierda o curvas de los caminos.

Al pueblo griego se le asignan los principios de la Cartografía moderna en la que destacaron en forma sorprendente como en todas las ciencias; los principios que establecieron no fue ron superados sino hasta mediados del siglo XVI.

Hecateo (500 años a JC.) concebía a la Tierra como un disco, los geógrafos de principios del siglo IV a de JC., asegu ran que la Tierra tenía una forma alargada donde el eje N-S te nía la mitad del eje E-W, de este concepto nacen los términos "La titud" y "Longitud".

Fué en esta misma época cuando Pitágoras concluyó que la Tierra era esférica.

Eratóstenes (276-196 a de JC.) fué el primero en ha cer estudios sobre las medidas de la Tierra, 300 años a de JC., sus estudios arrojan un resultado bastante cercano a la realidad, daño

que llega con un error del 15% de acuerdo con la medida de un meridiano determinado en la actualidad.

Este filósofo hizo también un mapa mundi del mundo conocido introduciendo por primera vez una red de paralelos y meridianos.

Hiparco (150 a de JC.) objetó la irregularidad de la red de paralelos y meridianos de Eratóstenes y propuso otra de intervalos iguales, también propuso que las mediciones de longitudes se hicieran por medio de los eclipses de Luna y utilizando el astrolabio.

La culminación de la Cartografía antigua está unida al nombre de Claudio Ptolomeo (90 a 168 d.de JC.) siendo astrónomo y matemático su obra quedó escrita en los ocho volúmenes de su famosa "Geographia" de los cuales el I y VIII son los más importantes porque en su contenido se trata lo referente a la forma de construir globos, la técnica de proyección de mapas, los estudios sobre los principios de la Cartografía, Geografía Matemática, proyecciones y métodos de observación astronómica.

En el tomo VIII tiene un mapa mundi que constituye el primer Atlas Universal y la forma detallada de construirlo, en dicho mapa mundi está representado el Ecuador y los Trópicos a una latitud de  $23^{\circ}51'$ , por las circunstancias de conocimientos e instrumentos con que se elaboró, se puede considerar como una obra casi perfecta.

A partir de esta época la Cartografía viene en decadencia, debido a dos causas principales:

Primero, que a los romanos no les importaba construir mapas utilizando proyecciones y cálculos complicados, sino algo más práctico desde el punto de vista militar y administrativo; por lo tanto volvieron a los mapas de disco a los que llamaron "Orbis-terrarum" en donde representaban tres grandes continentes en una forma más o menos simétrica con Asia al Oriente, de donde viene la palabra "Orientación".

Segundo, durante la Edad Media, compenetrados con la religión cristiana siguieron con los mapas de "Orbisterrarum" en donde ocupa el centro del mapa Tierra Santa en lugar de Roma, a estos mapas se les da el nombre de "la T en la O" y a partir de principios del siglo IV no se hizo ningún otro tipo de mapas hasta mediados del siglo XIII en que aparecen las Cartas Portulanas que se cree fueron ideadas por los almirantes y capitanes de la marina genovesa que estaban basados en mediciones con brújula con lo que formaban Rosas de los Vientos para marcar rumbos y trazar sus itinerarios los capitanes de barco de esa época; a partir de entonces se siguieron utilizando hasta el Renacimiento.

Durante esta época resurge nuevamente la Cartografía impulsada por tres hechos notables en los que se desarrollan los siguientes sucesos:

1.- Aparecen nuevamente los volúmenes de la "Geografía" de Ptolomeo y es traducida al latín.

2.- El invento de la Imprenta y el Grabado con lo que se abaten los precios de los mapas que en esa época alcanzaban cotizaciones muy altas por no poder hacerse en serie.

3.- Los grandes descubrimientos que fueron posibles gracias al perfeccionamiento de los barcos de vela (carabelas) que podían navegar más tiempo en mar abierto, estos hallazgos culminaron con el descubrimiento de América que aparece por primera vez en el mapa de Waldseemüller.

En 1524 aparece la Cosmografía de Pedro Apiano que fué el inventor de la Proyección Estereográfica, por esta misma época el cosmógrafo holandés Frisius introdujo los principios básicos de la Triangulación.

1.- Gerhard Kramer, más conocido como Mercator, ideó la proyección que lleva su nombre y consiste en representar los paralelos y los meridianos como líneas rectas, su principal cualidad consiste en que los rumbos son líneas rectas, por lo mismo es muy útil en la navegación.

2.- Las triangulaciones se perfeccionan con los trabajos de Picard que utilizan por primera vez en las mediciones de la Tierra los anteojos de retícula, que son los precursores del teodolito, con estos aparatos Picard puede agrandar los ángulos y

multiplicar la precisión de la medida de éstos; con estos adelantos cubre el meridiano de Paris a Amiens con una cadena de triangulación y mide cuidadosamente una base en Juvisy y calcula trigonométricamente este meridiano obteniendo un resultado de 57,060 Toesas, esta medida resulta bastante exacta, pues al ser conocida en Inglaterra, Newton basándose en ella descubre la Atracción Universal.

A partir de 1750 y debido a las necesidades que planteaban las continuas guerras en que se encontraban las principales potencias europeas, nacieron los "Servicios Geográficos Nacionales"; siendo el primer levantamiento topográfico de importancia el de Francia, llevado a cabo por César Francisco Cassini, estos Servicios Geográficos Nacionales se continuaron generalmente por los ejércitos.

## LA CARTOGRAFIA EN MEXICO

Se puede decir que la Cartografía en México es anterior al descubrimiento de América porque a la llegada de los conquistadores, según cita Hernán Cortés, los Jefes indígenas tenían bastantes cartas geográficas hechas en papel de maguey y pieles, así como en tejidos de algodón, henequén y palma. Dichas cartas se dibujaban con colores vegetales y en ocasiones se les daba un acabado con barniz, éstas se pueden reunir en dos grandes grupos: las de itinerarios y las que reproducen zonas específicas.

En las primeras cartas la representación es simbólica y en las segundas ya existen descripciones de los lugares que se citan. La representación está hecha por medio de símbolos de fácil comprensión debido a que se hacía con colores semejantes a los naturales, por ejemplo las costas, los lagos y los manantiales tenían una coloración azul; los ríos se dibujaban con dos líneas paralelas y cuando tenían pesca se ponía la figura de un pez dentro de las paralelas, los volcanes aparecían como conos cortados y con lenguas de fuego en color rojo, a la tierra se le daba el color amarillo, a la vegetación el verde.

Por medio de geroglíficos que aparecían en la parte



superior de las montañas y cerros se les daba el nombre.

Los caminos se representaban como líneas paralelas coloreadas de amarillo o sin color, se cree que la figura de un pie desnudo que aparecía en ellos indicaba una distancia convenida previamente.

Los tipos de vegetación y de fauna se representaban reproduciendo su dibujo en el área que ocupaban, los Aztecas orientaban sus mapas poniendo un Sol hacia el Oriente y un conejo al Sur.

Los Mixtecos marcaban el límite del horizonte visual con un círculo.

Durante la Colonia la Cartografía tiene gran influencia indígena por lo que se piensa que utilizaron las cartas ya existentes, pero se agregaron notas aclaratorias en español, poco después se substituye la huella del pie descalzo por una herradura para indicar que eran transitables por caballos, también se agrega la representación de iglesias por medio de cruces y de igual forma los templos, posteriormente aparecen ideogramas de puentes, canales y acueductos.

En 1580 el Rey Felipe II ordenó a los jefes municipales que presentaran una descripción de sus jurisdicciones y éstas aún presentan gran influencia indígena.

Durante esta misma época se elaboró otro tipo de ma

pas, éstos son las cartas marinas que están basadas en la exploración de costas, éstas ya tienen una base científica debido a que los pilotos que las elaboraron ya tenían conocimientos de la naciente Cartografía europea.

Estos pilotos situaban sus puntos importantes por medio de observaciones astronómicas, los itinerarios estaban definidos por medio de rumbos y distancias, utilizaban una proyección de paralelos y meridianos equidistantes, llamada Proyección Tradicional Conforme, tenían orientación y en algunas ocasiones escala, pero en su mayoría carecían de ésta.

Se continuaron las exploraciones de las costas de América y en algunos países aparecen mapas en donde ya figura la Nueva España utilizando en su mayoría como meridiano de origen la línea situada a 370 leguas de las Islas de Cabo Verde, meridiano que el Papa Alejandro VI declaró como límite entre las posesiones de España y Portugal.

Según el Ingeniero Ricardo Toscano el mapa más antiguo que se hizo con técnicas europeas es el elaborado por los pilotos de Alonso Álvarez de Pineda en 1519, en donde se representan las costas del Golfo de México con la Península de Yucatán como tal y no como una isla, error que se generalizó posteriormente.

Por lo que respecta a las costas del Pacífico, la carta más antigua es la publicada por Domingo del Castillo en 1541

en donde Baja California aparece como península y no como isla, considerada así por las publicaciones que posteriormente propagó Drake.

En 1541 se tiene como un hecho importante la determinación de la longitud de la Ciudad de México que referida a Toledo resulta con un error muy grande.

El General Miguel A. Sánchez Lamego considera que la primera carta que se refiere exclusivamente a la Nueva España es la que aparece en la llamada "Colección de Ramusio", publicada en Venecia el año de 1556.

A principios del siglo VII Enrico Martínez publica la "Descripción de la Comarca de México y obra del desague de la laguna", las cartas de esta obra están apegadas en coordenadas astronómicas; con esta obra se inicia la mejora de la representación del interior del país.

En mapas generales destaca la construcción de cartas elaboradas a escala referidas a latitudes y longitudes, donde se utilizan como meridianos de origen el de Cádiz y el de El Pico de Taide en la Isla de Tenerife del Archipiélago de Las Canarias.

Se generaliza el empleo de un círculo para la representación de ciudades, desaparecen los pies desnudos y las herraduras de los caminos, los ríos se representan como líneas onduladas solamente y frecuentemente se utiliza la escala (pitipie) en le-

guas (una legua igual a 5.572699 Km.).

Diego Cisneros también representa las coordenadas de la Ciudad de México pero refiriendo su longitud a Madrid.

El Ingeniero Toscano considera que los métodos seguidos para dar la latitud era la determinación de la altura de la Estrella Polar sobre el horizonte y para la longitud, las observaciones de los eclipses de Luna.

Alonso de Mota y Escobar levantó importantes itinerarios en los que se encuentran los rumbos y distancias entre poblaciones, se cree que los rumbos fueron tomados con brújula y las distancias por los intervalos de tiempo recorridos a caballo.

Don Carlos de Sigüenza y Góngora fué el primer mexicano que elaboró una carta de la Nueva España aunque no llegó a publicarla, en publicaciones adulteradas circuló a fines del siglo XVIII, siendo el único mapa con valor científico que abarcó todo el territorio de la Colonia.

Don Joaquín Velázquez Cárdenas y León fué el primer mexicano que rectificó la longitud de México y algunos valores del Noroeste y Oeste de la Nueva España por medio de la observación de los satélites de Júpiter; en 1774 midió una triangulación por métodos trigonométricos, que parte de San Cristóbal Ecatepec y llega a Tula, se cree que es el primer trabajo de esta índole en México.

En el año de 1803 llegó a México el Barón de Hum-

boldt que compilando los datos existentes y con sus propias observaciones, preparó el "Atlas de la Nueva España" que contiene dos cartas generales y varias parciales apoyadas en setenta y cuatro posiciones astronómicas obtenidas con sextante o con el grafómetro de Adams. Estas cartas ya se encuentran elaboradas en la proyección de Mercator.

Durante la primera mitad del siglo XIX la Cartografía se ve reducida principalmente a los trabajos efectuados en el centro del país en 1824 por Don Tomás Ramón del Moral con los que elaboró las Cartas del Estado de México (actualmente Guerrero, Hidalgo, Tlaxcala, México y Morelos) y la del Distrito Federal.

Posiblemente este autor fué el primero que aplicó los métodos más adelantados de su época, esto se deduce porque al hacer las descripciones, habla de triangulaciones geodésicas, cadenas de triangulación azimutales y rellenos con poligonales levantadas a "Rumbo y Distancia".

En el año de 1850 la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística terminó la "Carta General, Atlas y Portulano de la República Mexicana".

En 1856 el Ingeniero Antonio García Cubas haciendo una recopilación de los datos existentes elaboró en la proyección policónica, abandonando la de Mercator, el "Atlas Geográfico, Estadístico e Histórico de la República Mexicana".

Posteriormente, entre los años de 1858 y 1861 el Ingeniero Geógrafo Francisco Díaz Covarrubias hizo una triangulación para elaborar la Carta Hidrográfica del Valle de México, esta triangulación es la primera que se puede considerar de carácter geodésico, tanto por la longitud de sus lados como por la precisión con que se midieron las bases y los ángulos.

El Ingeniero Agustín Díaz, al tomar el cargo de Jefe de la Sección de Cartografía de la Secretaría de Fomento se le encomendó hacer la Carta General de la República Mexicana para lo cual procedió a examinar los datos existentes, encontrándose con grandes contradicciones en los datos numéricos por lo que dudó de éstos, por lo tanto, cambió de planes y entregó un proyecto para hacer trabajos de campo y poder elaborar la carta, naciendo en el año de 1878 la llamada "Comisión Geográfica Exploradora" en donde intervinieron los Secretarios de Fomento y de Guerra con personal técnico en su mayoría militar.

Para la elaboración de esta carta se empleó la proyección cónica de Bonne cuya envolvente es tangente al paralelo que pasa por el centro de la República Mexicana. Esta Comisión fue la que introdujo en México la Zinocografía, estableciendo los primeros talleres en Jalapa.

En el año de 1866 se creó la Asociación Geodésica Internacional a la que se asoció México, pero fue hasta 1898 cuando

México participó activamente creando la Comisión Geodésica Mexicana para colaborar con Canadá y Estados Unidos de Norteamérica en la medida del arco de  $98^{\circ}W$  de Greenwich.

Esta cadena de triangulación comienza para México en el vértice "Lanuyá" en las costas de Oaxaca y termina en los vértices "Colombres y Tenacitas" Tamaulipas, cerca de la frontera con Estados Unidos de Norteamérica. Estos trabajos fueron iniciados en 1901 y se terminaron en el año de 1915. En este mismo año, fusionando todas las oficinas y dependencias que se ocupaban del estudio de la Geografía y la Cartografía, se formó la "Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos" que a su vez en 1935 se le cambió el nombre llamándole "Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología".

Cuando se creó la Secretaría de Recursos Hidráulicos se le quitó la investigación hidrológica, denominándose solamente "Dirección de Geografía y Meteorología" que actualmente depende de la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

En el año de 1939 se creó la Comisión Geográfica Militar para que se elaborara la Carta Militar de la República Mexicana. Posteriormente, a esta Comisión se le dió el nombre de Servicio Geográfico del Ejército, que a su vez por Decreto Presidencial se le denominó Comisión Cartográfica Militar, a la cual se le volvió a cambiar de nombre denominándosele Departamento Cartográfico Militar dependiente de la Secretaría de la Defensa Nacional.

Por Decreto Presidencial del 16 de marzo de 1971 se le cambió el nombre a Servicios Geográficos del Ejército, que entró en vigor el 18 de abril de 1971 teniendo a su cargo los trabajos geodésicos, topográficos, fotogramétricos y cartográficos así como la producción y abastecimiento de cartas, mapas, mosaicos fotoaéreos y similares para el ejército y la fuerza aérea en coordinación con los demás órganos oficiales semejantes.

En el año de 1951, la Comisión Cartográfica Militar decidió adoptar la Proyección Transversal de Mercator, modificada por la Cuadrícula Universal Transversal de Mercator; substituyendo a la Proyección Policónica utilizada hasta entonces.

También se adoptó por esta proyección para cumplir con varios acuerdos tomados por la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, encaminados en primer lugar a tener un "Datum Geodésico" único y también un sistema común de proyecciones y cuadrículas dentro de cada área continental para evitar la desigualdad que se experimenta al tratar de pasar de un mapa a otro en las fronteras de cada país a causa del empleo de diferentes sistemas cartográficos.

Estos acuerdos tomados son los siguientes:

El acuerdo tomado por la Asociación Internacional de Geodesia en Edimburgo el 24 de septiembre de 1936, ratificado posteriormente en sesión plenaria que textualmente dice:



"La Unión Geodésica y Geofísica Internacional expresa su deseo de que todos los países que participen en la preparación de mapas para las diversas regiones de Africa, tomen nota del interés que existe en que ellos adopten sistemas de protección uniforme aplicables a todo el continente".

En la Conferencia que en agosto de 1951 celebró la Unión Geodésica y Geofísica Internacional en Bruselas, se aprobó la siguiente resolución:

"Considerando:

Que existen ventajas en el empleo de un mismo sistema de proyección para todos los países;

Que tal como ha sido, por la Asociación Internacional de Geodesia, la Proyección Transversa de Mercator (Proyección Gauss) constituye al parecer, el sistema más adecuado para uso general hasta latitudes de 80°y;

Que en la actualidad existen tablas detalladas para este sistema,

**M A N I F I E S T A:** Su voto de que se utilice la Proyección Transversa de Mercator en fajas de 6° como límite para el Mapa Mundial Internacional de 1 000 000 con un factor de escala de 0.9996, con preferencia a

cualquier otro sistema para determinar coordenadas geodésicas, trazar mapas y cartas siempre que el país respectivo lo considere adecuado y practicable,

Que no se trata de obligar a un país cuyos levantamientos estén muy avanzados a adoptar un nuevo sistema de proyección,

Pero se recomienda que la proyección propuesta sea usada de preferencia a cualquier otra en los siguientes casos:

I).- Para los levantamientos actuales y futuros en los países que recientemente hayan iniciado su programa de Geodesia y Topografía, y

II).- En los nuevos programas Topográficos y Cartográficos de aquellos países cuyos territorios ya han sido geodesicamente levantados y representados por mapas topográficos".

En forma parecida la Conferencia del Commonwealth Survey Officers que se celebró en Londres en el mismo año de 1951, acordó lo siguiente:

"Esta Conferencia considera que la adopción permanente del sistema y de las coordenadas de la Proyección Universal Transversa de Mercator, al sur del Sahara en Africa tendrá importantes efectos para facilitar la coo

peración internacional en la ejecución de una serie de mapas a través de las fronteras y solicita de las respectivas autoridades de los Estados libres asociados y de las Colonias que consideren en el futuro inmediato el cambio a este sistema de proyección para propósitos topográficos. La Conferencia recomienda, además que cuando cada territorio haya considerado esta materia a la luz del Informe del Señor Hough, someta sus conclusiones respectivas a la Comisión Permanente que se ha de establecer conforme a las disposiciones de la Resolución I".

Estas Resoluciones fueron tomadas para Africa, pero es evidente, que las mismas recomendaciones son para todas las zonas continentales.

En el año de 1968 por acuerdo del C. Presidente de la República Mexicana, Lic. Gustavo Díaz Ordáz, el C. Secretario de la Presidencia, Dr. Emilio Martínez Manatou, creó la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP). Esta Comisión inició sus actividades en forma oficial el 1º de octubre de 1968.

En el año de 1971 se le suprimió la planeación quedando como Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL)

El objetivo de la Comisión es hacer el levantamiento fotogramétrico del territorio nacional y formular el inventario de

19).-

sus recursos, en coordinación con las demás dependencias gubernamentales.

## CAPITULO II

### CONTROL TERRESTRE

Debido a que las fotografías son proyecciones cónicas y los planos están en proyecciones ortogonales, no es posible pasar los datos de las fotografías directamente a los planos, para lo cual es necesario convertir las fotografías en proyecciones ortogonales o a la proyección cartográfica adoptada. A este proceso se le da el nombre de Restitución Fotogramétrica, que en su parte fundamental se elabora por medio de la triangulación radial, y para efectuar ésta, es necesario contar con un conveniente apoyo terrestre horizontal y vertical.

El Control Horizontal está constituido por una serie de puntos colocados y señalados en la superficie terrestre, además se les da posiciones geográficamente para poder transformarlos en la proyección cartográfica adoptada, estos puntos están situados por medio de triangulaciones o poligonales según sean las condiciones que presente el terreno.

Esta serie de puntos de control forman un esqueleto rígido por medio del cual todos los detalles del terreno quedan en sus verdaderas posiciones relativas entre ellos.

Para iniciar un control se requiere que los datos que se obtengan sean del máximo orden de precisión para que sirvan de control a puntos de un orden menor y éstos a su vez para los de menor importancia y así sucesivamente.

Según la precisión deseada y la extensión superficial por cubrir, los puntos de control se clasifican en tres grupos:

- I.- Geodésico.
- II.- Astronómico.
- III.- Topográfico.

#### CONTROL GEODESICO

Los procedimientos geodésicos son obligados cuando se trata de establecer una red de control en grandes áreas.

La Geodesia basa su estudio considerando la forma mas real de la Tierra, por lo tanto, todas las líneas se consideran curvas y los triángulos elipsoidicos.

Cuando se trata de efectuar un levantamiento geodésico en alguna región de la Tierra, es necesario tener una plena comprensión de los principios y propósitos del trabajo que debe ser realizado con vistas a satisfacer las existentes necesidades de control horizontal básico que se requieren para los trabajos cartográficos, levantamientos, obras de ingeniería, fotogrametría y trabajos científicos.

Estos trabajos se llevan a cabo por medio de triangulaciones. La Triangulación consiste en una red o cadena formada por simples triángulos o polígonos a base de triángulos, o bien por una red formada por la combinación de estos dos tipos de figuras, para la formación de esta cadena, se miden todos los ángulos en los vértices de cada figura, midiéndose una línea llamada base o más si es necesario, con toda precisión.

En las triangulaciones, como en cualquier otro medio de observación, hay un límite de aproximación, el cual limita al mismo tiempo la precisión de los resultados.

Por lo tanto las estaciones de la cadena principal tendrán que ser ubicadas de manera que satisfagan las condiciones siguientes:

- 1.- Buena visibilidad e intervisibilidad positiva.
- 2.- Fácilmente accesibles, sin menoscabar la resistencia de figuras.
- 3.- Formar figuras fuertes para el control básico, ubicadas de manera que faciliten la pronta determinación de las posiciones de prominentes objetos, artificiales y naturales.
- 4.- Evitar visuales de longitud excesiva.
- 5.- Proveer visuales de 15 a 25 kilómetros de largo para el trabajo fundamental; visuales de mayor longitud sólo son ad

misibles bajo condiciones extraordinarias.

6.- Permitir la vinculación de todos los lindes y prever estaciones cerca de ellos que puedan amarrarse posteriormente.

7.- Permitir la vinculación de otros levantamientos.

8.- Ubicación en lugar seguro, para evitar su destrucción (Monumentación):

9.- Descripción adecuada que garantice su fácil recuperación.

Las necesidades de este control varían desde las importantes demandas en las regiones industriales y urbanas, hasta las muy escasas o ningunas, en las zonas despobladas o de poco valor.

El establecimiento de este control exacto, tiene un costo bastante elevado, pero se justifica por el valor que tiene con respecto a la coordinación de cada uno y de todos los levantamientos suplementarios de orden de precisión menor.

#### CONTROL ASTRONÓMICO

Por medio de la Astronomía de Posición es posible situar un punto sobre la superficie terrestre con sus coordenadas geográficas, o sea su latitud y longitud, este punto puede servir como base para poder calcular otros puntos semejantes.

También es importante la determinación del Azimut, pa



ra los trabajos geodésicos y topográficos.

Se llama Azimut de una dirección, al ángulo diedro formado por el meridiano del lugar y el plano vertical que contiene a la dirección de una línea.

Cuando se sitúa un punto sobre la Tierra, se utiliza el sistema de coordenadas referidas al plano del Ecuador.

En el Sistema de Coordenadas Ecuatoriales, se tienen dos tipos que son:

1.- El Sistema de Coordenadas Terrestres, que sirven para darle posición a cualquier punto que se encuentre sobre la superficie terrestre, que son la Latitud y la Longitud a las que también se les conoce como Coordenadas Geográficas.

2.- El Sistema de Coordenadas Celestes, sirve para darle posición a los astros, en la bóveda celeste y tiene como argumentos la Declinación y la Ascensión Recta.

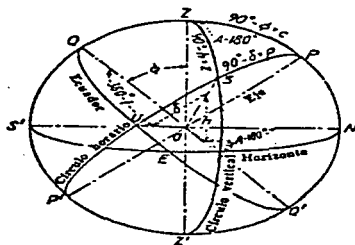


Fig. # 1.

Según la figura # 1, en donde se representa el Triángulo Astronómico, los elementos con que se forma son los siguientes:

**Latitud.-** Es el ángulo diedro formado por el plano de la vertical del lugar normal al meridiano de dicho lugar y el plano del Ecuador; se mide sobre el plano normal al Ecuador (meridiano del lugar), de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  hacia el Norte o hacia el Sur, en la figura está dado por el ángulo  $\varphi$ . El ángulo complementario  $90^{\circ} - \varphi = C$ , al que se le da el nombre de Colatitud del lugar.

**Declinación.-** Es el ángulo ( $\delta$ ) de elevación de una visual a una estrella o astro, a partir del plano del Ecuador desde el cual se mide de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  hacia el Norte o hacia el Sur. El complemento de la Declinación es la Distancia Polar o Codeclinación  $90^{\circ} - \delta = P$ .

**Altura.-** Es el ángulo vertical que forma la visual a una estrella con el plano del Horizonte. El complemento de la Altura se llama Distancia Zenital o Coaltura  $90^{\circ} - h = Z$ .

**Azimut.-** Es el ángulo medido sobre el plano del Horizonte del lugar, entre la dirección Norte-Sur (meridiano del lugar) y la visual de una estrella.

**Longitud.-** Es el ángulo diedro formado por el plano del Meridiano de Greenwich y el plano del meridiano del lugar, se mide normalmente hacia el Este o hacia el Oeste de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$ ; o de  $0$

a 24 h.

**Angulo Paraláctico.**- Es el ángulo diedro formado por los planos: vertical y meridiano en un instante determinado.

Estos elementos definen un triángulo esférico cuyos vértices son el Polo P, el Zenit Z y el Astro S. Este triángulo se llama Triángulo Astronómico, en el que conociendo tres elementos podrá determinarse cualquiera de los otros tres restantes.

#### CONTROL TOPOGRAFICO

El procedimiento para establecer el Control Topográfico se basa en considerar a la Tierra como plana, por tanto, todos los ángulos que se midan serán planos y las líneas rectas.

Para que esta superficie pueda considerarse plana en el globo terrestre, no debe extenderse más allá de los 100 Km.<sup>2</sup> debido a que si la distancia se excede de esa medida, influye la esfericidad de la Tierra y tendrían que considerarse los lados curvos y los ángulos esféricos.

Para situar el control terrestre por métodos topográficos, se pueden seguir los métodos siguientes:

- 1.- Por Triangulaciones.
- 2.- Por Poligonales.

Las condiciones topográficas que presenta el terreno

así como las precisiones requeridas serán los factores básicos para proponer el control terrestre que puede ser mediante Triangulaciones o Poligonales.

El proyecto que se haga para una cadena de triangulación, deberá sujetarse a las siguientes especificaciones:

a).- Las figuras de la red, que pueden ser triángulos, cuadriláteros o polígonos con punto central, o una combinación de ellos, deberán tener sus ángulos interiores, mayores de  $30^\circ$  y menores de  $120^\circ$  éstos límites no son muy rigurosos pero si muy convenientes.

b).- Deberán elegirse los posibles vértices teniendo muy en cuenta su intervisibilidad y su fácil comunicación.

c).- No deberá haber exceso de figuras ni de líneas, salvo excepciones.

Una vez que se ha planeado la red de figuras, se procede en el reconocimiento a calcular la resistencia de éstas, la cual esta basada en el error probable de un todo en función de los ángulos observados.

#### POLIGONALES

Poligonal es una línea quebrada en donde se han medido todos los lados y todos los ángulos entre ellos, habiéndose orientado uno o más de sus lados y pueden ser de los tipos siguientes:

Cerrada, es aquella que encierra un polígono, es decir, que el punto de partida es también el de llegada, por lo tanto el cierre angular y lineal puede comprobarse fácilmente debido a que el punto de partida, es el de llegada.

Abierta, es aquella que tiene un punto de partida y otro de llegada.

Este tipo de Poligonales se pueden comprobar de la siguiente manera:

1.- Comenzándola y terminándola en puntos de una Triangulación o Poligonal ya establecida.

2.- Comenzándola y terminándola en puntos fijados por "tres vértices" (Método de Photenot), o resección, a vértices ya establecidos.

3.- Dirigiendo desde los puntos de la poligonal, visuales a un punto bien definido.

Cuando la extensión del terreno es muy grande o muy accidentada, resulta incosteable puesto que tienen que medirse todos los lados con gran precisión, en forma muy parecida a como se mide una base de triangulación y los ángulos entre los lados también se tienen que medir con mucha precisión.

En estos casos se recomienda hacer los levantamientos por métodos modernos que consisten en efectuar las mediciones de ángulos con teodolito y los lados con distanciómetros, (telurómetro,-

distomat, etc.)

### TRIANGULACIONES

Estas se realizan mediante la observación de todos los ángulos y la medida de una base que es incrementada hasta obtener la distancia media de la Triangulación.

A lo largo de una área de triangulación es necesario establecer otra base, la cual deberá también incrementarse, esta base sirve para analizar y comprobar la precisión de la cadena entre dichas bases, además en el reconocimiento debe de calcularse la resistencia de figuras para conocer si la base de comprobación se establece a un número determinado de figuras porque en muchas ocasiones se hace necesario establecerla antes o modificar el proyecto mejorando la conformación de las figuras y pueda resistir hasta donde sea posible el establecimiento de dicha base de comprobación.

Por medio de los métodos modernos y el empleo de los distanciómetros, se miden directamente los lados de la triangulación pudiendo establecer la base con cualquier frecuencia, incluso puede existir una base para cada figura si así se solicitara, obviamente quedarán descartadas las incrementaciones de las bases y el riguroso cálculo de la resistencia de figuras, y únicamente se procurará tener la mejor conformación de las figuras.

### TRILATERACION

Consiste en medir todos los lados de los triángulos que forman una red.

Si se desea la Trilateración Geodésica es requisito medir con mayor precisión las cotas (nivelación trigonométrica) para transformar la distancia medida en distancia geodésica, y con estos trabajos de Trigonometría Esférica se podrán dar las posiciones geodésicas.

De todo esto puede hacerse resaltar que el método más preciso es la Triangulación combinándola con la medida efectuada con el distanciómetro electrónico.

En esta triangulación se miden todos los ángulos y una línea de cada figura.

Dado que en los métodos modernos siempre se llevan a cabo las operaciones de distancia con equipo electrónico, se describe un ejemplo:

Las medidas con Telurómetro están basadas en el principio de la emisión de ondas de radio de alta frecuencia (microondas), esto tiene las ventajas de que el instrumento se puede utilizar de día o de noche e inclusive en tiempo brumoso, además los aparatos se pueden transportar fácilmente ya que necesitan una fuente de energía (acumulador) de 12 o 24 Voltios.

Para hacer las medidas es necesario contar con dos aparatos que pueden trabajar indistintamente como estación maestra o remota.

La estación maestra emite ondas de radio con un tipo de frecuencia que la estación remota refleja a la maestra, que la mide en milimicrosegundos ( $10^{-9}$  segundos) y se convierten en lecturas de distancias, suponiendo un valor a la velocidad de propagación de las ondas de radio de 299792.5 Km/seg.

Se trabaja en cinco frecuencias con lo que se puede medir hasta 99 000 M., puesto que un canal nos da la medida del orden de los metros, el siguiente los decímetros y así sucesivamente.

En los trabajos de campo se establece el tripie centrándolo con la plomada sobre el cual se coloca el telurómetro. Para poder dirigir el aparato se hace por medio de la máxima deflexión que se consigue en el monitor correspondiente, una vez dirigido se sujeta para evitar se desalinie al estar operándolo, se conectan los cables de alimentación y los de comunicación, cabe aclarar que con el mismo control de comunicación puede cambiarse para tomar la medida o poder comunicarse con la otra estación, efectuada ésta, se da un tiempo para que el aparato se caliente y así estar en condiciones de operarlo, esto se registra por medio de una señal luminosa intermitente.

Esta operación se realiza con las dos unidades del



Telurómetro en cada uno de los extremos del lado que se pretende medir.

Por medio de un selector se indica cual aparato va a trabajar como estación maestra y cual como remota. La estación maestra se sintoniza en la frecuencia de 40, a su vez, la remota la busca a partir de la frecuencia 40 en donde la mejor sintonización puede estar cerca de la de 40 ya sea un poco más o un poco menos.

En el siguiente paso la maestra se sitúa en el canal "A" por medio del control de canales y la remota efectúa la misma operación.

El entendimiento entre la maestra y la remota se realiza por medio del cambio de tono que registran los audífonos que llevan puestos los operadores.

Estando en el mismo canal las dos estaciones, la maestra opera el indicador de medidas haciéndolo girar siempre en sentido de las manecillas del reloj, hasta que la aguja indicadora queda al centro, en este momento se sujeta por medio de un freno la perilla, y se procede a leer la medida que se registró en este canal que corresponde a metros, decímetros y centímetros, esta medida será anotada en el renglón correspondiente de la hoja de registro.

La maestra se corre al siguiente canal "B" y se inicia la misma operación que en el canal "A" y así sucesivamente en los siguientes canales (D, C y B).

Con estas operaciones se consigue una serie de lecturas burdas en la frecuencia 40. Análogamente se obtienen otras dos series en las frecuencias de 80 y 120.

Posteriormente se invierten las condiciones de maestra y remota; y se procede a obtener el mismo número de datos en el otro extremo de la línea, con el botón respectivo se pasa a comunicación para verificar si sus resultados son semejantes y garantizados al metro.

Todo esto constituye la observación de las distancias burdas comprobadas.

Con el objeto de estimar las fracciones de metro, debido a que los instrumentos dan la medida al centímetro, de estas medidas se toman catorce en cada estación y con el promedio de éstas se puede dar hasta el milímetro.

#### DISTINTOS PROCEDIMIENTOS PARA ESTABLECER EL CONTROL VERTICAL

El Control Vertical, necesario e indispensable para las restituciones fotogramétricas, así como para cualquier trabajo de ingeniería, se obtiene por medio de nivelaciones.

Una nivelación tiene por objeto obtener las diferentes alturas existentes entre los puntos de la superficie terrestre,

y por lo tanto, se miden sobre la vertical y perpendicular entre las superficies de nivel que pasan por esos puntos; una superficie de nivel es aquella que contiene puntos de igual cota y en la cual se considera que el trabajo de la gravedad es nulo; todas las superficies de nivel se consideran paralelas y concéntricas a la superficie libre del mar, la cual se supone prolongada por debajo de los continentes.

Si se consideran las dos superficies de nivel, de las cuales una de ellas sea la superficie de las aguas del mar, la distancia vertical, o sea la mínima, entre ellas, se llama Altitud.

En casi todos los trabajos de nivelación las diferencias de altura o diferencias de nivel de todos los puntos obtenidos se refieren a la superficie de nivel definida por el nivel medio del mar.

Según la precisión que se desee alcanzar, puede aplicarse cualquiera de las nivelaciones siguientes:

- 1.- Topográfica.
- 2.- Barométrica.
- 3.- Trigonométrica.
- 4.- Geodésica o de Precisión.

#### NIVELACION TOPOGRAFICA O DIRECTA.

Esta clase de nivelación se lleva a cabo con instrumentos que tienen el anteojo siempre horizontal, llamados "niveles",

por lo cual, todas las visuales que se efectúan con estos aparatos son horizontales.

Cuando se desea determinar el desnivel entre dos puntos, se centra el aparato (nivel), en uno de los extremos del tramo y se dirige la visual al otro extremo, en el cual se ha colocado una mira o estadal, graduado comunmente en metros, decímetros y centímetros.

En el punto en el cual está colocado el instrumento, se mide la altura de la línea de colimación sobre la estaca clavada en dicho punto del terreno, y con la visual dirigida al otro extremo se lee la indicación de la mira.

#### NIVELACION BAROMETRICA

El fundamento de este método es la determinación de las presiones atmosféricas con el fin de calcular posteriormente las diferencias de altura, ya que la presión depende, principalmente, de la altura del lugar y de la temperatura del aire.

La presión barométrica, (altura sobre el nivel del mar) se mide por medio de barómetros, los cuales pueden ser barómetros de mercurio, metálicos y termobarómetros.

Cualquiera que sea el barómetro utilizado debe procurarse que la distancia horizontal entre los dos puntos (entre los

cuales se desea conocer el desnivel), no sea muy grande. Debe además elegirse, como estación fundamental una altitud conocida debiendo hacerse observaciones simultáneas en los dos lugares de observación.

#### NIVELACIONES TRIGONOMETRICAS

Cuando se requiere una precisión mayor que la barométrica, se debe llevar a cabo una nivelación trigonométrica ya que con este método se puede obtener un error de un metro en 50 kilómetros de nivelación, lo cual es suficiente en trabajos generales.

La nivelación trigonométrica se basa en la observación de los ángulos verticales, de altura o de las distancias zenitales de los vértices.

En este método de nivelación las visuales de un punto a otro, debido a la refracción atmosférica, no siguen una trayectoria recta sino que se curvan hacia el centro de la Tierra. Este fenómeno de la refracción ocasiona que el punto observado se vea más alto de lo que en realidad está, por lo mismo, la distancia zenital observada será menor que la verdadera. Por lo tanto, todas las observaciones deben corregirse por refracción atmosférica.

Este procedimiento de nivelación puede llevarse a cabo según la precisión requerida:

Por observaciones simultáneas en los extremos del lado.

Por observaciones recíprocas. (No simultáneas).

Por observaciones en un solo extremo del lado.

#### NIVELACION GEODESICA O DE PRECISION

Este método de nivelación es el más preciso de todos los vistos anteriormente, y considera a la Tierra como una elipsoide.

Estas nivelaciones se llevan a efecto con el fin de tener puntos de apoyo vertical en trabajos geodésicos de donde derivan otros de menor precisión. La tolerancia que se acepta en las nivelaciones de primer orden geodésico es  $T = 4\text{mm } K$ , ( $K = \text{Kilómetros nivelados}$ ).

La forma de efectuar la nivelación geodésica, en general es colocando el nivel en el centro de cada tramo del terreno cuyo desnivel se desea conocer, pero debe tenerse cuidado que las visuales no sean mayores de 150 mts. y en inmejorables condiciones de visibilidad, así mismo, que se encuentren a una relación determinada de distancia entre las mismas para eliminar el posible error de colimación.

## CAPITULO III

### METODOS FOTOGRAFICOS

Como la fotografia es una perspectiva de punto central puesto que es tomada a través de una lente en donde teóricamente convergen en un punto todos los rayos que provienen del espacio-objeto que posteriormente van a imprimirse sobre una placa sensible, y los planos son proyecciones ortogonales a escala de una área determinada del terreno o de cualquier objeto, no es posible pasar directamente de la fotografia a la proyección ortogonal o a cualquier otra proyección cartográfica.

Para llevar a cabo la transformación de proyección - perspectiva a ortogonal, se elaboran las restituciones correspondientes.

Al conjunto de operaciones analíticas, gráficas, mecánicas y ópticas, o combinación de éstas con las que se transforman de una a otra proyección, se les da el nombre de restitución fotogramétrica que se lleva a cabo a partir de las fotografías y para ello es requisito indispensable que a cada detalle del terreno le correspondan dos imágenes alteradas de paralaje.

### ESTEREOSCOPIA

La palabra Estereoscopia viene de las raíces Stereobulto o relieve y, Skopen- observar, esta facultad de observar en relieve la tienen aquellos seres que están dotados de visión binocular.

Existen dos tipos de Estereoscopia que son: la Estereoscopia Natural y la Artificial. La primera es donde se debe considerar que los ojos tienen que estar dispuestos de tal forma que formen una base y que cada uno de ellos pueda ver para sí el objeto y de esta manera obtener las imágenes del mismo. Esta base es la distancia que existe entre los ojos y se llama Base Estereoscópica, que en los seres humanos es la distancia interpupilar que varía en cada persona de acuerdo con sus características antropométricas pero se puede dar un promedio que es de 65 mm.

Si se representan las direcciones de cada uno de nuestros ejes ópticos, tendremos que en un objeto que se ve con ambos ojos se está interceptando un punto "A" por las direcciones del ojo izquierdo y el ojo derecho, la comprobación de que estamos viendo dos imágenes de un mismo objeto se obtiene abriendo y cerrando alternadamente cada uno de los ojos y así se observa que el objeto tiene un desplazamiento aparente, y a este desplazamiento es a lo que se le llama Paralaje.



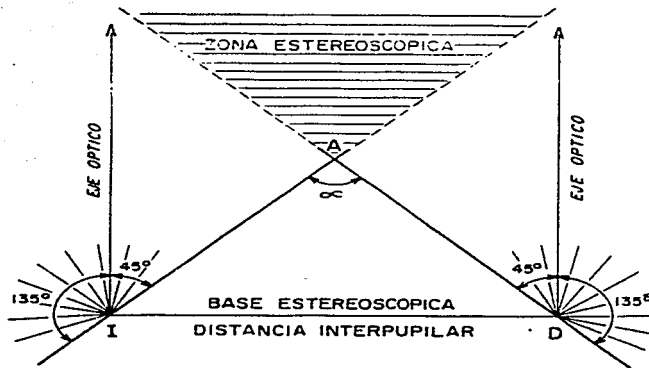


Fig. 2.

En la figura 2, en el punto "A" se forma un ángulo al que se da el nombre de Angulo Paraláctico de Convergencia.

El ojo humano tiene la propiedad de ver 45° hacia adentro y 135° hacia afuera a partir del eje óptico. Dentro de la zona de 45° es donde se percibe la visión estereoscópica, en los 135° que se ve hacia afuera es una visión monocular pero que refuerza la visión estereoscópica.

Dentro del plano vertical el eje humano puede ver 50° hacia arriba y 70° hacia abajo a partir del eje óptico.

El ser humano puede tener visión estereoscópica hasta una distancia promedio de 700 mts.

### ESTEREOSCOPIA ARTIFICIAL

Este tipo de estereoscopia se obtiene substituyendo el espacio-objeto por un par de fotografias que correspondan a las direcciones de cada uno de nuestros ojos.

Los requisitos necesarios para poder observar la estereoscopia artificial son los siguientes:

1.- Dos imágenes alteradas de paralaje para cada objeto, por lo que la toma o exposición de las fotografias deben estar separadas a una distancia determinada (base fotografica estereoscópica).

2.- Los rayos homólogos deben cortarse dos a dos, esto quiere decir que cada una de las direcciones que van a un mismo objeto deben cortarse; la fusión de estas dos direcciones es lo que nos va a dar la percepción estereoscópica.

3.- Que conserven su posición relativa, es decir, que así como en la estereoscopia natural cada ojo está en su posición, en la estereoscopia artificial, las fotografias deben guardar un orden, así tenemos que la visual del ojo izquierdo corresponderá a la fotografia izquierda y la visual del ojo derecho a su fotografia correspondiente. Y en el caso en que se inviertan las fotografias la visión estereoscópica será falsa, a este fenómeno se da el nom-

bre de Pseudoestereoscopia, así como al efecto natural se le denomina Ortoscopia.

**Estereoscopio.-** Instrumento binocular con que se obtiene la visión estereoscópica y tiene por objeto amplificar la base estereoscópica o las imágenes según el tipo de estereoscopio de que se trate.

**Estereoscopios de Reflexión o de Espejos.-** En un principio se utilizaron estereoscopios de reflexión como el que se muestra en la figura 3, los cuales consisten en dos bastidores verticales en donde se colocaban las fotografías y dos espejos oculares que estaban colocados con una inclinación de  $45^\circ$  y separados a una distancia de 65 mm. Este tenía la desventaja de que se dificultaba la colocación de las fotografías para la obtención de la estereoscopia.

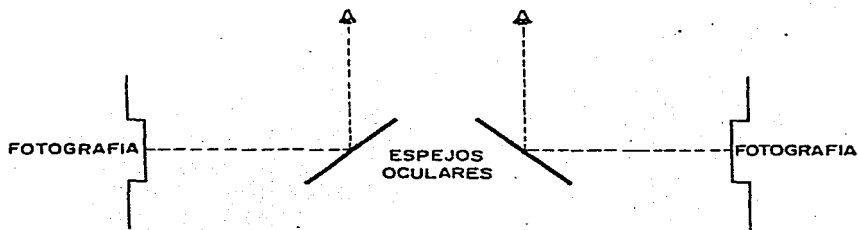


Fig. 3.

Posteriormente a este tipo de estereoscopia se le agregaron otros dos espejos llamados objetivos, figura 4. Al hacer esta reforma se le da un giro de  $90^\circ$  a la posición de las fotografías, es decir, en vez de colocar las fotografías verticalmente, se ponen horizontalmente, esto facilita el manejo de éstas, ya que se pueden colocar en una mesa de trabajo. Este tipo de estereoscopio es el que se está utilizando actualmente ya que en estos se está ampliando la base estereoscópica, con lo que se amplía el área de observación y se puede ver en conjunto toda la zona estereoscópica.

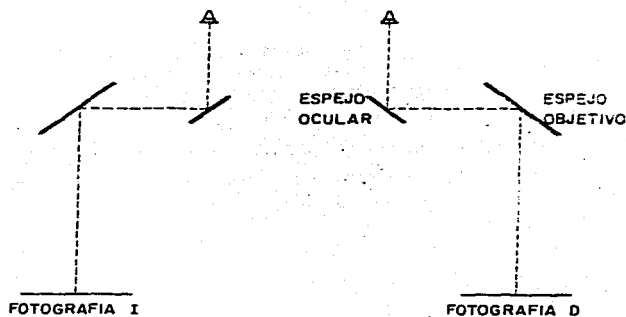


Fig. 4.

Estereoscopios de Refracción o de lentes.- En este tipo

de aparatos se conserva la base estereoscópica natural de 65 mm. Se utilizan dos lentes sujetos a una barra en donde se puede cambiar la distancia interpupilar para adaptarla a cada persona, la barra está sujeta por medio de un vástago al soporte correspondiente a una distancia igual a la focal de los lentes (a este tipo de estereoscopio pertenece el de bolsillo). Tiene por objeto amplificar las imágenes, pero no es posible la observación simultánea de toda la zona estereoscópica sino únicamente la de pequeñas áreas y se utiliza para la observación de detalles como la transferencia de puntos, análisis de pequeñas áreas amplificadas.

Existe un tercer tipo de estereoscopios que es la combinación de los dos anteriores, es decir, que amplifica tanto la base estereoscópica como el tamaño de las imágenes, y esto se logra con aquellos estereoscopios que tienen espejos y prismas.

Para obtener la visión estereoscópica de las fotografías son necesarios los requisitos siguientes:

- A).- Situación de los puntos principales.
- B).- Transferencia de los puntos principales.
- C).- Alineamiento de los cuatro puntos principales, dos propios y dos transferidos.
- D).- Paralelismo entre el alineamiento de los cuatro puntos principales con la línea de construcción del instrumento.
- E).- Separación o acercamiento de las fotografías con

servando su alineamiento entre ellas y la línea de construcción del instrumento.

También se puede obtener la visión estereoscópica con el uso de anaglifos, que puede ser, por la sobreposición de la impresión tipográfica de los colores rojo y azul verdoso, la impresión debe realizarse de tal manera que los puntos principales estén alineados y se tenga la sobreposición correspondiente.

Teniendo la impresión es necesario utilizar los anaglifos que tienen los mismos colores que hacen el efecto de filtros para poder observar un solo color con cada ojo para tener dos imágenes del mismo objeto y lograr la estereoscopia.

Otro método con anaglifos es por proyección para lo cual se utilizan proyectores como los que se muestran en la figura siguiente:

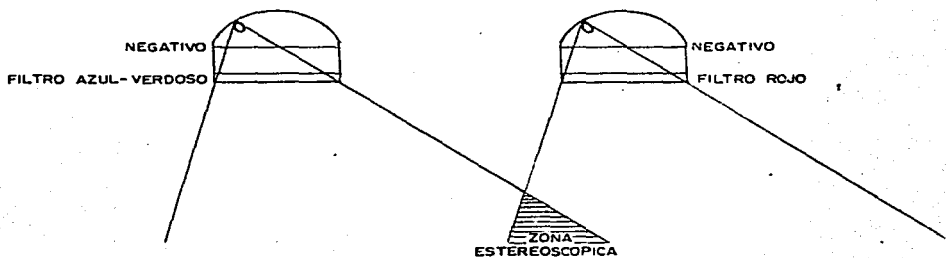


Fig. 5.

Para tener la estereoscopia se colocan los anaglifos en los ojos, invirtiendo el orden que guardan los colores de la proyección.

Fundado en el fenómeno estereoscópico es posible encontrar las coordenadas de todos los puntos en un modelo, siempre y cuando se conozcan las orientaciones interior y exterior.

La orientación interna consta de dos parámetros que son el punto principal y la distancia focal, el primero es el punto donde cae la perpendicular bajada desde el punto nodal frontal del plano focal sobre el cual se encuentra la película. En las fotografías, este punto se obtiene por la intersección de las rectas que unen las marcas fiduciales opuestas en la fotografía. La distancia focal, es la distancia perpendicular desde el punto nodal frontal de la lente al plano focal.

La orientación externa tiene como parámetros, la inclinación, el giro y el azimut del plano principal y con estas tres magnitudes angulares se define la posición de una fotografía en el espacio en relación con las coordenadas.

La inclinación es el ángulo formado entre el eje óptico de la lente y la vertical, o bien el ángulo formado por el plano de la fotografía y el horizonte.

El giro es el ángulo medido sobre la fotografía, desde el eje positivo "y" hasta el punto nadiral y en sentido de las

manecillas del reloj.

El azimut del plano principal, es el ángulo horizontal medido en el sentido de las manecillas del reloj, alrededor del punto nadiral en el terreno y a partir del meridiano norte del levantamiento topográfico hasta el plano principal.

DETERMINACION DE LAS COORDENADAS DE LAS  
IMAGENES CONTENIDAS EN UN MODELO ESTEREOSCOPICO.

Conociendo los datos de la orientación interna y externa se pueden determinar las coordenadas ortogonales, de las imágenes contenidas en un modelo estereoscópico se acuerdo con el siguiente razonamiento:

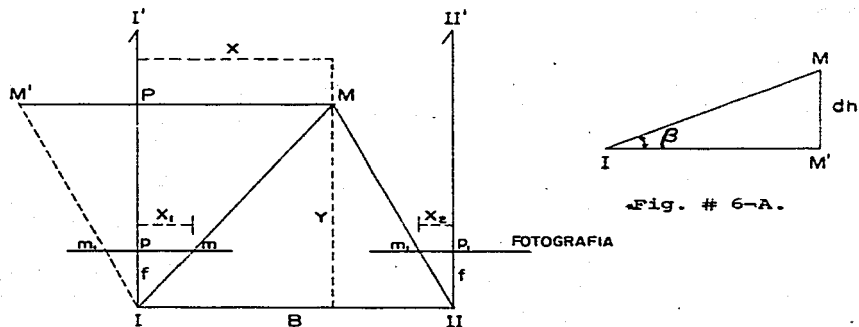


Fig. # 6-A.

Fig. 6.



En la figura 6,  $m_1$  p  $m$  es la fotografía # 1 y  $m_2$  p, la fotografía # 2, obtenidas para formar un modelo estereoscópico.

- Orientación Interna  $I_p = I_p'$  : Distancia focal de la cámara.
- $p$   $p'$  : Los puntos principales.
- Orientación Externa I II : Los puntos donde se han efectuado las exposiciones y se conocen sus coordenadas.
- I - II = B : Es la base del terreno.
- I-I' : Eje óptico de la exposición en I y que se conoce su azimut y el ángulo que forma con la línea base (B)
- II-II' : Eje óptico de la exposición en II, cuyo azimut es conocido o el ángulo que forma con la línea base (B).

Tomando como origen el vértice I y a partir de éste se determinan las proyecciones ortogonales y el desnivel de un punto.

Sumando algebraicamente las proyecciones a las coordenadas de dicho origen obtendremos las coordenadas deseadas.

Si nos referimos al punto M de la figura 6, Y es la proyección de las ordenadas y X la proyección en el eje de las abscisas y en la figura 6-A el desnivel dh.

m : Es la imagen del punto M en la fotografía I.

$m_1$  : Es la imagen del punto M en la fotografía II.

$m'_1$  : Es la imagen supuesta de la fotografía II en la fotografía I, al transportar una paralela de II-M hasta el punto I y por lo tanto I-II-B = M-M .

M : Es un punto en el terreno que tiene dos imágenes (una imagen en cada fotografía).

$X_1 = pm$  : Distancia que se mide en la fotografía I.

$X_2 = p'_1 = p_1 m_1$  : Distancia que se mide en la fotografía II.

$Pa = X_1 + X_2$  : Paralaje del punto M.

Refiriéndose al punto I como origen de coordenadas.

En los triángulos semejantes  $M_1 I M$  ,  $M'_1 I m$  , se tiene

$$\frac{Y}{f} = \frac{B}{X_1 + X_2} , \quad \frac{Y}{f} = \frac{B}{Pa} \therefore Y = \frac{B f}{p} \dots (I)$$

(I) Ecuación que permite calcular la ordenada y es directamente proporcional a la base y a la distancia focal e inversamente proporcional al paralaje.

En los triángulos semejantes PIM, plm se tiene

$$\frac{X}{X_1} = \frac{Y}{f} \quad \therefore \quad X = \frac{Y}{f} X_1$$

Substituyendo la ecuación (1)

$$Y = \frac{B}{p} f \quad X = \frac{B}{f} \frac{f}{p} X_1 \quad X = \frac{B}{p} X_1 \quad \dots (2)$$

La ecuación (2) permite determinar la abscisa de un punto y es directamente proporcional a la base y a la abscisa fotográfica que separa el punto principal de la imagen correspondiente e inversamente proporcional al paralaje.

La diferencia de nivel entre el punto de origen I y el M se obtendrá con la distancia real IM y el ángulo vertical  $\beta$  y se determinará de la siguiente manera:

$$IM = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad \text{Tan } \beta = \frac{Z_1}{\sqrt{X^2 + f^2}} \quad \dots (3) \quad \text{En la que}$$

$Z_1$  es la ordenada fotográfica, la normal del punto hasta la recta que une los cuatro puntos principales, el otro cateto es la distancia que existe desde el punto convergente de todos los rayos hasta el plano fotográfico donde se encuentra la imagen del punto, para obtener esta distancia se parte del triángulo rectángulo I PM.

$$dh = \overline{IM} \text{ Tan } \beta$$

$$dh = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\frac{Z_1}{\sqrt{X^2 + f^2}}$$

$$dh = \sqrt{\left(\frac{B}{P} x_1\right)^2 + \left(\frac{B}{P} f\right)^2} \quad \frac{Z_1}{\sqrt{x_1^2 + f^2}}$$

$$dh = \sqrt{\left(\frac{B}{P}\right)^2 (x_1^2 + f^2)} \quad \frac{Z_1}{\sqrt{x_1^2 + f^2}}$$

$$dh = \frac{B}{P} \sqrt{x_1^2 + f^2} \quad \frac{Z_1}{\sqrt{x_1^2 + f^2}}$$

$$dh = \frac{B}{P} Z_1 \dots (4)$$

La ecuación (4) permite la determinación del desnivel de cualquier punto del modelo estereoscópico que es directamente proporcional a la base y a la distancia (ordenada) fotográfica  $Z_1$  (que puede ser positiva o negativa) e inversamente proporcional al paralaje.

Siguiendo el mismo criterio, es posible determinar las ordenadas de todos los puntos que deseen en el modelo estereoscópico, pero teniendo siempre como datos las orientaciones interna y externa, dentro de esta última se observa que es requisito indispensable los trabajos de campo para dar los valores coordenados de

la base (X, Y, Z).

La Triangulación Radial se puede llevar a cabo por los métodos siguientes:

- 1.- Triangulación Radial Gráfica.
- 2.- Triangulación Radial Analítica.
- 3.- Triangulación Radial Gráfica Mecánica.
- 4.- Aero-Triangulación o Triangulación Radial Optico Mecánica.

#### PREPARACION DE LAS FOTOGRAFIAS.

La preparación que se realiza sobre las fotografías es la misma para cualquier método y sólo tiene una pequeña modificación en la aero-triangulación, que consiste en:

- 1.- Se localiza el punto principal, que por construcción se encuentra uniendo las marcas laterales de las fotografías llamadas Marcas Fiduciales o Marcas de Colimación, estas se encuentran a los cuatro lados de cada fotografía debiéndose conocer la distancia focal exacta calibrada que se garantiza, según certificado que expida la casa constructora de las cámaras.

Por lo tanto podemos definir el punto principal como el lugar geométrico dado por la intersección de una línea que pasa por el centro del objetivo de la cámara y es perpendicular al plano

que contiene a la placa sensible.

2.- Una vez localizado el punto principal, se transfiera a las fotografías continuas (anterior y posterior), por lo tanto cada fotografía tendrá puntos principales (uno propio y dos transferidos), excepto la primera y la última fotografías de la línea de vuelo que tendrá uno propio y un transferido; por lo tanto cada fotografía tendrá dos bases fotogramétricas, una común a la fotografía anterior y otra a la fotografía posterior, con excepción de la primera y la última que tendrán una sola base.

3.- Habiendo transferido los puntos principales, se si tían los puntos auxiliares, éstos puntos deben ser elegidos uno arri ba y otro abajo del punto principal propio siguiendo la dirección del eje de la línea de vuelo y dentro de la zona de traslape, común a tres fotografías consecutivas.

El punto auxiliar situado en el lado en que se considera que la línea traslape con una lateral, debe elegirse dentro de la zona de 10% de sobreposición lateral común a tres fotografías y además dentro de la faja de traslape lateral con la línea adyacente.

Lo anterior se hace con el objeto de que todas las líneas de vuelo de una zona determinada queden estrechamente ligadas formando una red de triángulos rígidamente unidos.

4.- Los puntos auxiliares se transfieren a las fotografías anterior y posterior de tal manera que cada uno de ellos se

vea en tres fotografías sucesivas.

Estos puntos deben ser marcados (se pican) sobre accidentes bien definidos y fáciles de identificar, esto es posible dado que se escogen a voluntad del operador.

Al terminar todo este proceso, cada fotografía tendrá nueve puntos, tres principales y seis auxiliares, a excepción de la primera y últimas fotografías que tendrán seis puntos, de los cuales dos son principales y cuatro auxiliares.

Teniendo localizados todos los puntos, se pican con un punzón fino y circundando con un pequeño círculo de 5 a 6 mm. de diámetro, con un compás de bomba utilizando tintas de color diferente, es decir, se utiliza una roja para los puntos principales, azul para los auxiliares y negro para el control terrestre que fue identificado y determinado en el campo.

La representación física de las direcciones radiales desde el punto principal de cada fotografía son las plantillas.

#### ELABORACION DE PLANTILLAS.

Con el fin de darle protección a la fotografía se elaboran plantillas de papel.

En una mesa de luz se fija la fotografía, sobre de ésta se coloca un papel transparente un poco más grande que la foto, desde el punto principal se radian líneas a cada uno de los auxiliares y a los de control, inscribiendo en cada una de las direcciones la nomenclatura adoptada y en la parte inferior de la plantilla se anota el sentido del vuelo, la línea y el número de la foto, esta operación se repite con cada una de las fotografías.

Sobre las plantillas de papel se arman las regletas correspondientes de la manera siguiente:

Desde el centro o punto principal y sobre cada una de las direcciones de la plantilla se clava un alfiler y se introduce una pirinola, además sobre el punto principal se coloca un centro, a continuación se van introduciendo las regletas, el orificio que tiene en uno de los lados se coloca en el centro y la ranura deberá pasar por la pirinola de la dirección correspondiente y se usará la regleta del tamaño correspondiente de acuerdo con la escala media de las fotos, por lo tanto, la regleta más pequeña es la de las bases.

Una vez que se han colocado las regletas necesarias para cada dirección de la plantilla, se le pone al tornillo del centro una tuerca, se introduce la llave plana por debajo de las regletas y con la llave de caja se aprieta la tuerca cuidando que no exista error de arrastre en las regletas, esto se comprueba leván-



tando las regletas por un extremo y dejándolas caer libremente para ver si entran sin ningún forzamiento en las pirinolas, esto se hace con todas las regletas.

Estando sujetas las regletas, se enumera el centro o la regleta con el número o letra que marca el punto que determina dicha dirección, además, a la regleta de la base respectiva se le marca una flecha que indica la dirección de la línea de vuelo, esto es con el fin de facilitar el armado sobre el canevá.

Con esto se tiene substituída la fotograffa, por un conjunto de regletas de dirección radial, que representan las relaciones angulares de la fotograffa, por lo tanto, se tiene una armazón por cada fotograffa del vuelo.

Al armar las líneas de vuelo (por medio de las armazones de regletas), es preciso darles escala y orientación, esto se hace por medio del apoyo terrestre horizontal, es decir por medio de los puntos de posición terrestre conocida, como vértices de triangulación geodésica o topográfica, vértices de una poligonal, o puntos situados astronómicamente, ya que en cualquiera de los casos mencionados, las coordenadas de dichos puntos son conocidas.

Por regla general se debe apoyar cada línea de vuelo en dos puntos de control en cada extremo, siempre y cuando la línea no tenga un número muy grande de fotograffas, ya que es aconsejable tener un punto de apoyo cada 20 o 25 fotos.

Para que los puntos de control queden convenientemente distribuidos tratando de reducir su número sin perjuicio de la precisión buscada, estos puntos de control se eligen sobre el mosaico índice de tal manera que queden situados dentro de la zona estereoscópica de dos fotografías y al mismo tiempo sirva de apoyo a dos líneas adyacentes, para lograr ésto, el punto deberá estar en la zona de traslape lateral de dichas líneas de vuelo.

Por otra parte, no debemos olvidar la accesibilidad y las facilidades de comunicación para llegar a los puntos de control para lo cual deberá coordinarse el punto de vista fotogramétrico con el topográfico.

Estos puntos de control deben identificarse con bastante cuidado, porque el punto picado sobre la fotografía debe ser la imagen del punto situado sobre el terreno sin error de ninguna clase pues el punto de unión entre la fotogrametría y los métodos terrestres convencionales descanza sobre la correcta identificación.

Una vez que se tiene la escala media de las fotografías que se van a restituir, se construye a esta escala la proyección del caneavá situando los puntos de control con su símbolo correspondiente, haciéndolos resaltar y en esta proyección es donde se tienden las armazones de las regletas ajustándolas hasta hacer coincidir las regletas con los puntos de control de campo.

Al tender los armazones se empieza por colocar dos, sobreponiendo las dos regletas de base común y apoyándolas en el punto de control correspondiente, en la pirinola respectiva, de esta manera la base común y las dos regletas del punto de apoyo terrestre formarán un triángulo cuya base se puede hacer variar deslizando las armazones, abriendo los centros, teniendo en cuenta que se habrá hecho pasar con anterioridad por cada centro una pirinola y dos sobre la base común para evitar que se quiebre, de esta manera se elige una magnitud de base tal que se llegue al otro extremo del control con poco error longitudinal dándosele además una dirección adecuada.

Efectuado lo anterior, la intersección de las regletas a un mismo punto (A, B, C, D, ), nos marcará la posición ortogonal de los mismos y por cada una de las demás intersacciones, se hará pasar por el espacio de las dos ranuras una pirinola, a excepción de los alfileres clavados en los puntos de control, ninguna otra pirinola llevará alfileres.

En consecuencia los puntos "C" y "D" han quedado fijados a la escala determinada por la base 1-2 de partida.

La armazón 3 se coloca enseguida sobreponiendo la base 2-3 a la ya fijada también 2-3 de la armazón 2 y dándole una longitud tal que las regletas a los puntos "C" y "D" pasen por esos mismos puntos ya establecidos planimétricamente.

Sobre las regletas de la base se colocan dos pirinolas con el objeto de permitir su desplazamiento pero ningún quiebre.

La base 2-3 quedará en las dimensiones fijadas por la base 1-2 a la escala determinada por ella misma.

Es conveniente aclarar que hasta estos momentos no se conoce la escala precisa, supuesto que no se ha llegado al otro punto de apoyo terrestre, lo que quiere decir que la triangulación no ha recibido ninguna compensación.

Al colocar el armazón 3, se fijan los puntos "E" y "G" por sus regletas correspondientes, por los que a su vez se hacen pasar las regletas del armazón 4, después de hacer coincidir la base 3-4, la continuación de las armazones se continúa de la misma manera hasta llegar al siguiente punto de control, en el cual si la escala de la triangulación es correcta, entrarán sin ningún forzamiento las dos otras regletas correspondientes a dicho punto de control en cada una de las armazones en que se tomó una dirección a este punto.

Sin embargo, como no siempre es posible llegar en el primer intento al punto de apoyo terrestre sin error de escala y dirección, sino con cierta desviación, la triangulación se alarga o se acorta, según sea el caso, haciendo variar proporcionalmente todas las bases de la línea hasta que las regletas caigan sobre el

punto de control sin forzamientos. De esta manera la triangulación se encontrará a la escala en que fueron situados los puntos de control.

La segunda línea adyacente, se coloca de tal modo que sus regletas comunes a las dos líneas pasen por dichos puntos que ya deben considerarse fijos, puesto que la primera línea ya se encuentra compensada y por lo tanto a escala.

De esta forma se colocan todas las armazones de la segunda línea hasta su conclusión, lo mismo se hace con la tercera, cuarta, quinta, hasta llegar a los puntos de control de la última línea.

Si la Triangulación Radial Gráfica Mecánica ha sido hecha correctamente, las regletas de dos o tres armazones comunes a los nuevos puntos de control deben caer sobre éstas o cuando menos a una distancia muy corta. En el segundo caso, con el objeto de conseguir que las regletas caigan sobre el nuevo punto de control, todo el conjunto de armazones se alarga o se acorta lo suficiente hasta lograr que las regletas entren en dicho punto de control.

Al terminar estas operaciones de triangulación, se encontrará a la escala del canevá y se procede a clavar un alfiler en cada uno de los puntos principales y auxiliares, finalmente, se van levantando las armazones sucesivamente y al mismo tiempo se van circundando los puntos con pequeños círculos.

El aspecto final que presente esta triangulación, será el mismo que presente el Método Gráfico.

Se debe tener presente que la Triangulación Radial Gráfica-Mecánica se llevará a cabo a la escala media del conjunto fotográfico respectivo, la que se calculará previamente. Este método se emplea siempre y cuando sea posible por su rapidez y precisión requerida.

El Método Gráfico sólo se emplea en aquellos casos en que la escala impida el empleo del equipo mecánico descrito anteriormente.

La Triangulación Radial es un método general de restitución por el cual, en la misma forma en que se sitúan los puntos auxiliares se puede situar cualquier punto que se encuentre dentro de la zona estereoscópica de un par fotográfico con lo cual se pueden dibujar todos los accidentes planimétricos contenidos en dicho par, pero la cantidad de radiaciones haría que dicho método resultara poco práctico y confuso. Por lo tanto, las triangulaciones situadas sobre el caneavá de la proyección y apoyadas debidamente en los puntos terrestres de posición conocida, formarán un esqueleto o estructura básica en la cual nos apoyamos para trasladar los accidentes planimétricos de las fotografías al caneavá, obteniendo de ese modo la planimetría de conjunto con una gran riqueza de detalles del área fotografiada.

### PLANIMETRIA.

Para llevar a cabo el dibujo planimétrico, es necesario cumplir las siguientes fases:

Retoque de fotografías, que se hace con el fin de poder apreciar con mayor claridad los detalles planimétricos que se presentan en las fotografías, este retoque se efectúa con lápices grasos y el auxilio de un estereoscopio. Además, es recomendable usar un color distinto para cada detalle observado.

El método gráfico de las intersecciones puede resultar laborioso y especialmente se adapta muy mal para la localización de detalles lineales, como los ríos, caminos y ferrocarriles. La precisión con que se pueden dibujar estos detalles depende del número de puntos individuales que se puedan fijar a lo largo de su curso. Por esta razón, los métodos mecánicos de intersecciones continuas para la recopilación de detalles de los mapas son valiosos. Una solución sencilla la proporciona el "Cartógrafo de Líneas Radiales".

El Cartógrafo de Líneas Radiales consta de un estereoscopio de espejos bajo el cual se monta el par de fotografías en plataformas especiales. Dos brazos transparentes con una línea grabada en cada uno de ellos, se sujetan con un punzón en los puntos

principales del par estereoscópico y tienen libertad para girar libremente en azimut alrededor de los punzones. Cuando las líneas de los cursores se ven estereoscópicamente, forman una cruz que se puede mover con relación al modelo estereoscópico alterando los ángulos subtendidos por las bases y los brazos de los cursos. Los movimientos de los cursos se transmiten al brazo que contiene el lápiz por medio de una articulación mecánica. Este aparato se puede ajustar para variar la relación entre las escalas de las fotografías y el mapa.

El Cartógrafo de Líneas Radiales, tiene la misma base técnica que la Triangulación Radial, puesto que el cruzamiento de las dos direcciones a partir de los puntos principales, originan la restitución de cada punto y asimismo al seguir estereoscópicamente los detalles con el cruzamiento de las líneas de los cursores, el lápiz grabará los accidentes planimétricamente restituidos.

Para poder llevar a cabo la restitución de una carta geográfica, es necesario hacerlo modelo por modelo en forma individual, éstos se orientan por medio de sus puntos principales y se ajustan en función de los puntos auxiliares, es decir, que cuando la intersección está sobre el punto auxiliar en el modelo, el lápiz estará exactamente en su correspondiente en el plano de la triangulación radial, así se debe ajustar con todos y cada uno de ellos, con esto se conseguirá el completo ajuste y se podrá obtener la restitución de todos los detalles.



Como cada modelo está definido por sus puntos principales y auxiliares, éstos servirán de apoyo y de liga para ir vaciando todos los detalles de las fotografías a la carta por elaborar.

### ALTIMETRIA

La altimetría tiene por objeto la determinación de alturas de puntos característicos del terreno con apoyo en otros de altura conocida, con el fin de disponer de los datos necesarios para la configuración o representación altimétrica del terreno considerado que normalmente se lleva a cabo por curvas de nivel.

Una curva de nivel es la traza o intersección del terreno con un plano horizontal, o de otro modo, es la línea generalmente curva o sinuosa que une los puntos de la misma cota en el terreno.

De acuerdo con lo anterior, para estar en condiciones de trazar sobre el dibujo planimétrico ya establecido las curvas de nivel, es necesario trazar en dicha planimetría una serie de puntos de igual cota (de acuerdo con la equidistancia elegida) a través de los cuales pasará la curva de nivel. La equidistancia es la distancia vertical uniforme que existe entre los planos horizontales con los cuales se considera idealmente que se corta el terreno; dicha equidistancia es variable de acuerdo con la naturaleza del terreno.

Se debe tener presente que a medida que el terreno es más plano, la equidistancia debe ser menor y en aquellas partes donde el terreno es accidentado, la equidistancia debe ser mayor.

Cuando se lleva a cabo la determinación de las alturas de todos los puntos característicos del terreno, es muy difícil que esos puntos resulten de cota cerrada o redonda y además, que esos puntos sean de igual cota, es decir, toda la serie de cotas por lo general son fraccionarias y diferentes. Como el problema consiste en trazar las curvas sobre la planimetría y éstas deben pasar por puntos de igual cota, lo que se hace primero es que todos los puntos cuya altura se haya calculado por los diferentes métodos que a continuación se verán, se sitúan sobre la planimetría y posteriormente, se interpolan los puntos de cota redonda necesarios a lo largo de líneas de igual pendiente de acuerdo con su equidistancia elegida.

Para lograr lo anteriormente dicho, es necesario seguir los pasos siguientes:

- 1.- Se escogen sobre las fotografías con ayuda del mosaico índice todos los puntos característicos del terreno (cumbres, puertos, barrancas, cruces importantes de caminos, confluencias de ríos, etc.,) entre los cuales se determinan líneas de pendiente sensiblemente igual, valiéndose de la observación estereoscópica de los pares respectivos.

2.- Por cualquiera de los métodos que más adelante se examinarán, se calcula la cota de los puntos con apoyo en el control vertical previamente obtenido en el terreno y marcados con su signo correspondiente sobre las fotografías.

3.- Transferencia al dibujo planimétrico por identificación de detalles de todos los puntos acotados.

4.- Interpolación lineal, a lo largo de las líneas de igual pendiente de todos los puntos de cota redonda, de acuerdo con la equidistancia adoptada.

5.- Trazado de las curvas de nivel uniendo todos los puntos de igual cota por medio de la observación estereoscópica de las fotografías con objeto de darles su verdadera forma. Las curvas de nivel se trazan sobre las fotos.

6.- La transferencia de las curvas de nivel al dibujo planimétrico identificando los detalles de la foto al dibujo por los cuales pasan cada una de las curvas de la configuración.

Las alturas o cotas características del terreno se pueden determinar por cualquiera de los métodos siguientes:

I.- Cálculo de la cota de un punto contenido en un par estereoscópico (método general).

II.- Determinación de las cotas de los puntos principales de una línea de vuelo o sea el perfil de puntos principales

III.- Cálculo de las cotas en función de los desplazamientos por relieve.

IV.- Cálculo de las cotas o desniveles en función de la diferencia de paralajes.

Método General.- Este método tiene los errores propios de todo procedimiento gráfico, los cuales pueden reducirse haciendo las medidas respectivas con mucho cuidado; sin embargo el error principal radica en la altura de vuelo que es tomada del altímetro del avión y la proporciona el piloto. Esta medida puede ser errónea ya sea por defectos de funcionamiento del altímetro o por los cambios bruscos de altura originados por bolsas de aire.

Teóricamente hay altímetros cuya precisión es de más o menos 10 pies, pero prácticamente es el doble de esta magnitud, por lo tanto, este método sólo se aconseja para el cálculo aproximado aplicable a la determinación de curvas de nivel de gran equidistancia, por ejemplo:

Se quiere calcular la cota de un punto cuyos datos obtenidos son:

$$H = 17\ 000 \text{ pies} = 5\ 181.6 \text{ m.}$$

$$b = 89.5 \text{ mm.} = 0.0895 \text{ m.}$$

$$\text{Escala de la triangulación radial } 1:20\ 000$$

$$f = 6 \text{ pulgadas} = 0.1524 \text{ m.}$$

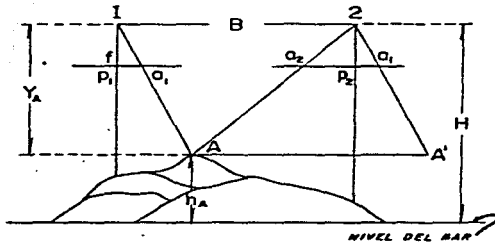
$$P_n = X + X = 99 + 17 = 116 \text{ mm.} = 0.116 \text{ m.}$$

$$B = 0.0895 \times 20\ 000 = 1790 \text{ m.}$$

$$h_n = H - \frac{B}{P_n} f = 5\ 181.6 - \frac{1790}{0.116} (0.1524)$$

$$h_n = 2\ 736.7\ m.$$

Para calcular la altura de un punto por el método general cuya imagen aparece en un par estereoscópico de fotografías de eje vertical, se lleva a cabo el siguiente procedimiento:



$$2A'I'A; 1-2=B=AA'$$

$$h_A = H - Y_A \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{Y_A}{f} = \frac{B}{a_2 o_1}$$

$$Y_A = \frac{B}{P_a} f \dots \dots \dots (2)$$

$$a_2 o_1 = a_2 p_2 + p_2 o_1$$

$$a_2 o_1 = a_2 p_2 + p_1 o_1 \text{ que}$$

es el parataje de "a"

$$X_1 + X_2 = L = P_a$$

substituyendo (2) en (1)

$$h = H - \frac{B}{P_a} f$$

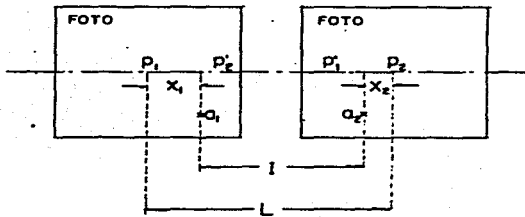


Fig. 7.1

En la figura (7):

$h_A$ : es la altura o cota del punto considerado "A" sobre el nivel del mar.

$Y_A$ : es la distancia vertical entre el plano horizon-

tal que contiene al avión y el punto considerado.

$P_1$  y  $a_1$ : son las abscisas de dicho punto en dos fotografías que lo contienen.

$H$ : es la altura del avión sobre el nivel del mar.

Como se muestra en la figura la cota que se trata de determinar es :  $h_A = H - Y_A$

Por otro lado se tiene que  $Y_A$  es la altura del triángulo  $IA_2$  o sea el formado por los puntos de exposición 1 y 2 con el punto A. Si por 2 se pasa una paralela a  $IA_1$ , su intercepción con la paralela llevada por "A" a la línea 1-2 nos determinará una magnitud  $AA'$  igual desde luego a la base 1-2.

En consecuencia entre las triangulaciones  $A_2A'$  y  $a_2 - 2a_1$  ( $a_2 a_1$  es la placa de la fotografía a una distancia  $f$  del punto de exposición) se puede establecer la siguiente proporción.

$$\frac{Y_A}{f} = \frac{B}{a_2 a_1} \quad \text{en donde:}$$

$B$ : es la base entre dos puntos consecutivos de exposición  $a_2 a_1 = a_2 P_2 + P_1 a_1 = \text{al paralaje.}$

$f$  = la distancia focal de la cámara.

$$\text{por lo tanto: } Y_A = \frac{B}{P_a} f$$

En la cual  $B$  es un dato conocido puesto que los lados o bases de la triangulación se determinan como se ha explicado:  $f$  es

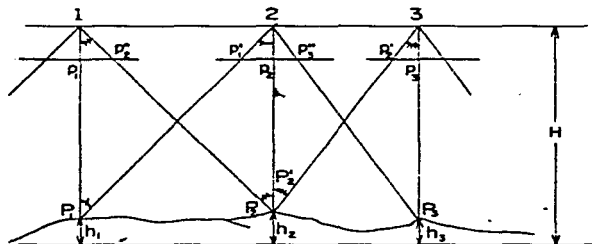
un valor constante para una misma cámara y el paralaje se mide directamente en las fotografías que contienen al punto A, haciendo que las bases  $P_1 P'_2$  y  $P'_1 P_2$  coincidan con el borde de la regla o con una recta trazada en una mica o celuloide. Se mide a continuación la distancia  $L$  entre los puntos principales de las fotografías y la distancia "I" entre los puntos  $a_1$  y  $a_2$  de ambas vistas, tal como se ve en la figura, la distancia  $L$  puede ser cualquiera.

La diferencia entre las dos medidas es el valor del paralaje considerado; así pues  $L - l = p$ .

De este modo se puede calcular la cota de todos los puntos que aparezcan en un par estereoscópico para la determinación de la altimetría de una zona.

#### PERFIL DE PUNTOS PRINCIPALES

Un caso particular del Método General, es el que se refiere a la obtención del perfil de la poligonal constituida por los puntos principales.



$$h_1 = H - IP_1 = H - Y_1$$

$$h_2 = H - 2P_2 = H - Y_2$$

$$IP_1 = l - 2 \cot A = l - 2 \frac{f}{D_1 P_2}$$

$$\cot A = \frac{f}{AP_2}$$

$$IP_1 = B_{1-2} \frac{f}{D_{1-2}} \quad (\text{foto N}^\circ 2)$$

$$h_n = H - Y_n = H - B_{n+1} \frac{f}{D_{n+1}}$$

Fig. 8.

$$Y_2 = 2P_2 = 1 - 2 \cot P_2 = 1 - 2 \frac{f}{p_1 p_2} = B_{1-2} - 2 \frac{f}{b_{1-2}} \text{ (foto N}^\circ 1)$$

$$Y_2 = 2P_2 = 2 - 3 \cot P_2 = 2 - 3 \frac{f}{p_2 p_3} = B_{2-3} - 3 \frac{f}{b_{2-3}} \text{ (foto N}^\circ 3)$$

Se obtienen dos valores para  $Y_2$  que se promedian

En la figura (8) los puntos 1, 2, y 3 son los puntos de exposición cuyas imágenes  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$  aparecen en fotografías consecutivas.

Como en el caso anterior,  $F$  es la distancia focal y  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  la placa fotográfica.

Para calcular la "Y" correspondiente al punto  $P_2$  por ejemplo, se tiene:  $Y_2 = B_1 - 2 \frac{f}{b_{1-2}}$  en la fotografía número uno.

Este mismo valor se puede calcular como se ve en la figura utilizando la base 2-3 (en la foto3) con lo cual se tienen los valores  $Y_2$  para un mismo punto, obteniéndose en consecuencia una comprobación efectiva y tomando como valor más probable el promedio de los dos resultados.

Como se podrá observar en la figura para demostrar el perfil de puntos principales, la obtención de la cota de un punto principal determinado se hace utilizando las vistas anterior y posterior o sea en aquellos en que dicho punto principal aparece transferido.

#### CALCULO DE COTAS EN FUNCION DEL DESPLAZAMIENTO POR RELIEVE

Para la determinación de la cota de un punto según la



figura se tiene:

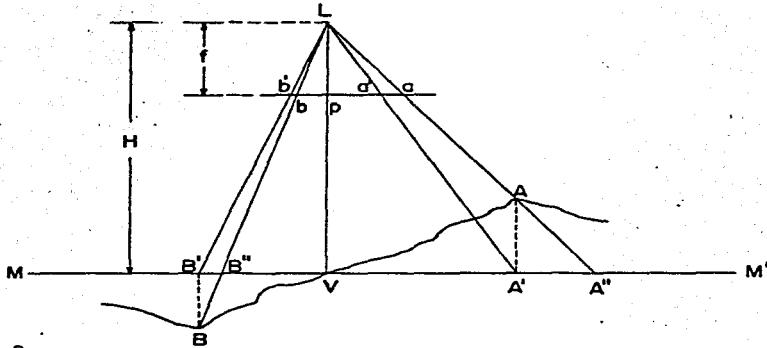


Fig. 9.

$$A-A' = A'-A' \cot A$$

$$\cot A = \frac{f}{p-a}$$

$$A-A' = A'-A' \frac{f}{p-a}$$

$$A'-A' = VA'' - VA'$$

$VA'' = p - a$  por el D<sup>o</sup> Esc. plano MM'

$VA' = \text{Dist. en la planimetría del p.p. cal. y}$

el considerado, por el D<sup>o</sup> Esc. de la misma

$$BB' = B'B' \cot B = B'B' \frac{f}{p-b}; \quad B'B' = VB'' - VB'; \quad \text{en la que } VB'' = p - b \text{ por el D}^{\text{o}} \text{ Esc. del}$$

plano MM';  $VB' = \text{Dist. en la planimetría por el D}^{\text{o}} \text{ Esc. de la misma}$

AA' = Cota de altura del punto A que se trata de determinar.

A'A" = Es el desplazamiento que se tiene por relieve y es igual a la distancia que existe entre el punto principal y el punto considerado sobre la fotografía, que multiplicada por el módulo de la escala de la fotografía menos la distancia VA' que se obtiene en la planimetría, midiéndola y haciéndola factor del denominador de la escala que se haya dibujado.

En la figura (9) podemos observar que los triángulos pLa y A'AA" son semejantes y por estar en la función de la cotangente del ángulo A'AA" igual al pLa se tendrá por  $\cot A = \frac{f}{Pa}$  en la que f es la distancia focal, y Pa se mide directamente sobre la fotografía.

Como se puede ver, esta ecuación no está en función de la altura de vuelo que presenta desventajas para su precisión.

Este método se usa con buenos resultados cuando existen grandes diferencias de nivel, pues de otra manera no es fácil estimar en la planimetría el desplazamiento mencionado.

Así como en las crestas se determinó su ecuación, se hace en las depresiones, que como se observa su signo con respecto al plano MM' es negativo.

CALCULO DE COTAS EN FUNCION DE LA DIFERENCIA DE PARALAJES

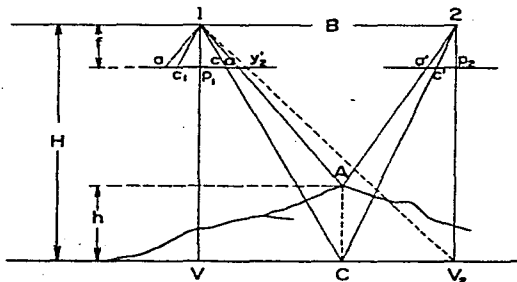


Fig. 10.

$$f \cdot a = 2 \cdot \sigma; \quad f \cdot c = 2 \cdot \sigma'$$

$$\frac{f}{a} = \frac{H-h}{B} \therefore a = \frac{f}{H-h} B$$

$$a = p_1 a + p_2 a = p_1 a + p_2 a'$$

$X_a + X_a'$  = paralaje del punto "A"

$$P_a = \frac{B}{H-h} f \dots \dots \dots (1) \text{ paralaje absoluto de "A"}$$

$$\frac{f}{c} = \frac{H}{B} \therefore c = \frac{B}{H} f$$

$$c = p_1 c + p_2 c = p_1 c + p_2 c'$$

$X_c + X_c'$  = paralaje del punto "C"

$$P_c = \frac{B}{H} f \dots \dots \dots (2) \text{ paralaje absoluto de "C"}$$

El paralaje diferencial es igual:  $P_a - P_c = \frac{fB}{H-h} - \frac{fB}{H} = \frac{fBh}{H(H-h)} \dots \dots \dots (3)$

$$\frac{P}{P_1 V_2} = \frac{H}{f} \therefore B = \frac{bH}{f} \dots \dots \dots (4) \text{ valor que subst. en (3)} \quad P_d = \frac{bh}{H-h} \therefore h = \frac{P_d H}{P_d + b}$$

(1) y (2) que es el paralaje absoluto de los puntos A y C respectivamente, con esas ecuaciones el paralaje absoluto de un punto es igual al producto de la base estereoscópica por la distancia focal dividido este resultado entre la altura del avión sobre el punto.

La ecuación (5) dice que el paralaje diferencial o la diferencia de paralajes entre los puntos dados es igual al producto de la base fotográfica por el desnivel entre dichos puntos, dividido entre la altura de vuelo menos dicho desnivel, así también debe entenderse que la ecuación (5) es la diferencia de paralajes correspondiente a una altura "h".

De manera que el valor del paralaje diferencial es directamente proporcional a la base fotográfica e inversamente proporcional a la altura de vuelo.

Por esta razón se tiene que todos los paralajes y diferencia de paralajes son pequeños, pero dentro de esa condición es conveniente que resulten de la mayor magnitud posible. Por lo tanto, para lograrlo debe aumentarse la base fotográfica lo cual no es posible si se tiene en cuenta que el formato es igual para una misma cámara y que el traslape es siempre del 60%, para esto se puede recurrir a la disminución de la altura de vuelo, pero como el dato base es la escala de las fotografías, dicha escala cambiaría si se hace variar la altura de vuelo.

De lo anterior se concluye que la única forma de disminuir la altura de vuelo sin cambiar la escala es hacer variar la distancia focal. Con esto se establece la razón por la cual se han adoptado las lentes Granangular o de distancia focal pequeña para la obtención de fotografías destinadas a restituciones fotogramétricas estereoscópicas o de paralaje.

De acuerdo con los datos que se tengan y criterio del fotogrametrista se empleará el método más conveniente calculando la cota de todos los puntos notables o importantes necesarios para obtener la altimetría de una zona; igualmente se calcula la altitud de los puntos de control con objeto de comprobar los valores obtenidos con los consignados en los catálogos de cotas o en los diversos documentos dignos de crédito.

Cuando las diferencias entre los valores obtenidos y los conocidos no exceden de más o menos 50 mts. (tolerancia establecida), el error resultante se reparte entre todos los puntos comprendidos entre dos de control consecutivos.

Una vez terminado el cálculo, se hace la revisión con el estereoscopio de las cotas determinadas con las fotografías con el objeto de comprobar si los desniveles que se observan entre los distintos puntos, corresponden a los obtenidos por el cálculo.

Configuración.- Se efectúa el vaciado del dibujo y se anota en las fotografías correspondientes, todas las cotas calculadas, de acuerdo con lo expuesto en la altimetría.

Para efectuar esto en forma metódica, se vaciarán los datos línea por línea empezando por cualquier lado de la hoja, para acotar los puntos, los cuales se identifican con toda corrección empleando las fotografías del caso, si es necesario ayudándose con un estereoscopio; a cada punto se le pone su cota respectiva y así se continúa hasta terminar la hoja.

A continuación se sitúan en el dibujo y en la fotografía todos los puntos de cota conocida que se encuentran en los diferentes documentos publicados por instituciones privadas u oficiales (Defensa Nacional, Ferrocarriles, Comunicaciones, Recursos Hidráulicos, Dirección de Geografía, etc.) así como todos los datos altimétricos obtenidos por el personal de recopiladores, procediendo en la forma anterior, es decir, señalándolos con puntos y su cota correspondiente.

Una vez situado el dibujo y en las fotografías el mayor número de puntos acotados, por medio de un estereoscopio se hace la interpolación de puntos de cota cerrada, de acuerdo con la equidistancia requerida. Terminada la interpolación de puntos de cota cerrada se procede al trazado de curvas de nivel sobre las fotografías con lápiz grasoso y auxiliándose con un estereoscopio.

A continuación se pasa a la hoja de dibujo, la configuración así obtenida, identificando en primer lugar las partes elevadas: cumbres de cerros, parte-aguas, así como cañadas, valles, mese

tas, pueblos, caminos, etc., con objeto de grabarse mentalmente una idea lo más precisa posible, de la conformación del terreno adaptada a la planimetría.

El trazo de las curvas de nivel sobre el dibujo se hace a lápiz, debiendo pasar por los puntos de cota cerrada correspondiente, flexionándolas al entrar a los arroyos, redondeándolas en las grupas y cerros, etc., todo esto se hace con un buen criterio topográfico de manera que se defina con toda claridad: cañadas, valles, alturas, depresiones, etc.

Cada dos o tres pares de fotografías es conveniente acotar todas las curvas ya trazadas para evitar confusiones y al cambiar de un par a otro debe tenerse cuidado de ligar perfectamente bien todas las curvas, a fin de que no quede alguna interrumpida. En esta forma, se continúa la configuración hasta terminar la hoja.

Revisión de la configuración.- Después de terminada la configuración a lápiz, se revisa minuciosamente ésta, curva por curva, cuidando que cada una de ellas tenga el mismo acotamiento en su desarrollo.

Finalmente, terminada la revisión, se procede a la acotación definitiva de las curvas en forma transversal a las líneas de pendiente característica o en los sitios que sea necesario para la fácil identificación de dichas curvas. En esta forma, una carta ya terminada mostrará el terreno representado en su aspecto

planimétrico y altimétrico.

Cuando se utilizan escalas cuyo módulo es chico, se requieren mayores precisiones, para lo cual es necesario el empleo de instrumentos que den mayor exactitud.

Estos instrumentos están basados en los mismos principios mencionados con anterioridad, entre éstos se pueden citar los siguientes: Múltiplex, Balplex, Kelsh, Autografo, Aviografo, Estereoplanigrafo, etc.

Estos instrumentos tienen algunas variantes en los adelantos de óptica y mecánica de acuerdo con la casa constructora, pero están basados en los mismos principios teóricos, por lo tanto, a continuación se describe únicamente el Múltiplex.

#### PARTES INTEGRANTES DE UN EQUIPO MULTIPLEX

- A).- Mesa del Múltiplex.
- B).- Armazón o barra.
- C).- Dos o más proyectores con sus filtros.
- D).- Mesilla trazadora.
- E).- Regulador de voltaje.
- F).- Unidades de enfriamiento.
- G).- Reductor impresor.

Mesa.- Siendo la mesa del Múltiplex el plano de refe-



rencia sobre el cual se proyecta el plano de comparación de un modelo estereoscópico, puesto que sobre ella se mueve la mesilla trazadora que nos está dibujando la proyección ortogonal del modelo estereoscópico existente en un par de proyectores, al respecto, puede usarse cualquier tipo de mesa pero de una estructura fuerte y que reúna las condiciones antes expuestas, pudiendo ser ésta de madera, de pizarra o de metal, teniendo como tolerancia máxima en la inclinación del plano determinado por ésta, más o menos 0.075 mm. por metro.

Armazón.- Este aditamento consiste esencialmente en dos soportes verticales y una barra horizontal que sostiene a los proyectores sobre el plano de referencia; de tal manera que éstos últimos reproducen las estaciones de la cámara aérea en el momento de la exposición sobre el plano mencionado. Por medio de dos movimientos del armazón, girando éstos sobre el eje "X" y el eje "Y" uno o más modelos pueden ser inclinados simplificándose de esta manera la tarea de horizontalizar un modelo estereoscópico a su vez, el armazón dispone también de un tubo con varias tomas de aire, controladas por medio de sus válvulas respectivas, en las cuales se conectan las mangueras de hule que van a los proyectores y que sirven para enfriarlos durante la operación.

Proyectores.- El proyector del equipo Múltiplex es el que proyecta una copia reducida del negativo de la fotografía aérea

de tal manera que la superficie del terreno que fué fotografiada con la cámara aérea en cada una de sus exposiciones puede ser reconstruida en miniatura como un modelo en el espacio. El proyector está constituido por tres partes, siendo éstas: El cuerpo del proyector, el Condensador y el sistema de iluminación.

El cuerpo del proyector nos representa una cámara a pequeña escala puesto que se encuentra montado de tal manera que puede girarse sobre sí mismo, así como moverse a lo largo de tres ejes perpendiculares entre sí, siendo éstos el eje de "X" que se encuentra materializado a lo largo de la barra y que es accionado por medio de un piñón que posee el proyector, el cual corre a lo largo de una cremallera sujeta a la barra. El de "Y" que está materializado por una pequeña barra plana en el cuerpo del proyector, la cual, al igual que la barra del equipo, tiene una cremallera que acciona un piñón que se encuentra en la parte posterior del cuerpo del proyector, originándose en esta forma el deslizamiento de la barra antes mencionada en una dirección perpendicular a la barra del equipo Múltiplex, quedando en esta forma materializado el eje "Y".

Eje de "Z", este movimiento es originado por un mecanismo especial que tiene el cuerpo del proyector, por medio del cual el proyector se desplaza verticalmente con respecto al plano materializado por los ejes "X" y "Y" permitiendo en esta forma corregir las diferencias de altura del avión con respecto al terreno y en ca

da una de las exposiciones, a efecto de tener una escala constante en una aerotriangulación.

Además de estos movimientos que podemos llamarlos como lineales, el cuerpo del proyector está provisto con otros mecanismos, los cuales accionados mueven al proyector alrededor de los ejes antes mencionados, siendo éstos el movimiento de giro, que mueve al proyector alrededor del eje de "Z"; el movimiento de banqueo que dá movimiento alrededor del eje de las "X" y el movimiento de cabaceo, el cual se mueve alrededor del eje de las "Y".

Descritos todos estos movimientos con que cuenta el cuerpo del proyector Múltiplex, es posible determinar exactamente la posición de la cámara en el avión en el momento de la exposición y una vez teniendo una serie de proyectores debidamente orientados se podrá reconstruir prácticamente una línea de vuelo, lo cual es denominado comunmente Aerotriangulación.

Además de todos estos mecanismos antes descritos, se encuentra también en el cuerpo del proyector la lente, siendo ésta Granangular habiendo sido diseñada para reducir al mínimo la distorsión y para producir una mejor definición de la imagen a una distancia de proyección de 360 mm., recibiendo el plano que pasa por esta distancia el nombre de Optimo de Proyección, dando una amplificación a 360 mm., de 12.774 el tamaño del diapositivo o sea  $\frac{360}{153} = 2.4$  veces el tamaño del negativo original. Esta lente tiene

una profundidad focal de 90 mm., de tal manera que es posible trabajar en todos los planos existentes entre las distancias de 270 a 450 mm.

El condensador del proyector ajusta perfectamente bien sobre el cuerpo del proyector, estando equipada la parte interior de éste, con lentes condensadores que producen una iluminación uniforme sobre el área del dispositivo, el cual tiene una ranura en su parte exterior en la que es colocado el filtro correspondiente, azul o verde.

El sistema de iluminación está colocado en la parte superior del condensador, puesto que ambas partes están roscadas para atornillarse el uno al otro, conteniendo éste la lámpara de 20 watts y un reflector que permita la uniformidad en los rayos de luz emanados de la lámpara.

Mesilla Trazadora.- La mesilla trazadora es la parte del equipo Múltiplex que es usada para observar el modelo estereoscópico, así como para medir las elevaciones del mismo y efectuar la restitución del modelo sobre el plano.

La mesilla trazadora tiene un platillo que se desliza verticalmente sobre un eje apoyado en una base en forma de herradura, siendo proyectadas las imágenes sobre este platillo, encontrándose en el centro de éste un punto luminoso (punto flotante) el cual sirve de índice al estar llevando a cabo la elaboración del pla

no, sobre la columna izquierda de la mesilla trazadora, puede observarse una escala en la que pueden leerse directamente las alturas del terreno, puesto que el equipo viene con un juego de engranes que son colocados en la parte superior de la mesilla y en sus respectivos ejes para trabajar a distintas escalas. El aditamento de dibujo está formado por un portamina colocado precisamente en la línea imaginaria que determina el punto luminoso del platillo en su recorrido, el cual puede ser accionado a voluntad para el dibujo, a efecto de poder obtener la proyección ortogonal del modelo que se esté restituyendo. La iluminación de la mesilla trazadora es proporcionada de los contactos que para el efecto tiene la barra del equipo Múltiplex.

Regulador de Voltaje.- En virtud de que los proyectores y mesillas trazadoras trabajan con 20 volts y que es necesario un medio de regular la intensidad de luminosidad de los proyectores, está incluido como parte de este equipo un regulador de voltaje haciendo posible con este elemento la igualdad iluminica de cada uno de los proyectores y poder observar en esta forma una imagen estereoscópica bien definida. El regulador de voltaje está provisto de cuatro circuitos denominados A, B, C y D. Y cada uno de estos con diez terminales numeradas del uno al diez respectivamente y que corresponden a cada uno de los enchufes de que viene provista la barra, numerados en igual forma, además de que cada uno de estos cir-

cuitos está provisto de un reóstato que permite regular a voluntad la luminosidad del modelo, pudiéndose encender cuatro proyectores simultáneamente y en esta forma poder trabajar dos operadores en la misma mesa, puesto que cada dos proyectores forman un par estereoscópico.

Unidad de enfriamiento.- Estando los proyectores equipados con focos de 100 vatios, éstos producen una determinada cantidad de calor la cual es eliminada por una unidad de enfriamiento, esta puede trabajar por succión o por sopro, por lo tanto la unidad consiste en un motor de un tercio de caballo el cual viene montado en un cajón con una salida de aire teniendo la parte superior del cajón, un filtro para no permitir la entrada de polvo al mismo; el tubo de descarga del ventilador es conectado por medio de una manguera especial al tubo colector del armazón, estableciéndose en esta forma una corriente continua de aire a voluntad, para cada uno de los proyectores, produciéndose en esta forma el enfriamiento de los mismos.

Reductor Impresor.- El reductor impresor consiste en una cámara la cual hace una copia reducida del negativo original sobre una placa de cristal, ésta consta de tres partes que son:

a.- Base.

b.- Cúpula.

c.- Placa superior de presión.

La base consiste esencialmente en el plano del negativo en el que se encuentran grabadas las marcas de colimación para orientar el negativo, encontrándose bajo de esta placa dos cristales esmerilados que permiten hacer la difusión de la luz, además con tiene ésta un circuito para las lámparas que van colocadas bajo los cristales esmerilados, teniendo éstas un switch independientemente una de otra a efecto de poder regular la luz, según el contraste del negativo. Los negativos a imprimirse deberán colocarse entre la placa de presión superior e inferior con la emulsión hacia abajo.

La cúpula es la que lleva el plano del diapositivo, las lentes del impresor, las lentes compensadoras, las ventanas alineadoras y dos anillos estriados mediante los cuales se fija la distancia focal exacta de la cámara con la cual fueron tomados los negativos a imprimirse. La lente del impresor tiene características de opuesta distorsión a las lentes de la cámara metrogón, de manera que cuando se imprime un diapositivo, este se encuentra prácticamente libre de distorsión.

#### ORTOFOTOCARTOGRAFIA

Uno de los procesos más modernos es la Ortofotocartografía mediante la cual se elabora un nuevo tipo de planos o mapas, que tienen la riqueza informativa de una fotografía aéreo y la precisión de un mapa.

Las Ortofotografías se obtienen aplicando el principio de la rectificación diferencial por fajas, con lo que se obtiene una fotografía de escala uniforme sobre la cual se pueden hacer medidas precisas de distancia, ya que los desplazamientos por inclinación y por relieve de las fotografías han sido corregidos.

Con la unión de varias ortofotos de escala común se obtiene un ortofotomosaico que abarca grandes extensiones del terreno y se pueden hacer medidas planimétricas.

Un ortofotomapa es un ortofotomosaico al que se le ha hecho un proceso cartográfico de tal forma que tenga el formato de un plano, es decir, que aparezca con la toponimia, acotaciones marginales, simbología, cuadrícula, etc.

Con la Ortofotografía se puede obtener un nuevo tipo de plano que además de tener la precisión de un plano común tiene la riqueza de la información contenida en las fotografías y no en forma simbólica como en los mapas.

La configuración de las curvas de nivel se hace por medio de un ortoprojector y en combinación con una computadora, de esta manera se puede trazar directamente sobre el ortofotomosaico o sobre un cristal para no perder la riqueza de detalles de éste.



## CAPITULO IV

### TOPONIMIA

La Toponimia tiene como finalidad indagar el origen y significado de los nombres de lugares.

Para lo cual se vale de la documentación que existe en archivos y mapotecas, siendo necesario tener conocimientos lingüísticos, históricos y geográficos relacionados con la zona geográfica en estudio.

Se ha enfocado también para unificar la nomenclatura y evitar confusiones para los que están tratando de aprender, por ejemplo: ¿Cómo van a saber que se trata de lo mismo si en unas partes lo encuentran como Golfo de California y en otras como Mar de Cortés o Mar Bermejo?.

Para evitar esto, a fines del siglo pasado en varios países se creó una junta o comisión gubernativa permanente sobre nombres geográficos para uso oficial y está encargada de uniformar los nombres investigándolos y llevando un registro. Esta comisión trata de reducir la duplicación de topónimos en una misma región y de corregir discrepancias en los nombres geográficos.

cos usados en mapas y otras publicaciones oficiales.

Como la unificación de los topónimos es un problema mundial, se han ocupado de él organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Para ésto, la Organización de las Naciones Unidas aconseja varias medidas que son las siguientes:

1.- Que los organismos internacionales de nomenclatura geográfica publiquen listas de topónimos aprobados, basando su selección en cada caso en principios generales. Aunque para mantener nombres bien establecidos, se pueden hacer excepciones a la aplicación del procedimiento general.

2.- Cuando se usa el mismo nombre para varias entidades geográficas de la misma clase, que se substituya por otros que sean aceptables para los habitantes de la localidad, o que se añada a cada uno algo que los diferencie.

3.- Que se recomienden nombres sin partes de uso optativo y se establezca en qué caso deben usarse las partes optativas de los nombres ya existentes.

4.- Que se decida qué nombres incluyen el artículo determinado.

5.- Que se establezcan normas para el uso de abreviaturas, que permitan que éstas se puedan interpretar sin ambigüedad.

En vista de que los problemas toponímicos de un país se repiten con frecuencia en otros, las Naciones Unidas recomiendan además, que se hagan trabajos por grupos de gobiernos, sobre todo de países del mismo idioma o con el mismo sistema de escritura.

Organismos interamericanos resolvieron que las tres tareas fundamentales del Comité Panamericano de Términos Geográficos son:

I.- La formulación de un glosario de términos geográficos americanos.

II.- La normalización de términos geográficos en el continente.

III.- La divulgación del glosario y de los trabajos de normalización.

En México, el Cuarto Congreso Nacional de Geografía que se reunió en octubre de 1965, resolvió crear una Comisión Mexicana de Nombres Geográficos y le dió el mandato de "estudiar los topónimos, llevar un registro de sus recomendaciones respecto de la forma que ha de tener cada uno de ellos y publicar dichas recomendaciones".

La Comisión se ha reunido en varias ocasiones y ha comenzado la preparación de fichas del tipo de la siguiente:

Iztaccihuatl, montaña, Estados de México  
y de Puebla, 19°11' N, 98°39' W. (del náhuatl

Iztazihuatl "mujer nivea", de Itztak "niveo, blanco" + ziuatl "mujer").

No se recomiendan: Ixtaccihuatl, Ixtacihuatl, Ixtlacihuatl, Ixtlaccihuatl, Iztaccihuatl, Iztacihuatl, Volcán Ixtaccihuatl, Volcán Ixtachuatl.

En la actualidad los trabajos de toponimia que se llevan a cabo en algunas dependencias gubernamentales se puede decir que son de verificación únicamente como se verá en la descripción de los que se están haciendo en la Comisión de Estudios del Territorio Nacional:

Para llevar a cabo el trabajo, se limita el área de acuerdo con la carta topográfica elaborada de antemano.

Teniendo el área limitada se hace una evaluación para tener una idea de la densidad de población y poder determinar la escala más adecuada para el trabajo ya que si se trata de poblaciones grandes se hacen ampliaciones de las fotografías de 1: 5 000 y 1: 10 000 en las ampliaciones a escala de 1: 5 000 se identifican los servicios y se le ponen los nombres a las calles.

En las ampliaciones de 1: 10 000 sólo se identifican los servicios.

En regiones con poca densidad se utilizan fotogra-

fias de escala 1: 25 000, en las cuales se hace una compilación previa en gabinete basándose en trabajos anteriores, para los nombres de las poblaciones y por medio de un estereoscopio se identifican las casas aisladas y ranchos.

En el campo se verifica si estas casas están habitadas permanentemente o sólo en las temporadas en que hay trabajo en la región.

Por lo que respecta a las generalidades, se aplica el instructivo elaborado por la Comisión que a continuación se transcribe:

INSTRUCTIVO DE CLASIFICACION Y TOPONIMIA PARA  
LAS AMPLIFICACIONES DE LAS POBLACIONES.

I.- GENERALIDADES.

1.- Nombre Oficial del Poblado.- Este dato se debe recabar con las autoridades civiles del lugar: Presidente Municipal, Delegado, Comisario Ejidal, de ser posible obtener en el reverso de la fotografía la impresión del sello oficial del nombre. Se deberá anotar en el frente de la fotografía: Nombre oficial de la población, cabecera municipal, al reverso de la foto se deberá señalar siempre el nombre y clave de la hoja, zona y número de orden.

2.- Nombre con el que se le conoce, (entre paréntesis).- Fuente de información del punto (1).

3.- Municipio al que pertenece (entre paréntesis) Fuente de información del punto (1).

4.- Nombre de colonias o barrios (sin delimitar). Esta información se debe obtener en las oficinas de Catastro o Presidencia Municipal y verificar con los vecinos, de la autenticidad del dato.

5.- Nombre de las calles.- Esta información se debe obtener en forma directa mediante el recorrido de todas las calles que constituyen el tejido urbano. Si alguna calle no tiene nombre, esto se señalará entre paréntesis.

## II.- COMUNICACIONES:

1.- Aeropuerto. (nombre oficial).- Este dato deberá recabarse en las oficinas de la Comandancia del Aeropuerto, e identificarse la localización en la fotografía.

2.- Pista aérea, (si está en servicio).- Este dato deberá recabarse con el encargado o velador indicando el estado en que se encuentra e identificarse la localización en la fotografía.

3.- Puerto Marítimo. (nombre).- Esta información deberá recabarse en las oficinas de la Secretaría de Marina o Capitanía del puerto. También se recabará si el puerto es de altura,

de Cabotaje o Pesquero, e identificarse la localización en la fo  
tografía.

4.- Embarcadero.- Con las autoridades del punto anterior, informarse si está en servicio, e identificarse la localización en la fotografía.

5.- Autopistas, Carreteras y Caminos.- Señalar las ciudades, poblaciones o lugar más importante hacia donde se dirige.

6.- Terracerías sin Obras de Arte.- Señalar la población o lugar más importante hacia donde se dirige.

7.- Terracerías con Obras de Arte.- Señalar la población o lugar más importante hacia donde se dirige.

8.- Brecha. (sólo las que sean transitables).

9.- Vías Férreas. (poner el nombre del F.F.C.C., Ejemplo: FF.CC. del Sud-Pacífico).- Señalar la ciudad de importancia más cercana que comunica. Ejemplo: A Guadalajara; a Laredo, etc.

10.- Vías Férreas Angostas. (poner el nombre del FF.CC.)- Señalar la población o lugar más cercano que comunica.

### III.- SERVICIOS.

a).- Se indicará el nombre completo y la ubicación de cada uno de los servicios siguientes: (ejemplo: Primaria Benito Juárez, Hospital de Jesús, etc.)- En todos los casos de densidad

urbana se perforará y se anotará al reverso de la fotografía.

Primaria : Este dato se recabará con el secretario o director de la Escuela (señalando si es oficial o privada).

Secundaria : Este dato se recabará con el secretario o director indicando si es Secundaria Técnica, Comercial, Agropecuaria o Telesecundaria (señalando si es privada u oficial).

Preparatoria : Este informe debe solicitarlo en la oficina de la dirección de la Escuela, (señalando si es privada u oficial).

Universidad : Este dato debe recabarse en las Oficinas Administrativas de la Rectoría de la Institución (señalando si es privada u oficial).

Hospital : Debe informarse en las oficinas de la Dirección de la Institución (señalando si es privada u oficial).

Clínica : Este dato debe recabarse en las Oficinas Administrativas indicando si se le denomina Clínica o Centro y a la Organización a la que pertenece (si es privada u oficial).

Mercado : Este dato deberá recabarse en las oficinas del mismo señalando si es fijo o semi-fijo.

Tanque de distribución o Estación de Bombeo: Esta instalación deberá marcarse en la fotografía ya sea que se localice en la población o en un accidente orográfico cercano, indicando si está en servicio.



b).- Sin indicar nombre:

Se deberá localizar y señalar la Cruz Roja, Cruz Verde, Bomberos, diferenciando la instalación central de las delegaciones en su caso.

Cuando estos servicios se encuentran en un edificio público en donde haya otras oficinas, se picará la foto y se indicará la existencia de éstos al reverso.

Correos.- Central o Agencias Postales. (marcar lugar)

Teléfono.- Marcar si se trata de Administración Telegráfica o Sucursal.

Radio Comunicación.- Marcar las siglas de la Radiodifusora, como por ejemplo: XEB, etc.

Subestación de Corriente Eléctrica.- Informarse con el encargado del origen y destino del fluido eléctrico.

Iglesias.- Marcar las que estén construidas con ese objeto y no las adaptadas en otras instalaciones temporales.

Cementerios.- Marcar si está en servicio o clausurado.

#### IV.- EDIFICIOS PUBLICOS.

Localización e identificación de los siguientes:

Palacio de Gobierno.

Palacio Municipal.

Comandancia de Policía.

Reclusorio.

Oficinas de S.O.P., S.R.H., C.F.E., CONASUPO,  
S.H.C.P., S.S.A.

Deberá recabarse previamente en las oficinas de las autoridades municipales, qué delegaciones federales operan en esa población.

Estaciones de FF.CC.- Se localizará y se indicará el nombre al frente de la fotografía.

Centros Deportivos.- (Localizar e indicar nombre). Este informe deberá obtenerse en las oficinas del mismo centro deportivo.

Parques y Jardines.- (localizar e indicar nombre). Este informe deberá obtenerse en las oficinas de las autoridades municipales.

Las anotaciones que se hagan en las fotografías deberán ser con letras mayúsculas legibles y de tamaño no mayor de 3 milímetros excepto en el nombre de colonias.

Las perforaciones deberán hacerse con aguja fina, en cerrando en un círculo rojo la perforación al reverso de la fotografía.

Anotar en el reverso de la fotografía, qué persona o autoridad proporcionaron datos, así como el nombre del Recopilador o Clasificador de Campo. También se anotará la fecha en que se terminó el trabajo.

## CAPITULO V

### PROYECCION UTILIZADA

Un mapa es la representación gráfica de una parte o de toda la Tierra a escala en un plano. Nuestras ideas en relación con las superficies relativas de las diferentes partes de la tierra (continentes) se basan en esas representaciones.

Se ha comprobado en forma definitiva que la forma de la Tierra es la de un esferoide ligeramente irregular con el eje polar unos 43 Kms. más pequeño que el eje ecuatorial. El problema que se presenta en la elaboración de los mapas, es el de representar la superficie esférica de la Tierra en un plano, porque ninguna parte de la superficie de una esfera se puede extender en un plano sin aumentarla o desgarrarla. Sin embargo, hay superficies que se pueden extender en un plano, a estas superficies se les llama Extensibles (cono, cilindro, etc.) y otras como la esfera que no se pueden extender y se llaman Inextensibles.

Si se construye un cono o un cilindro y se corta por una generatriz, se pueden extender sobre un plano sin estirarlos, ni rasgarlos, por lo tanto, los diferentes puntos y figuras de la superficie terrestre se representan en estas figuras por medio de

proyecciones que presentan algunas deformaciones y modificaciones en las relaciones geométricas, por lo que se ha estudiado una transformación que puede guardar en la carta varias características que tiene la superficie esférica.

Como se sabe, la localización de un punto se hace por medio de los valores de sus coordenadas de latitud y longitud (red de paralelos y meridianos) a esta red se le llama Gradícula o Canevá de la Proyección.

Existen varias clases de proyecciones, que cada una de ellas tiene sus características y con el conocimiento de éstas se podrá determinar qué proyección se utilizará para las necesidades u objetivos requeridos de la carta por elaborar.

De acuerdo con las propiedades de forma, área, distanccia y dirección, se han ideado las proyecciones Conformes, Equivalentes, Equidistantes y Azimutales.

Proyecciones Conformes.- Los accidentes o configuración de pequeños elementos conservan su forma. Los paralelos y meridianos se cortan en ángulos rectos pero alteran las áreas. Se usan para cartas de navegación y de fenómenos meteorológicos; conservan los ángulos reales.

Proyecciones Equivalentes.- Conservan las áreas a escala, alteran los ángulos. Se utilizan para la distribución de productos en estudios económicos.

Proyecciones Equidistantes.- La escala es constante

para distancias mantenidas en una sola dirección de uno o dos puntos. Se aplican en comunicaciones, en el transporte de personas o mercancías o para representar los paralelos con su correcto espaciado.

**Proyecciones Azimutales.**- Conservan su Azimut a partir de un punto dado. Todos los círculos máximos que pasan por el centro de proyección, están representados por líneas rectas cuyo azimut es verdadero. Su utilización está en las cartas complementarias a otros sistemas.

Las proyecciones también se clasifican por su construcción en Cilíndricas, Cónicas, Azimutales y Convencionales.

**Proyecciones Cilíndricas.**- La esfera terrestre se proyecta sobre la superficie lateral de un cilindro que puede ser tangente o secante; al desarrollar el cilindro, las direcciones y áreas se distorcionan, pero el ecuador o meridiano base queda representado por una línea en verdadera magnitud a escala. Las principales proyecciones de este sistema son: La Cilíndrica Simple o Equidistante, la Cilíndrica con dos paralelos base, la Cilíndrica Equivalente y la Cilíndrica Perspectiva. Una de las proyecciones de este sistema es la de Gerhard Krammer (Mercator) en que las distancias entre paralelos aumentan considerablemente en función de la latitud. La propiedad importante es que mantiene en línea recta a la Loxodrómica, si bien distorciona áreas al retirarse del Ecuador, una direc-

ción dada, corta bajo los mismos ángulos a los meridianos y por este motivo la han utilizado para la navegación.

Proyecciones Cónicas.- La superficie terrestre se proyecta en la superficie lateral de un cono que puede ser tangente o secante a la esfera terrestre.

En la condición tangente la superficie lateral del cono toca a la esfera en un círculo denominado paralelo tipo o paralelo base; y en dos paralelos tipos cuando es condición secante, estas líneas en donde el cono toca a la esfera, son paralelos que se representan en su magnitud verdadera a escala como arcos de círculos concéntricos y los meridianos como líneas rectas que convergen en el vértice del cono. Los paralelos y meridianos se cortan en ángulos rectos y las áreas próximas a las tangencias conservan sus proporciones, las proyecciones que pertenecen a este tipo son: la Cónica Equidistante con un paralelo tipo, la Cónica de Lambert con un paralelo tipo, la Cónica con dos paralelos tipo, la Ortomórfica con dos paralelos, las policónicas y la Conforme de Lambert con dos paralelos tipo. Esta última proyección se utiliza en cartas de áreas extensas y se prefiere cuando la dimensión predominante es Este-Oeste, por ejemplo Estados Unidos de Norteamérica.

Proyecciones Azimutales.- También se les da el nombre de Proyecciones Horizontales o Proyecciones Zenitales. Se obtienen proyectando la esfera terrestre sobre un plano desde un punto llama

do de Vista o Centro de Perspectiva, cuya posición determina el tipo de proyección.

Si el punto de vista es antípoda del centro de proyección es la llamada Estereográfica, si el punto de vista se aleja al infinito se llama Ortográfica y si el punto de vista es el centro del globo terráqueo se denomina Gnomónica. Se llaman Azimutales por que todos los círculos máximos que pasan por el centro de proyección están representados por líneas rectas y su Azimut es verdadero. Pueden presentarse los tres casos:

- 1.- Que el plano de proyección sea perpendicular al Eje de la Tierra, se le llama Polar.
- 2.- Proyección Ecuatorial o Meridiana, si el plano de proyección es normal al Ecuador.
- 3.- Proyección Oblicua, si el plano de proyección ocupa cualquier posición.

De esta familia de proyecciones, la Gnomónica es la que tiene la propiedad de representar los círculos máximos mediante líneas rectas; esta proyección se utiliza como complemento del sistema Mercatoriano. Esta carta se utiliza para representar pequeñas áreas pues es de consideración la alteración para áreas de gran extensión.

Proyecciones Convencionales.- Se han encontrado diversas formas convencionales que definen la posición de las líneas del canevá que satisface esa condición y no se sujetan a las leyes de

la perspectiva y tampoco se basan en una superficie desarrollable, a estas se les llama convencionales; algunas representan a la Tierra en su totalidad, como los Mapa-Mundi. Dentro de éstas están clasificadas la Globular, la De Cassirre, Aitof, Mollweide y la interrumpida de Goode que fue ideada para disminuir las deformaciones del Mapa-Mundi de Mollweide.

Proyección de Mercator.- Esta proyección lleva el nombre del seudónimo latino de su inventor, Gerhard Krammer, que nació en Flandes en 1512 y publicó su sistema en una carta mundial en 1569. Sus resultados fueron entonces únicamente aproximados. Los principios verdaderos y el método de construcción y cálculo fueron dados a conocer por Edward Wright, de Cambridge, 30 años después, en una publicación titulada "Certain Errors in Navigation".

En la Proyección Normal de Mercator se persigue que toda línea de rumbo constante en la esfera o el esferoide, línea loxodrómica esté representada por una recta en la carta.

Como el cilindro de proyección es tangente en el Ecuador, la equidistancia de los Meridianos es proporcional a los arcos del Ecuador comprendidos entre ellos.

Ahora bien, como para satisfacer la condición impuesta, la relación constante de las líneas loxodrómicas entre los incrementos rectificadas de latitud y longitud, debe subsistir en la proyección y en ésta el incremento de la longitud se amplifica en la relación entre las dimensiones del ecuador y el paralelo corres-



pendiente, es necesario que el incremento en latitud se amplifique en la misma relación; en consecuencia, los arcos de meridiano y, por tanto, los espaciamentos entre los paralelos crecen del Ecuador hacia los Polos.

Proyección Transversa de Mercator.- Se conoció primeramente como la Proyección Conforme de Gauss, que se utilizó principalmente en la navegación. Después L. Kruger en Berlín, introduce las bandas meridianas para que se conserven los ángulos en el paso del esferoide al plano y así se le denomina Proyección de Gauss-Kruger.

La Proyección de Gauss es una generalización de Mercator con el eje transversal a la esfera o al elipsoide, coincidiendo el eje del cilindro con el Ecuador, se reproduce conservando su longitud el Meridiano medio. Se aumenta en cierta cantidad para el principal de cada banda o conservar los ángulos, los arcos de círculos máximos que cortan ortogonalmente al Meridiano Medio. Lo esencial de las bandas meridianas de Gauss-Kruger consiste en el paso de las mismas del elipsoide al plano conservando los ángulos. Aunque se pueden extender las bandas cuando sea necesario en dirección Norte-Sur, su propagación en Este-Oeste es limitada. Se construyen hasta 3° de longitud desde el meridiano principal y meridiano central o también meridiano medio, se avanzará 1°30' hacia el Este u Oeste. En Alemania se aplicó esta proyección dividiendo la superficie en bandas me

ridianas de 3° de ancho, es decir, de 3° en 3° de longitud; se aplica un nuevo cilindro para que no se aparezcan deformaciones laterales debidas a una distancia mayor de 1° 30' al Meridiano Central de contacto; para Alemania los meridianos centrales de las superficies cilíndricas 3°, 6°, 12°, etc. al Este de Greenwich.

Las ordenadas de la red mantienen distancias iguales en el meridiano central. (Proyección Mercator) en realidad son las Ordenadas de la Red Geográfica, los Meridianos poseen una inclinación mutua tal que se anula finalmente en el Polo, cuanto más se alejan las abscisas del Meridiano Central tanto mayor es la diferencia entre el Norte Geográfico y el de la Red de Coordenadas.

Se llama Convergencia de Meridianos a esa diferencia, de acuerdo con lo anterior se deduce que la proyección Gauss-Kruger conserva los ángulos, está sometida a deformaciones que aumentan rápidamente hacia los lados al alejarse del círculo de contacto, por ello se fijan las bandas de 3° de ancho.

Posteriormente a esta Proyección de Gauss-Kruger, los Estados Unidos le hacen otras modificaciones y establecen la Proyección Universal Transversa de Mercator, o también denominada Cuadrícula Universal de Mercator.

Las modificaciones que realizan consisten en tomar meridianos centrales tangentes al cilindro cada 6°, dándoles a estos meridianos centrales el valor de 500,000 M., se les llama Falsa

Abscisa con el objeto de que no existan números negativos, esto quiere decir que cada 6° se utilizará otro cilindro con las mismas características pero que se ha girado en tal forma que cada 6° tenga un meridiano de contacto a dicho cilindro.

Otra modificación realizada después de una serie de estudios, es que la realizan en condición secante, es decir, el cilindro ya no es tangente o de contacto en el meridiano central sino que en dos bandas separadas en 180,000 m. al Este y al Oeste de dicho meridiano central, por supuesto que estas bandas no coincidirán con ningún meridiano en toda su extensión puesto que son paralelas al meridiano central.

El meridiano central tiene un factor de escala igual a 0.9996, esto quiere decir que una distancia medida a lo largo de un meridiano central tendrá que multiplicarse por el factor de escala. Para conocer la distancia que debe tener a nuestra escala e inversamente a partir de la carta, una distancia sobre el meridiano central tendrá que dividirse entre el factor de escala para conocer la distancia que existe en la esfera terrestre, cabe mencionar que en esta proyección se utiliza no a la esfera, sino al elipsoide con los parámetros respectivos y que para nuestro estudio es el de Clark de 1866.

En estas condiciones, a partir del meridiano central y hasta cada una de las bandas tangentes al cilindro a 180,000 M.

el factor de escala será menor a la unidad y alejándose más allá de los 180,000 M. será mayor a la unidad.

Al igual que hay Abscisa Falsa, también hay una Ordenada Falsa, ya que en el Hemisferio Norte al Ecuador se le dá un valor de 0 y en el Hemisferio Sur el valor es de 10,000,000.. Esto al igual que en la Abscisa es para evitar valores negativos.

En la proyección (U.T.M.) se tiene en consideración los parámetros del elipsoide que se adopte de acuerdo con la zona, es decir, esta proyección puede trabajar con cualquiera de los elipsoides existentes. Para la República Mexicana se ha adoptado el elipsoide de Clark de 1866 que tiene en sus parámetros las siguientes dimensiones:

Semi-Eje Mayor:                    6378 206.4000

Semi-Eje Menor:                    6356 583.8000

Las secciones rectas del cilindro envolvente de la Tierra en la Proyección Universal Transversa de Mercator son elipses con parámetros más pequeños pero que guardan la relación respectiva con las de Clark de 1866 para que se cumpla la condición secanté y tenga cada meridiano central un factor de escala 0.9996.

La Proyección Universal Transversa de Mercator es la proyección oficialmente utilizada para la República Mexicana adoptada por los Acuerdos mencionados en el Capítulo I de este libro.

Esta proyección es una Proyección Policilíndrica Condición Secante.

## CAPITULO VI

### EDICION Y REPRODUCCION DE MAPAS.

Los mapas en su gran mayoría se elaboran para ser reproducidos en mayor o menor escala, ya que de no ser así, el cartógrafo los puede preparar como mejor le convenga, pero si se van a reproducir hay que tomar en cuenta el costo y el tipo de reproducción para hacer la elaboración del mapa.

La secuencia aconsejable para preparar un mapa es:  
Primero escoger el proceso por el cual se va a reproducir.

Segundo, planear cómo se van a preparar los originales que mejor se adapten al método de reproducción, para lo cual al seleccionar un proceso es necesario tener conocimientos de los métodos de duplicación.

### EDICION

Para el vaciado de datos con el fin de hacer la reproducción de mapas, se utiliza película estabilene, que por uno de sus lados tiene una capa de emulsión en donde se graban los datos

con agujas de diferentes gruesos, estos gruesos varían de acuerdo con los símbolos, rasgos y la escala del mapa que se va a elaborar.

El grabado de los datos se hace a partir de un negativo, que se le saca a un original enviado por la oficina de restitución.

Primero, sobre el estabillene se traza el canevá y se marca la gradícula por medio del coordinatógrafo, tomando como base el tamaño de la cuadrícula se prepara un marco maestro para evitar que los rasgos dibujados se salgan del margen que limita el mapa.

El grabado de los datos se hace en cuatro hojas, cada una de éstas corresponde a uno de los cuatro colores con los que se va a reproducir el mapa.

La primera hoja que se graba es la que corresponde al color negro, en donde se vacían los datos de planimetría, parte de la topografía, rotulación de la hoja, las coordenadas geográficas y los valores de la Cuadrícula Universal Transversa de Mercator. Para las zonas urbanizadas se emplea otra hoja de estabillene donde en ocasiones es necesario bajar el tono del color para lo cual se emplean pantallas.

En la hoja que reproducirá el color azul se vierten los datos de los elementos hidrográficos como ríos, arroyos, pre-

sas, lagos y litorales, en los mantos acuosos se usan pantallas o se ashuran para diferenciar si son peregnes o de temporal.

En el color sepia se marcan los datos referentes a la orografía o curvas de nivel, al hacer el trazado de las curvas de nivel se debe tener cuidado de no introducir las líneas en los elementos hidrográficos y las carreteras.

En la hoja correspondiente al color verde se vacían los datos de vegetación, donde para diferenciar los tipos de cultivos o vegetación natural se utilizan pantallas.

Teniendo elaboradas todas las hojas se procede a hacer la parte mas importante del trabajo y que consiste en llevar a cabo una revisión minuciosa y exhaustiva de éstas para evitar que se pueda colar algún error por pequeño que éste sea.

Para poder efectuar esta revisión se saca una prueba de color de todos los negativos preparados y a cada uno de éstos se les sobrepone una hoja de papel cronaflex, en donde se marcan los errores y se regresan a los grabadores para que efectúen las correcciones marcadas.

Por último se pasa a la sección en donde se le pondrá la tipografía que se hace en color negro a excepción de las cotas de las curvas de nivel que van en color sepia y los datos hidrográficos que se pegan en el color azul, en esta parte del trabajo es necesaria otra revisión, para ver el tipo y el tamaño

de las letras que se eligen según la importancia de los datos.

Una vez revisada la tipografía se saca una prueba de color llamada "prueba de color final" que sirve para verificar si no hay errores, terminado esto, se sacan los positivos finales que serviran para la impresión total del mapa.

#### REPRODUCCION

Los procesos para la reproducción de textos e ilustraciones han existido desde el siglo V, cuando los chinos esculpieron caracteres en blocks de madera, entintaron la parte elevada y transfirieron la impresión al papel. No fué sino hasta el año de 1450 cuando fué inventado un tipo movable con lo que nació la impresión en su aspecto moderno.

Hasta bien entrado el siglo XIX, la mayoría de los mapas fueron reproducidos con alguna forma de proceso de grabado que se preparaba a mano.

El progreso en la impresión está muy asociado con los avances efectuados en la elaboración de placas, en 1798 ocurrió un importante avance con la invención de un nuevo proceso de impresión basado en la incompatibilidad de la grasa y el agua que es la litografía. Se hacía un dibujo o lectura invertida directamente sobre la superficie lisa sobre una clase particular de piedra caliza con tinta grasosa, se mojaba la piedra y la tin



ta se adhería solamente en las áreas marcadas, pero no en las partes mojadas, el papel al ser oprimido contra la piedra, recogía la tinta imprimiéndose los datos marcados. En la actualidad la piedra ya no se usa y ha sido substituída por láminas delgadas de metal, llamándosele aún litografía.

El descubrimiento más revolucionario en la industria de la impresión vino cuando la fotografía fué incorporada a los procedimientos para hacer placas, a este procedimiento se le llama fotografía, mediante el cual las placas impresas podían ser grabadas fotomecánicamente. Con esto, no solamente el costo de preparar las placas se redujo, sino que el cartógrafo puede tener imágenes exactas de sus mapas.

Hoy en día existen un gran número de métodos para la reproducción de mapas y es importante que el cartógrafo esté familiarizado con algunos de los métodos y entienda lo suficiente acerca de ellos para poder hacer una elección y prepare su copia de acuerdo con el que piense emplear.

El método más usado para reproducir mapas por reunir las características de rapidez y exactitud en la impresión es el offset que a continuación se describe.

#### METODO DE IMPRESION OFFSET.

Existen diversos nombres para el proceso offset:

Fotooffset, Litografía, Fotolitografía, Foto-litografía-offset y Litografía Offset. Todos estos nombres se refieren al mismo proceso. Aquí usaremos "offset" aunque el más completo es Foto-litografía-offset.

El offset es un sistema planográfico, es decir, que emplea una superficie de impresión plana en la cual el área de impresión está al mismo nivel que el área de no-impresión. Esto es posible debido a que la grasa y el agua no se mezclan fácilmente.

La placa con la que se imprime es una hoja delgada de papel o generalmente de metal, tratada de tal manera que su superficie retenga una delgada capa de agua.

La imagen se coloca por procesos fotoquímicos empleando en los pasos finales el revelado por medio de una tinta grasosa.

La imagen también puede producirse a mano o con máquina de escribir, usando materiales especiales.

Una placa offset completamente preparada consta por lo tanto de áreas de imagen (área de impresión) y áreas libres (de no-impresión).

Si se pasa un trapo húmedo sobre una placa, una delgada capa de humedad quedará adherida a ella en las áreas libres mas no en las áreas grasosas; al pasar un rodillo con tinta litográfica grasosa se advierte que se deposita tinta en la imagen

grasosa, no así en las áreas húmedas; sin embargo, si se pasa un rodillo con tinta sobre una placa que no se haya humedecido previamente, la tinta se adherirá a toda la superficie de la placa.

En las prensas comerciales, el agua y la tinta se alimentan automáticamente a la placa. El operador deberá mantener un balance exacto entre el agua y la tinta que llega a la placa, para asegurar que sólo se impriman las áreas que deben ser impresas y que la impresión sea de buen color.

#### DESCRIPCION DE LA PRENSA OFFSET.

Las partes fundamentales de una prensa offset son:

1.- El cilindro de la placa sobre el cual se monta la placa offset.

2.- El cilindro de hule sobre el cual se monta el hule que transporta la imagen.

3.- El cilindro de impresión que tiene una superficie metálica pulida.

4.- El alimentador.

5.- La mesa de registro y control de hojas.

6.- Sistema de entrega.

Además se tiene una batería de entintado con su respectivo tintero y una batería de mojado con una fuente de agua pa

ra humedecer la placa. El papel se mueve automáticamente a través de la prensa y queda apilado uniformemente a la salida.

#### OPERACION DE LA PRENSA.

Cuando la prensa se arranca, el agua de la fuente pasa a través de los rodillos hasta entrar en contacto con la placa cubriéndola con una capa delgada de humedad. El agua se adhiere únicamente a las áreas libres de la placa, debido a que la imagen revelada, repele el agua. A continuación, el rodillo entintador o la serie de rodillos entintadores entra en contacto con la placa. La Tinta se adhiere a la imagen revelada pero es repelida por el área cubierta de agua.

Por medio de un control cuidadoso de la cantidad de agua y tinta se logra que la placa offset quede entintada únicamente en las áreas de imagen. Cuando el cilindro de hule entra en contacto con el cilindro de la placa, la imagen entintada de la placa pasa al hule. La imagen de la placa es de lectura correcta; la imagen transferida al hule es de lectura inversa y la imagen transferida al papel es de lectura correcta.

Esta transferencia de la imagen al hule tiene por objeto que el papel reciba una presión uniforme al serle transferida la tinta.

- 1.- RAISZ ERWIN, Cartografía General 3ª. Ed. Ed. Omega Barcelona 1965 .
- 2.- SCCWIDEFSKY R. DR. Fotogrametría Terrestre y Aérea Ed. labor Madrid 1943 .
- 3.- MONKHOUESE F. J. y WILKINSON H. R. Mapas y Diagramas 1ª. Ed Ed. OIKOS-TAU S. A. Barcelona 1964.
- 4.- Caire Lomelf Jorge Establecimiento de Bases Shoran del Area del Golfo de Tehuantepec Petróleos Mexicanos.
- 5.- García de Leon Porfirio Ortofotocartografía Primer Congreso Nacional de Fotogrametría, Fotointerpretación Geodésica México, D. F. 1971
- 6.- Caire Lomelf Jorge Fotogrametría ESIA IPN 1958 .
- 7.- Sánchez Pedro C. y Bustamante Octavio Cartografía apuntes Secretaría de Agricultura y Fomento Publicación N°. 10 1964.
- 8.- Ortega Marín Renan Oscar Métodos para establecer el control terrestre para los Levantamientos Foto-Aéreos UNAM Escuela Nacional de Ingeniería México 1960.
- 9.- ECKERT MAX DR. Cartografía 1ª Ed. Ed. UTEHA México 1961.
- 10.- Sandover J. A. Topografía 1ª Ed. Ed. Compañía Editorial Continental, S. A. México-España 1964 .
- 11.- Toscano Ricardo Ing. Métodos Topográficos 13ª Ed. Ed. ALENAMI México 1956 .
- 12.- Martínez Manrique Moisés Proceso para la restitución del plano fotogramétrico de la Zona Cuernavaca-Tepoztlán Yautepec I.P.N. ESIA México 1964 .
- 13.- Unión Geográfica Internacional conferencia Regional Latino americana. Cartografía y Nombres Geográficos Ed. de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística Tomo III México 1966
- 14.- Secretaría de la Defensa Nacional Comisión Cartográfica Militar Cuadrícula Universal Transversa de Mercator México 1951.

01590385