

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA

ELABORACION DE UNA CARTA TOPOGRAFICA DE LA
REPUBLICA MEXICANA, EN ESCALA DE 1:2000,000

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO

TOPOGRAFO Y GEODESTA

P R E S E N T A

JOSE ANTONIO PONCELIS GASCA

MEXICO, D. F.

1983



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.

I N D I C E

I	INTRODUCCION	1
II	BREVE RESEÑA HISTORICA DE LA CARTOGRAFIA EN MEXICO .	8
III	ELABORACION DE UNA CARTA TOPOGRAFICA ESCALA 1:2,000,000	20
	1.- Justificación	20
	2.- Elección de la proyección y del esferoide . . .	20
	3.- Cálculo del canevá	24
	4.- Proceso de edición de la carta 1:2,000,000 . . .	63
IV	PRODUCCION CARTOGRAFICA	67
	BIBLIOGRAFIA	84

I INTRODUCCION

Con la necesidad de la utilización de los recursos naturales para su aprovechamiento y una mejor distribución, se ha generado la -- creación de nuevas regiones económicas y zonas de desarrollo, para ser incorporadas a la producción. Todo esto ha traído consigo una gran demanda del conocimiento del terreno, en todos sus as pectos y a diferentes niveles, para la formación de la infraes--- tructura que pueda lograr la incorporación de estas zonas.

La condición previa para cualquier tipo de trabajo, es siempre ga rantizar el conocimiento del terreno con la máxima precisión posi ble a las escalas apropiadas, ya sea para generar proyectos o pa ra la evaluación de los recursos naturales existentes.

El hombre siempre ha tenido la necesidad de conocer el lugar don de vive, por lo que la representación del terreno la ha hecho des de épocas antiguas, describiendo los elementos que lo componen y su distribución, de esta forma tenía una visión general y de con junto del medio que le rodeaba.

Este tipo de representaciones se hace en mapas que se clasifican de acuerdo a el tema que tratan, la escala en que están represen tados y la proyección en que son desarrollados. Siendo el mapa una representación sistemática de todos los puntos de la tierra -

en una superficie plana en forma convencional.

Según el tema los mapas se clasifican en:

I MAPAS GEOGRAFICOS

- 1.- Mapas de Situación
- 2.- Mapas Políticos
- 3.- Mapas para representar la configuración del terreno (Morfológicos)
- 4.- Mapas Geológicos
- 5.- Mapas de Suelo y Erosión
- 6.- Mapas Climatológicos
- 7.- Mapas de Aprovechamiento
- 8.- Mapas Agrícolas
- 9.- Mapas Metalogenéticos
- 10.- Mapas de Transportes
- 11.- Mapas Artísticos, Deportivos y Turísticos
- 12.- Mapas Sociológicos
- 13.- Mapas Demográficos

II MAPAS CIENTIFICOS

- 1.- Mapas Astronómicos
- 2.- Mapas Geológicos
- 3.- Mapas Meteorológicos
- 4.- Cartas Magnéticas

- 5.- Mapas Climatológicos
- 6.- Mapas Oceanográficos
- 7.- Mapas Sismológicos
- 8.- Mapas Botánicos
- 9.- Mapas Arqueológicos
- 10.- Mapas de Religiones, Razas
- 11.- Mapas Históricos
- 12.- Mapas Cronológicos

III MAPAS DE APROVECHAMIENTO ECONOMICO

- 1.- Mapas Agrícolas
- 2.- Mapas de Productos Mineros
- 3.- Mapas de Fabricación
- 4.- Mapas Económicos Regionales

De acuerdo a su escala se pueden clasificar en tres tipos:

ESCALAS GRANDES, comprendidos entre 1:2,000 a 1:25,000 en donde se representan pequeñas áreas de terreno, pero con muchos detalles, se consideran básicos porque de éstas se derivan otras escalas. El mapa más general de los de gran escala, es el mapa topográfico que muestra gran variedad de información y sirve de base a los mapas temáticos.

ESCALAS MEDIANAS, entre 1:50,000 a 1:100,000 este tipo de mapas es muy empleado para hacer cartas de navegación, la información que contiene no tiene tanto detalle pero muestra más terreno y describe en forma más general sus elementos.

ESCALAS PEQUEÑAS, entre 1:125,000 a 1:10,000,000 en estas escalas se puede mostrar toda la tierra o gran parte de ella, se considera esta escala como geográfica, en ella se pueden elaborar atlas, mapas estadísticos, socio-económicos, etc.

Por su proyección son clasificados:

I Basados en los principios de construcción

- 1.- Cónicas
- 2.- Cilíndricas (rectangulares)
- 3.- Planos (ó azimutales)
- 4.- No basados en formas geométricas

II Basados en las técnicas usadas para la construcción

- 1.- Geométricas
- 2.- A base de cálculos
- 3.- Por tablas

III Basados en sus propiedades

- 1.- Conformes u ortomórficas
- 2.- Equivalentes, equiareas o autálicas
- 3.- Equidistantes
- 4.- Azimutales

Los nuevos métodos de elaboración de mapas se ha hecho con la combinación de la Geodesia y la Fotogrametría, que son la base de la nueva técnica y ha alcanzado gran desarrollo. Hace ya más de 30 años que el lento y costoso trabajo en campo se ha remplazado por la Fotogrametría, alcanzando más precisión, gracias a los nuevos aparatos. El uso de este tipo de compilación facilita el conocimiento de los recursos del terreno, y es capaz de hacer la representación de sus elementos con precisión y poco tiempo.

La Cartografía se considera como una de las ramas de la ciencias-geográficas, destinada a representar gráficamente la superficie de la tierra en sus diversos aspectos, conteniendo la mayor cantidad de datos posibles con claridad y exactitud.

La Cartografía ha ido cambiando con el tiempo, el uso de computadoras a logrado aún más su desarrollo, creando una rama más, la cartografía automatizada, que aún se encuentra en sus principios.

Este sistema consiste en la unificación compatible de la electrónica y mecánica de tal manera que tienen las siguientes funciones:

- 1.- Convierte datos gráficos en forma digital
- 2.- Convierte datos digitales en forma gráfica de gran precisión
- 3.- Separa datos gráficos ó digitales en diferentes niveles
- 4.- Proporciona una forma de verificar, sumar o restar datos
- 5.- Proporciona una capacidad de computación para modificar o --
ajustar datos
- 6.- Almacena los datos en forma compatible a la computadora

Estas funciones son consideradas básicas a el sistema y sus aplicaciones con capacidad de establecer y mantener una verificación digital de los datos base.

El funcionamiento del sistema no se limita a estas funciones, puede ser extendido y ser controlado en la solución de problemas.

Los datos pueden ser anexados en cualquiera de las siguientes formas:

- 1.- a través de un coordinatógrafo digitalizador
- 2.- desde una estación manual de entrada de datos

- 3.- a través de una cinta magnética
- 4.- por el cursor de una pantalla y teclado
- 5.- desde un control teletipo de proceso

Los datos pueden ser presentados o almacenados:

- 1.- Gráficas
- 2.- Impresiones por el TTY
- 3.- Cinta Magnética
- 4.- Pantalla

II BREVE RESEÑA HISTORICA DE LA CARTOGRAFIA EN MEXICO

La evolución de la Cartografía en el mundo por lo general es a -- partir de mapas locales, siguiendo con regionales, para la inte-- gración de mapas nacionales y finalmente continentales y mundia-- les. Este tipo de desarrollo no ocurrió en América, ya que las representaciones europeas de América son inicialmente mapamundis-- y continentales, por el hecho de los descubrimientos, posterior-- mente se realizan trabajos locales y regionales, finalmente nacio-- nales.

La Cartografía en nuestro país tiene sus orígenes en las culturas precolombinas, en la elaboración de códices, en los cuales se tie-- nen las primeras representaciones del terreno. Los códices son-- considerados mapas por sus características, en los cuales se ilus-- tran el entorno geográfico, por medio de representaciones esquema-- tizadas.

El descubrimiento de América trajo consigo la necesidad de la ela-- boración de mapas, por ser imprescindible contar con: croquis, es-- quemas, bosquejos, derroteros, planos, y en sí, todo tipo de re-- presentaciones del terreno, que iban recorriendo los españoles y-- europeos.

Se considera como el primer documento cartográfico, donde aparece

el nuevo continente la Carta Portulana mundial de Juan de la Cosa fechado en el año de 1500, en el cual se consignan las costas del Atlántico.

Siguieron apareciendo representaciones cartográficas de los descubrimientos que iban realizando los españoles en América, con una concepción imprecisa de Yucatán y Baja California que se representaban como islas, en el año de 1507 aparece el nombre de América en un mapa de globo terrestre publicado por Walseemüller, en el año de 1521 Don Francisco de Garay elabora un mapa del Golfo de México, en base a las expediciones de Alonso Alvarez de Pineda.

El primer mapa impreso de una ciudad de América es el plano de la Ciudad de México hecho en 1524 por Hernan Cortés, que aparece en las cartas de relación de Cortés.

En 1535 la representación de California de Don Domingo del Castillo donde se describen las costas del Oceano Pacífico, con California integrada al Continente.

Se editan mapas de la nueva España en los años 1527 a 1529 por Diego Ribero.

En la edición de la Geografía de Ptolomeo de 1548 elaborada por Mattiolo se incluye las nuevas tierras descubiertas.

En 1556 aparece un mapa de la Nueva España completo, con Yucatán como península en el plano del tercer volumen de la colección de Ramusio.

Para el año de 1600 se cuenta con un mapa de América, dibujado -- por Gabriel Tatton, en el cual se muestra todos los lugares descubiertos en 108 años, desde el descubrimiento de Colón, a este mapa se le llamó el Nuevo Mundo, existía una copia en los archivos de la Casa de Contratación de las Indias en Sevilla.

El mapa era notablemente exacto, debido a que su autor tenía acceso a información en España y Portugal, ya que era un cartógrafo - de renombre, titulado en Holanda, por estas razones el mapa ostentaba el escudo real de armas de la Casa de Castilla.

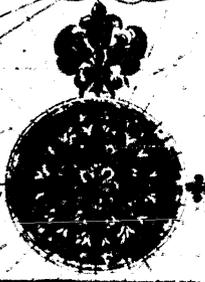
Enrico Martínez (nacido en Hamburgo) llamado el primer cosmógrafo mexicano, publicó la "Descripción de la Comarca de México y obra de desagüe de la Laguna" en 1608, apoyado en coordenadas geográficas, obtenida por métodos astronómicos.

Un avance significativo en la cartografía novohispana es el mapa general de la Nueva España "primero hecho en México por un mexicano" por Don Carlos Sigüenza y Góngora en el año de 1681, publicado hasta 1775.



Altitudo quatuordecim gradibus septentrionalibus
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800

NOVA et veteris Terrarum et regionum CALIFORNIAE, sicuti appellatur
MEXICANA, et PANCO, sicuti cum caeteris ad Hispaniam sunt
MEXICANA, ad Hispaniam Calicuti, sicuti cum caeteris ad Hispaniam
delimitatis, a M. S. Altitudo caeteris geographis edita



Eusebio Francisco Kino, en 1702 publica la carta de sus expediciones a California.

Joaquín Velázquez Cárdenas de León, determinó la longitud de la Ciudad de México en el año de 1774, realizó una triangulación topográfica entre Ecatepec y Tula, se supone el primer trabajo de este tipo hecho en el país, fue profesor del Colegio de Minería fundado en 1792 donde enseñó Matemáticas, Geodesia y Topografía.

José Antonio de Alzate y Ramírez realizó varios mapas generales, considerándose el de 1768 el más confiable de la época (Nuevo Mapa Geográfico de la América Septentrional).

Alejandro de Humboldt publicó en París en el año de 1808 el Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España, junto con el Atlas Mexicano, que contiene 20 mapas, la Carta General, el perfil del camino México-Acapulco y México-Veracruz, así como el mapa del Valle de México en base a los trabajos de investigación hechos en el país.

La creación en el año de 1833 del Instituto Nacional de Geografía y Estadística. La sociedad terminó en el año de 1850 la primera Carta General de la República, y el Atlas Portuñano, compuesto de 46 hojas.

Entre los años de 1849 y 1856 se realizaron los levantamientos -- topográficos más extensos en la zona fronteriza entre los límites de Estados Unidos y México, como consecuencia de los Tratados de Guadalupe-Hidalgo y la Mesilla.

En 1877 la creación de la Comisión Geográfica exploradora, bajo la dirección del coronel de ingenieros Agustín Díaz. Esta Comisión elaboró la primera carta de la República Mexicana, habiéndo levantado aproximadamente 420,000 km² a la cien milésima con observaciones astronómicas.

Para el año de 1899 deja de existir la Comisión Geográfica Exploradora, transformándose en la Comisión Geodésica Mexicana, que para 1915 sería la Dirección de Estudios de Geografía y Meteorología.

En el año de 1917 tiene a efecto la creación de Servicio Geográfico Militar, el cual elaboró en los años de 1927 a 1930 la carta táctica del Valle de México a la escala de 1:20,000, elaborándola en 28 hojas.

Durante la presidencia del general Lázaro Cárdenas se creó la Comisión Geográfica Militar y se principió el levantamiento de la carta aeronáutica escala 1:1,000,000 en cooperación con los Estados Unidos. Esta Comisión en el año de 1957 cambió su nombre a -

Departamento Cartográfico Militar, que en colaboración con el Servicio Geodésico Interamericano llevó a cabo la triangulación geodésica de primer orden del meridiano 98° W.G. desde la frontera con E.E.U.U. hasta la frontera con Guatemala.

Entre sus trabajos se cuenta con: la carta escala 1:250,000 topográfica del paralelo 24 al norte, en colaboración con el gobierno de Estados Unidos. La carta geográfica de la República Mexicana 1:500,000 en colaboración con la Comisión Intersecretarial Coordinadora, (totalmente terminada) la carta 1:100,000 del centro del país, la carta 1:25,000 del Valle de México.

El Comité Coordinador del Levantamiento de la Carta de la República, elaboró una carta escala 1:500,000 iniciando su trabajo en -- agosto de 1945, bajo la dirección técnica de Rita López de Llergo, que hizo los cálculos y trazo de la proyección a cada medio grado en hojas de plástico Drite.

En 1947 el Comité cambió de director siendo designado el Cartógrafo Gabriel Franco, quien reinicia todo el trabajo, en esta ocasión los cálculos fueron hechos por el Ing. Ricardo Toscano Barragán, Jefe de la Oficina Cálculo de la Dirección de Geografía y Meteorología. Se elaboraron 21 hojas que comprendieron la parte Sur a partir del paralelo 22, estas 21 primeras hojas a la escala 1:500,000 se editaron en los talleres de la Dirección de Geografía

y Meteorología, publicadas en enero de 1952.

La edición de las 31 hojas restantes se iniciaron en septiembre - de 1953.

El Ing. Manuel Medina Peralta elaboró un nuevo cálculo para comprobación y además que se archivara el documento, ya que los cálculos anteriores no tenían copias completas.

En el año de 1968, se creó la Comisión de Estudio del Territorio-Nacional que tiene como objetivo hacer el levantamiento de la República Mexicana a la escala de 1:50,000, en cartas topográficas, geológicas, uso de suelo, uso potencial y edafológica, además tiene proyectos para otros trabajos cartográficos.

Actualmente en México son varias las dependencias oficiales que hacen cartografía.

Comisión Federal de Electricidad

- Cartas de plantas generadoras

Comisión Nacional de los Salarios Mínimos

- Carta de zonas económicas

Comisión Técnica Consultiva para la Determinación de Coeficientes

de Agostadero

- Carta de vegetación; 32 hojas por estados

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

- Carta de uso del suelo; base imágenes de satélite, por estados
- Mapa tipos de vegetación; escala 1:2,000,000
- Mapa de suelos de México; escala 1:2,000,000
- Carta de Isoyetas; escala 1:2,000,000
- Carta de obras de riego; escala 1:5,000,000
- Carta general de la República; 1:2,000,000
- Carta topográfica de la excomisión intersecretarial; escala -- 1:500,000
- Atlas geográfico de la República Mexicana; 94 cartas geográficas
- Carta altimétrica; escala 1:2,000,000
- Mapas forestales; blanco y negro, escalas 1:50,000 y 1:100,000
- Carta de uso potencial; por imágenes de satélite, escala - - - 1:1,000,000
- Carta higrológica de la República; escala 1:1,000,000

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas

- Mapa turístico de carreteras
- Carta de carreteras por estados

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

- Cartas postales por estados

- Atlas de carreteras de México; 15 hojas
- Carta de red de comunicaciones

Secretaría de la Defensa Nacional

- Cartas topográficas; escalas 1:25,000 del Valle de México, --- 1:100,000, 1:250,000 del paralelo 24° al norte, Carta Isogónica de la República escala 1:4,000,000

Secretaría de Marina

- Carta náutica y portulanos zona económica exclusiva; escalas - 1:3,700,000, 1:1,023,400, 1:250,000, 1:12,500

Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial

- Carta metalogénica; escala 1:2,000,000

Secretaría de Programación y Presupuesto

- Carta de población y lenguas; escala 1:4,000,000 *
- Carta de división política

Dirección de Estudios del Territorio Nacional

- Cartografía básica 1:50,000, carta topográfica, carta geológica, carta de uso del suelo, carta de uso potencial
- Carta urbana; escala 1:20,000
- Cartas derivadas; escalas 1:250,000, 1:1,000,000, - - - - - 1:2,000,000, 1:5,000,000

Universidad Nacional Autónoma de México

- Carta de poblaciones y lenguas
- Carta de población
- Carta altimétrica de la República
- Carta geológica 1:2,000.000
- Carta geológica por estados
- Carta geológica 1:100,000

III ELABORACION DE UNA CARTA TOPOGRAFICA ESCALA 1:2,000,000

1.- Justificación

Una carta a esta escala permite tener una visión de tipo general de toda la República en una área no muy grande, pero que permita ver detalles de importancia.

Si se pretende la planeación de zonas de desarrollo, se requiere entonces conocer los lugares en que se encuentran estas zonas, -- los sitios que afectan y sus alrededores, además del beneficio -- que tendrán, no sólo para la zona, sino para todo el país, y la -- relación que tendrían los elementos entre sí, una carta a esta es-- cala permite una planeación a nivel nacional y no regional, ade-- más que sirve de base para hacer mapas temáticos, y conocer en -- forma general la relación que hay entre cada uno de los factores -- en toda la República.

2.- Elección de la Proyección y del Esferoide

La elaboración de cartas requiere de una base de apoyo para el -- trazado de los elementos del terreno, en el mapa, esta base es el -- caneavá geográfico, que es la cuadrícula básica formada por meri-- dianos y paralelos, que son los elementos indispensables para el -- posicionamiento de puntos en el terreno. El posicionamiento de -- puntos del terreno en el mapa sobre una base estable tendrá defor-- maciones, pero esta base hará que sean conocidos.

Lo que se pretende es la transformación de puntos en el terreno - que es un geóide, a un plano, y como estas figuras no son compatibles geométricamente, será necesario hacer la transformación de puntos.

Esto se logra con las proyecciones, que generará deformación por el cambio hecho.

Existen diferentes tipos de proyección, por lo que habrá que elegir la que más convenga al trabajo que se desea realizar. Las proyecciones se dividen, de acuerdo a sus propiedades en: conformes, equivalentes, azimutales y equidistantes. De acuerdo a su forma, en: cilíndricas, cónicas y azimutales (principalmente).

Se desea construir un mapa topográfico que sirva de apoyo cartográfico para planeación, y base de mapas temáticos. Como no se desea cuantificar áreas, ni conocer rumbos, la proyección que conviene será una proyección conforme.

De entre todas las proyecciones conformes, hay que elegir la que más se adapte a la forma del territorio nacional.

Esta elección se hizo según los resultados obtenidos por el Ing. Eduardo Paquentin en el trabajo hecho para la Secretaría de Recursos Hidráulicos y publicados en la Revista de la propia Secretaria--

ría (Ingeniería Hidráulica en México) en el año de 1956 en el número correspondiente a los meses de julio-agosto-septiembre, donde empleando la teoría de Tissot llegó a la conclusión, que la -- proyección Cónica Conforme de Lambert con dos paralelos tipo, era la más adecuada para la República Mexicana.

Ahora es necesario tener los datos básicos del esferoide y DATUM que se emplearán para el cálculo del caneová.

Desde el comienzo de los trabajos hechos en México a fines del si glo pasado se ha empleado el esferoide de Clarke de 1866, habiéndose usado siempre y como es necesario que el trabajo sea compati ble con todo lo hecho anteriormente se adoptó este esferoide, -- asimismo el Datum Norteamericano, que es aceptado por Canada, Estados Unidos y México. Este Datum es un punto ubicado en el esta do de Kansas, llamado Meads Ranch, que tiene los siguientes da--- tos:

latitud $39^{\circ}13' 26''.686$ N

longitud $98^{\circ}32' 30''.506$ W

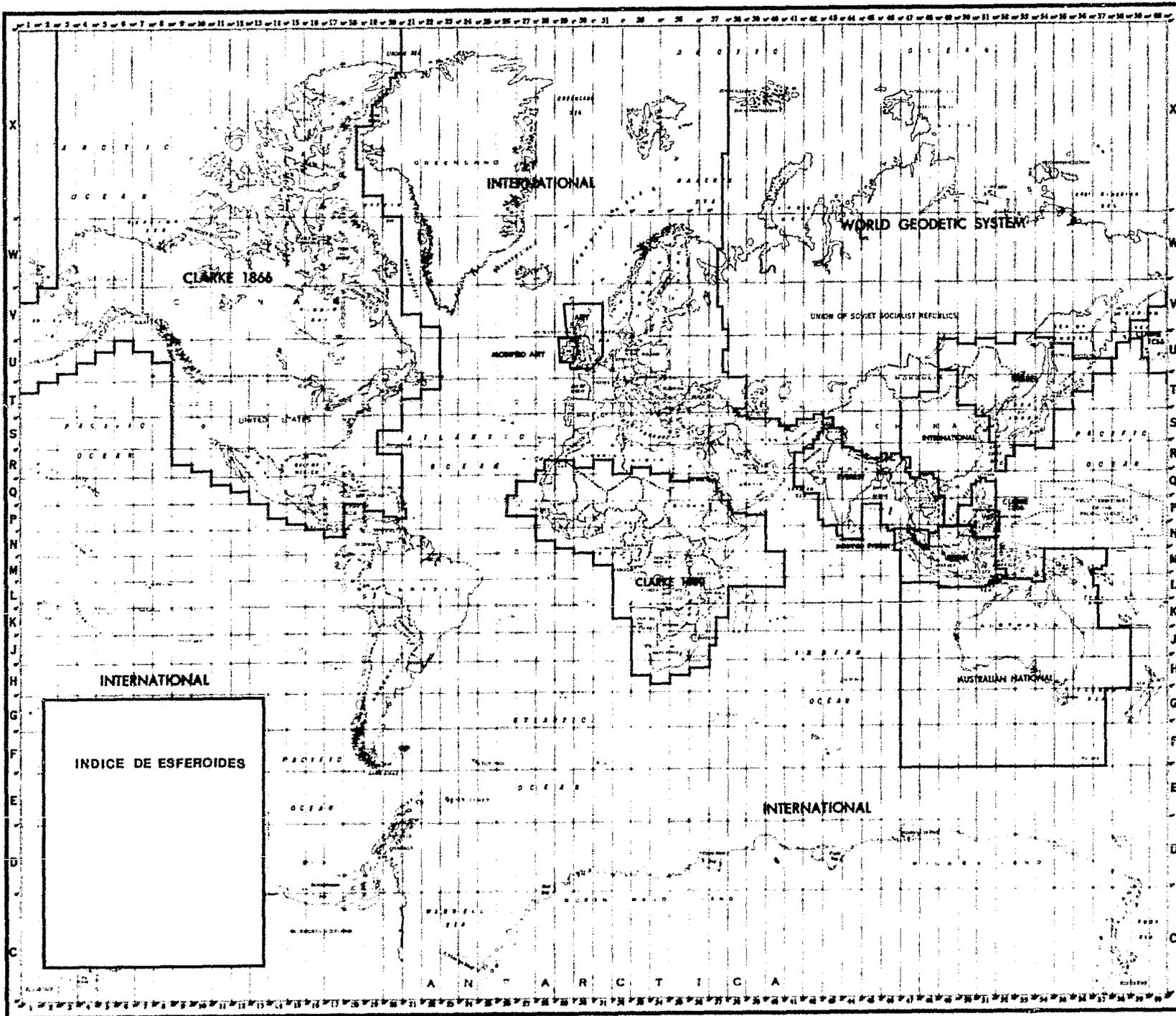
azimut al vértice Waldo $75^{\circ}28'09''.64$

Los parámetros del esferoide de Clarke de 1866 son los siguien--- tes:

$a = 6,378,206.4$ m

$\frac{1}{f} = 294.978 698$

$b = 6,356,583.8$ m



INTERNATIONAL

INDICE DE ESFEROIDES

CLARKE 1866

CLARKE 1880

INTERNATIONAL

WORLD GEODETIC SYSTEM

INTERNATIONAL

INTERNATIONAL

ANTARCTIC OCEAN

ARCTIC OCEAN

PACIFIC OCEAN

PACIFIC OCEAN

ATLANTIC OCEAN

INDIAN OCEAN

SOUTH PACIFIC OCEAN

UNITED STATES

MEXICO

RUSSIA

CHINA

AUSTRALIA

NEW ZEALAND

SOUTH AMERICA

AFRICA

EUROPE

ASIA

3.- Cálculo del Canevá

La proyección cónica conforme de Lambert con dos paralelos tipo se desarrolla en un cono secante a la tierra, que la corta a lo largo de dos paralelos, llamados base ó tipo en donde la escala es exacta.

Las fórmulas que se emplearon para el cálculo fueron:

$$\text{Tan } \varphi' = \frac{b^2}{a^2} \text{ tan } \varphi$$

$$z = \frac{\pi}{2} - \varphi' \quad \text{ó} \quad z = 90 - \varphi'$$

$$l = \frac{\text{Log } \cos \varphi_1 - \text{log } \cos \varphi_2 - \text{log } A_1 + \text{log } A_2}{\text{log } \tan \frac{z_1}{2} - \text{log } \tan \frac{z_2}{2}}$$

$$k = \frac{\cos \varphi_1}{l A_1 \tan^l \frac{z_1}{2} \text{ sen } 1''}$$

$$g = k E \tan^l \frac{z}{2}$$

$$x = g \text{ sen } (l \Delta \lambda)$$

$$y = x \tan \frac{l \Delta \lambda}{2}$$

donde φ : es la latitud geodésica

φ' : latitud geocéntrica

z : colatitud geocéntrica

ℓ : parámetro del cono secante

k : factor de escala, que permite espaciar los paralelos de tal manera que la proyección sea conforme

g : la generatriz del cono es un meridiano definido

x, y : coordenadas rectangulares de los puntos de intersección entre meridianos y paralelos

además aparecen las siguientes literales:

a^2 : el cuadrado del semieje mayor del esferoide

b^2 : el cuadrado del semieje menor del esferoide

$A_1 A_2$: constantes geodésicas para cada uno de los paralelos-tipo

$\Delta \lambda$: el incremento de longitud a partir del meridiano central

se usarán las siguientes fórmulas auxiliares para el cálculo de las constantes geodésicas (A)

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi)^{\frac{1}{2}}}$$

$$A = \frac{1}{N \operatorname{sen} 1''}$$

donde:

N : la normal para un paralelo
A : la constante geodésica en ese paralelo
a : semieje mayor
e² : excentricidad del elipsoide al cuadrado

Los datos que se usaron son los del elipsoide de Clark de 1866

a = 6,378,206.4 m
b = 6,356,583.8 m
e² = 0.00676865788 m
 $\frac{b^2}{a^2} = 0.99323134$

además se usaron los siguientes valores:

$$\text{sen } 1'' = 4.8481368 \times 10^{-6}$$

$$\frac{\pi}{2} = 1.5707963$$

Para el cálculo, las fórmulas son empleadas de la siguiente manera:

- 1o.- Se determinan los paralelos base, con su latitud φ se calculan las latitudes geocéntricas de cada paralelo φ' y las colatitudes geocéntricas Z de cada paralelo base.
- 2o.- Se calculan las constantes N, de los paralelos base según sus latitudes φ , y las constantes geodésicas A.

- 3o.- Con el valor A se determina el valor de el parámetro del -- cono ℓ y el factor de escala k, y que serán constantes para todo el desarrollo de los cálculos y no cambian, se determinan los valores de las generatrices y ahora se inicia el -- cálculo de los valores x, y.
- 4o.- Para cada paralelo a representar se calculan latitudes geocéntricas y colatitudes geocéntricas, para ser usadas en el cálculo de las generatrices.
- 5o.- Los valores de x, y se harán con la generatriz y el incremento que vayan teniendo en longitud, del canevá a representar.

La interpretación de los resultados será: la generatriz determina un paralelo, y los valores de x, y serán las coordenadas de -- los puntos de cruce de paralelos y meridianos, se usa como origen al meridiano central y a la generatriz en cuestión.

Determinación de los paralelos base y meridiano central para la - carta.

Se limitó a la República Mexicana entre las coordenadas que la -- contenían, con aproximación al medio grado tanto en latitud como en longitud. La limitación se hizo para el territorio, y no para

el tamaño de las hojas resultantes.

Encontrándose que en latitud esta comprendida entre los $14^{\circ} 30' N$ y $32^{\circ} 30' N$, o sea, contenida en 18° , como en la teoría de la proyección se sugiere que los paralelos tipo queden situados a un sexto de los límites del terreno a representar se encontró que los paralelos tipo estaría a 3° separados de los límites, ya que 3 es la sexta parte de 18. Se restó y se sumó a los límites el valor de 3° , quedando los paralelos tipo ubicados en los $17^{\circ}30'$ de latitud norte y $29^{\circ}30'$ de latitud norte.

Para ubicar la República en el mapa, se eligió como meridiano central el meridiano 102° al oeste Greenwich, ya que la República queda comprendida en longitud entre los meridianos $86^{\circ}30' W$ y $117^{\circ}30' W$ ó sea en una extensión de 31° , siendo la mitad $15^{\circ}30'$, que sumados y restados a los límites queda el meridiano $102^{\circ} W$ como central.

Con los datos obtenidos se procedió al cálculo de canevá que sería calculado de grado a grado.

El cálculo se hizo; manualmente y con computadora, se hizo el cálculo manual primero, obteniendo nada más los resultados de constantes, una generatriz y dos puntos de canevá, el objeto de hacer este cálculo, fue para checar los resultados de la computadora.

Cálculo Manual

Se hizo empleando una calculadora de bolsillo (HP 45).

Le llamé manual al cálculo porque se va ejecutando paso por paso y se van conociendo todos los resultados parciales que va desplegando la máquina, aunque anteriormente un cálculo manual se hacía con tablas de logaritmos de 7 o 10 cifras decimales y lápiz.

Cálculo de las latitudes geocéntricas y colatitudes geocéntricas.

Para los $17^{\circ}30'$

$$\tan \varphi' = \frac{b^2}{a^2} \tan \varphi$$

$$\tan \varphi' = 0.99323134 \times \tan 17.5$$

$$\tan \varphi' = 0.313164639$$

$$\varphi' = 17^{\circ} 23' 19''.36$$

$$z_1 = 90^{\circ} - \varphi'$$

$$z_1 = 90^{\circ} - 17^{\circ} 23' 19''.36$$

$$z_1 = 72^{\circ} 36' 40''.64$$

Cálculo de las constantes geodésicas

$$N_1 = \frac{a}{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi)^{\frac{1}{2}}}$$

$$N_1 = \frac{6378\ 206.4}{(1 - 0.006768657884 \times \operatorname{sen}^2 17^\circ 30')^{\frac{1}{2}}}$$

$$N_1 = 6380\ 159.184$$

$$A_1 = \frac{1}{N \operatorname{sen} 1''}$$

$$A_1 = \frac{1}{6380159.184 \times 4.8\ 481368 \times 10^{-6}}$$

$$A_1 = 0.0323291003$$

Cálculo de latitudes geocéntricas y colatitudes geocéntricas para
29° 30'

$$\tan \varphi_2' = 0.99323134 \times \tan 29^\circ 30'$$

$$\tan \varphi_2' = 0.56194325$$

$$\varphi_2' = 29^\circ 20' 00''.66$$

$$z_2 = 90^\circ - 29^\circ 20' 00''.66$$

$$z_2 = 60^\circ 39' 59''.344$$

Cálculo de las constantes geodésicas

$$N_2 = \frac{6378\ 206.4}{(1 - 0.006768657884 \times \text{sen}^2 29^\circ 30')^{\frac{1}{2}}}$$

$$N_2 = 6,383,447.034$$

$$A_2 = \frac{1}{6383447.034 \times 4.8481368 \times 10^{-6}}$$

$$A_2 = 0.0323124489$$

Se sacaron los valores de los logaritmos de las constantes geodésicas para comparar con los valores de la Tabla que trae el libro del Ing. Manuel Medina Peralta de Geodesia Geométrica. La comprobación es aproximada ya que el cálculo es de grado en grado y no sería válida una interpolación.

Valor calculado	Valor de tabla
	$\log A \quad 17^\circ = 8.5096009$
$\log A \quad 17^\circ 30' = 8.509593619$	
	$\log A \quad 18^\circ = 8.5095862$
	$\log A \quad 29^\circ = 8.5093808$
$\log A \quad 29^\circ 30' = 8.509369874$	
	$\log A \quad 30^\circ = 8.5093588$

Cálculo del parámetro del cono

$$\ell = \frac{\log \cos \varphi_1 - \log \cos \varphi_2 - \log A_1 + \log A_2}{\log \tan \frac{Z_1}{2} - \log \tan \frac{Z_2}{2}}$$

$$\ell = \frac{(-0.020580498) - (-0.060303224) - (-1.49040638) + (-1.490630126)}{(-0.1338753529) - (-0.2327466074)}$$

$$\ell = \frac{0.039498981}{0.0988712545}$$

$$\ell = 0.3994991385$$

Cálculo de factor de escala

$$k = \frac{\cos \varphi_1}{\ell A_1 \tan^{\ell} \frac{Z_1}{2} \text{ sen } 1''}$$

$$k = \frac{0.953716951}{5.536065809 \times 10^{-8}}$$

$$k = 17\ 227\ 341.29$$

Cálculo de dos puntos de coordenadas x, y en el mapa

Primer punto; paralelo de latitud 14° N con un incremento en longitud de 1° obtención de la latitud geocéntrica y colatitud geocéntrica.

$$\tan \varphi' = 0.99323134 \times \tan 14^\circ$$

$$\tan \varphi' = 0.2476403864$$

$$\varphi' = 13^\circ\ 54'\ 32''.147$$

$$z = 76^\circ\ 05'\ 27''.853$$

Cálculo de la generatriz

$$g = k \tan^{\ell} \frac{z}{2}$$

$$g = 15\ 619\ 964.39$$

De acuerdo a la fórmula anotada $g = k E \tan^{\ell} \frac{z}{2}$, donde E es

la escala del mapa, tenemos

$$g = \frac{15\ 619\ 964.39}{2\ 000\ 000}$$

$$g = 7.80998216 \text{ m}$$

Cálculo de las coordenadas x, y

$$x = g \operatorname{sen} (\ell \times \Delta\lambda)$$

$$x = 7.80998216 \operatorname{sen} (0.3994991385 \times 1)$$

$$x = 0.0544552472 \text{ m}$$

$$y = x \tan \frac{\ell \Delta\lambda}{2}$$

$$y = 0.05445524725 \tan \left(\frac{0.3994991385 \times 1}{2} \right)$$

$$y = 0.00018984742 \text{ m}$$

Segundo punto; 14° de latitud e incremento de 17° de longitud.

Este punto usa la misma generatriz calculada anteriormente

$$x = g \operatorname{sen} (\ell \times \Delta\lambda)$$

$$x = 7.80998216 \text{ sen } (0.3994991385 \times 17)$$

$$x = 0.9235804 \text{ m}$$

$$y = 0.9235804 \text{ tan } \left(\frac{0.3994991385 \times 17}{2} \right)$$

$$y = 0.054801918 \text{ m}$$

Cálculo por Computadora

El trabajo se hizo en una minicomputadora, DATA GENERAL CORPORATION Modelo NOVA 1200, con una capacidad de 12K, desarrollando las fórmulas anotadas anteriormente en lenguaje BASIC.

Este lenguaje trabaja a base de etiquetar las instrucciones con números y se ejecutan en orden progresivo.

Debido a que la proyección es simétrica con respecto al meridiano central, solamente se calcula en la computadora medio canevá, haciendo incrementos en logitud de 0 a 17.

La computadora internamente trabaja 7 decimales, pero en la salida solo despliega 6, al introducir el programa original se hizo con 7 decimales, aunque el listado del programa solo presenta los 6 de salida.

El sistema de la máquina consiste en:

- Un teletipo que es la entrada y salida de información, a través de la impresora, la lectora y perforadora de cinta de papel.
- Unidad de Cintas, que sirve de entrada y salida, por medio de cintas magnéticas, ya que puede leer y grabar en la cinta.
- Y la Nova que cuenta con el CPU (procesador), ALU (unidad aritmético lógica) y la consola.

A continuación se presentan el diagrama de bloque, los diagramas de flujo, y la codificación del programa.

En el diagrama de bloque se muestra toda la secuencia para el cálculo, sin detallar instrucciones.

Los diagramas de flujo muestran las secuencias detalladas de cada instrucción.

Para la codificación, hay que tomar en cuenta que el teletipo --- (TTY) cuenta con un campo de 72 caracteres por línea.

DIAGRAMA DE BLOQUE

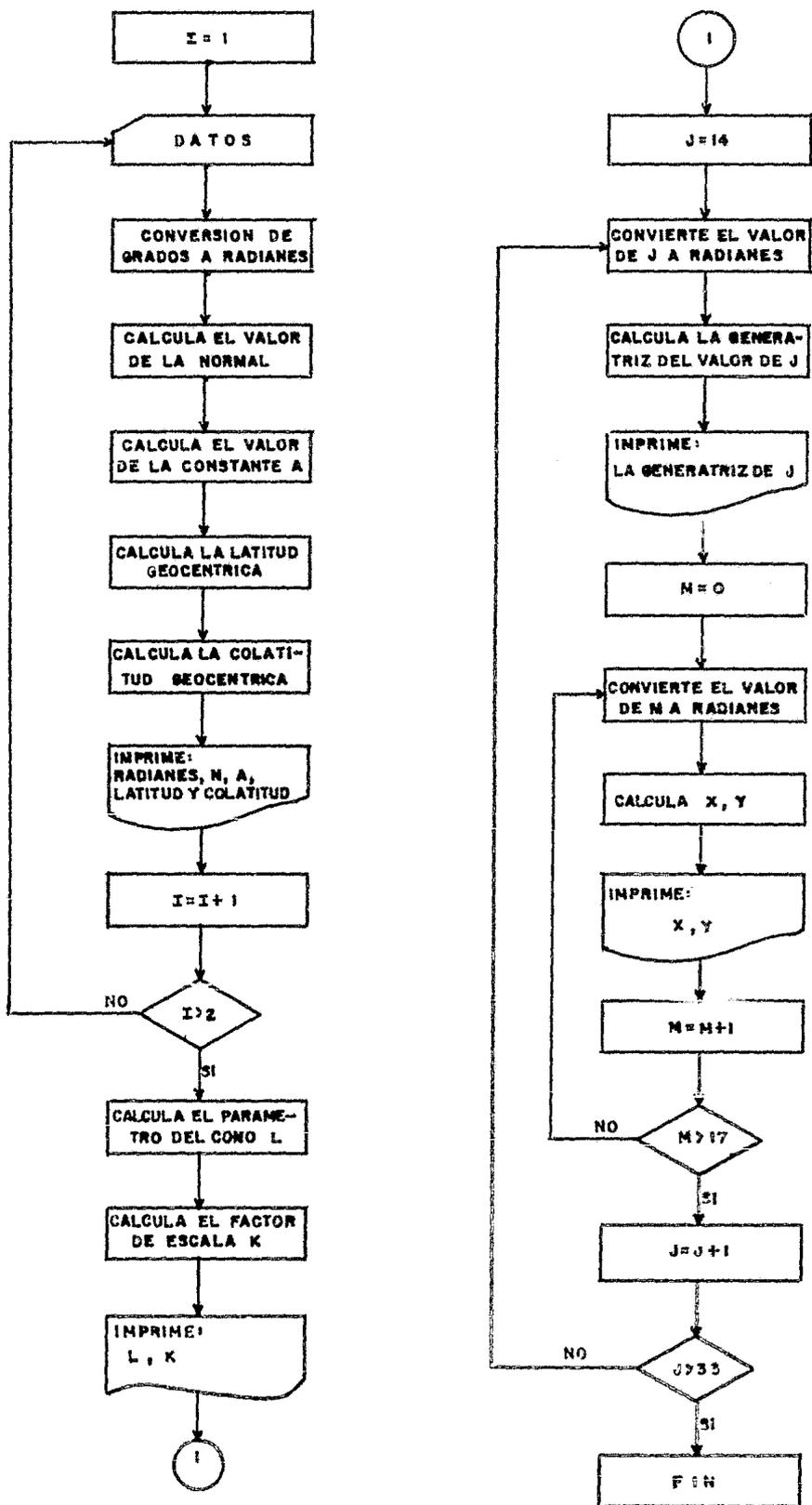
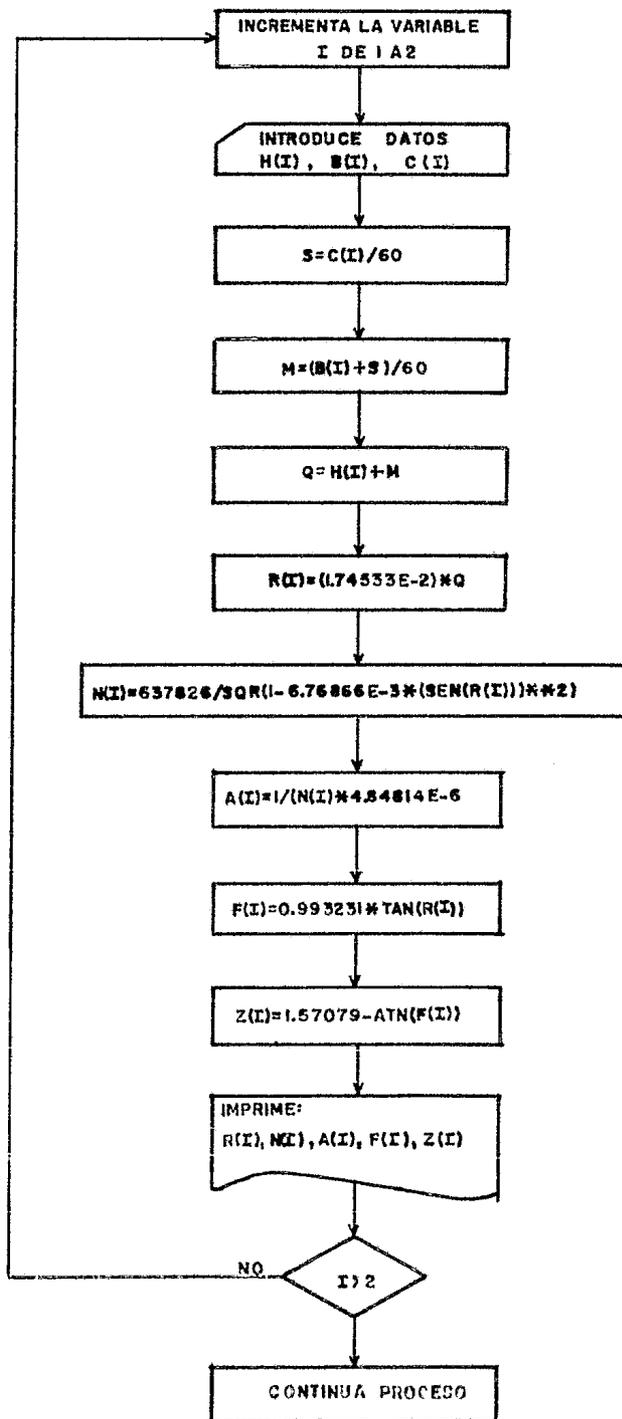
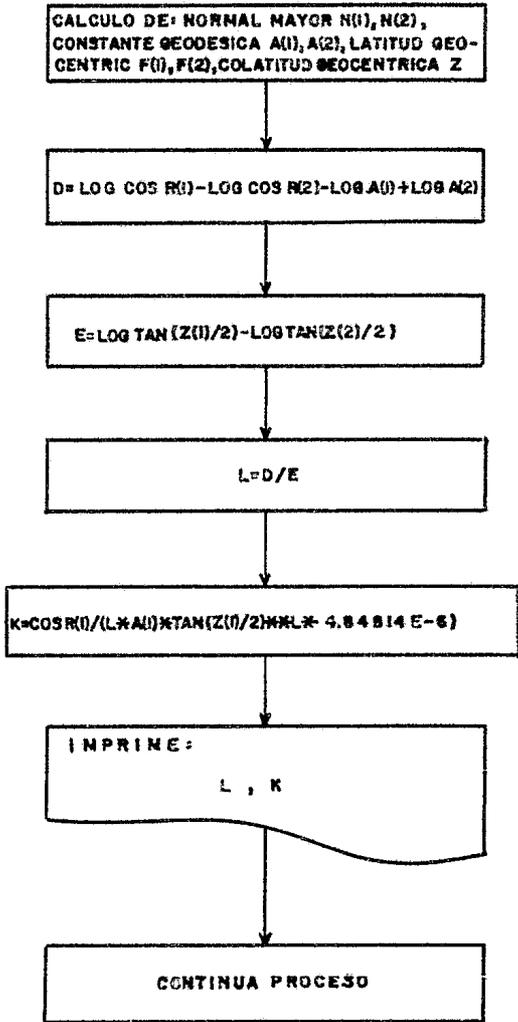


DIAGRAMA DE FLUJO



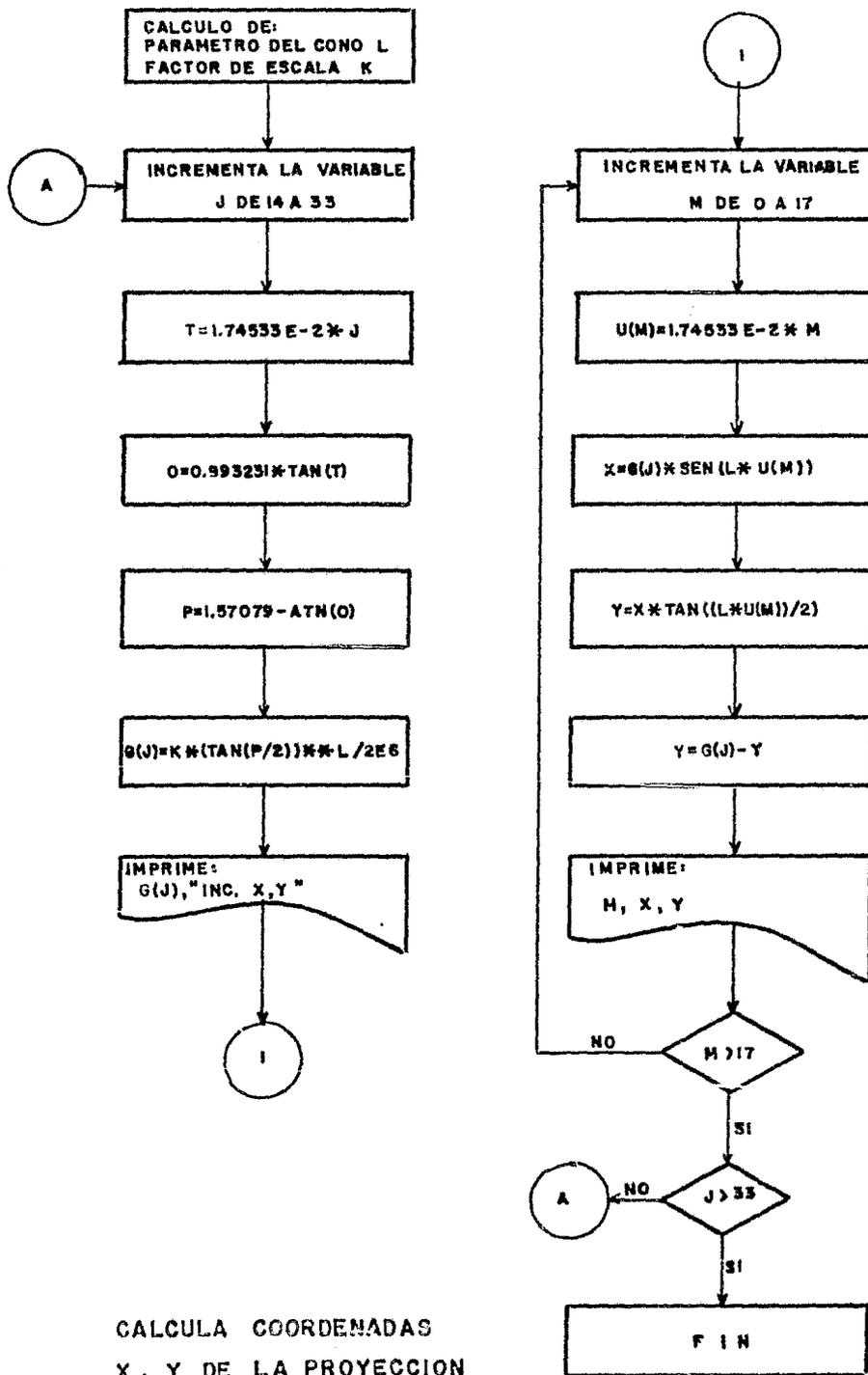
CONVIERTE GRADOS A RADIANES
 CALCULA NORMAL MAYOR,
 CONSTANTE GEODESICA A,
 LATITUD Y COLATITUD GEOCENTRICA

DIA GRAMA DE FLUJO



CALCULA
PARAMETRO DEL CONO SECANTE L
FACTOR DE ESCALA K

DIAGRAMA DE FLUJO



CALCULA COORDENADAS
X, Y DE LA PROYECCION

CONICA CONFORME DE LAMBERT

CODIFICACION

	1	2	3	4	5	6	7
10	DIM	G(33),U(18)					
20	FOR	I=1 TO 2					
30		INPUT H(I),B(I),C(I)					
40		LET S=C(I)/60					
50		LET M=(B(I)+S)/60					
60		LET Q=H(I)+M					
70		LET R(I)=(1.745329E-2)*Q					
80		LET N(I)=6.378206E+6/ SQRT(1-6.768658E-3*(SIN(R(I))))+2)					
90		LET A(I)=1/(N(I)*4.848137E-6)					
100		LET F(I)=-.9932313*TAN(R(I))					
110		LET Z(I)=1.570796- ATN(F(I))					
120	PRINT	"R=";R(I)					
130	PRINT	"N=";N(I);"A=";A(I)					
140	PRINT	"F=";F(I);"Z=";Z(I)					
150	NEXT	I					
160	LET	D= LOG(COS(R(1)))- LOG(COS(R(2)))- LOG(A(1))+ LOG(A(2))					
170	LET	E= LOG(TAN(Z(1)/2))- LOG(TAN(Z(2)/2))					
180	LET	L=D/E					
190	LET	K= COS(R(1))/(L*A(1))*(TAN(Z(1)/2))+L*4.848137E-6)					
200	PRINT	"L=";L;"K=";K					
210	FOR	J=14 TO 33					
220		LET T=1.745329E-2*J					
230		LET O=-.9932313*TAN(T)					
240		LET P=1.570796- ATN(O)					
250		LET G(J)=K*(TAN(P/2))+L/2E+6					
252	PRINT						
254	PRINT						
256	PRINT						
258	PRINT						
260	PRINT	"G(";J;")=";G(J)					
264	PRINT						
266	PRINT	"INC.", "X","Y"					
270	FOR	M=2 TO 17					
280		LET U(M)=1.745329E-2*M					
290		LET X=G(J)* SIN(L*U(M))					
300		LET Y=X*TAN((L*U(M))/2)					
310		LET Y=G(J)-Y					
320		PRINT M,X,Y					
330	NEXT	M					
340	NEXT	J					
350	END						

El programa consta de 28 instrucciones de proceso, 12 de impresión y formato y una para asignar memoria.

Descripción de cada instrucción:

10 DIM G(33),U(18)

Asigna memoria para las variables G, U

20 FOR I = 1 TO 2

Cambia la variable I desde 1 hasta 2 de uno en uno, (hace una malla o loop) sirve para meter los 2 datos de los paralelos base

30 INPUT H(I), B(I), C(I)

Se introduce el valor del paralelo base en grados H(I), minutos B(I), y segundos C(I)

40 LET S = C(I) / 60

Convierte el valor de C, dato de segundos a décimas de minuto

50 LET M = (B(I) + S) / 60

Convierte el valor de B más las décimas de segundo en décimas de grado

60 LET Q = H(I) + M

Hace que Q sea igual a grados y décimas de grado del paralelo base

```
70 LET R(I) = (1.74533 E-2) *Q
```

Convierte los grados decimales a radianes, multiplicando - el número Q por 1.7453293×10^{-2} (equivalencia de un grado a radianes), E-2 es la notación exponencial que usa la computadora

Se hace el cambio a radianes porque el compilador BASIC de la Nova trabaja exclusivamente en radianes, para este fin son las instrucciones 40, 50, 60 y 70.

```
80 LET N(I) = 6.37821 E + 6 / SQR (1-6.76866E-3*( SIN (R(I)))↑2)
```

Calcula el valor de la normal mayor para el paralelo base- por medio de la fórmula (en esta instrucción aparece el -- símbolo ↑ significa elevar a la potencia cuyo número sigue)

```
90 LET A(I) = 1/(N(I) * 4.84814 E-6)
```

Encuentra el valor de la constante geodésica del paralelo- base, según la fórmula

```
100 LET F(I) = .993231 * TAN (R(I))
```

Calcula el valor tangente de la latitud geocéntrica del -- paralelo de acuerdo a la fórmula

```
110 LET Z(I) = 1.57079 - ATN (F(I))
```

Calcula la colatitud geocéntrica del paralelo conforme a - la fórmula

```
120 PRINT, "R=" ; R(I)
```

Imprime el valor que tiene R(I), la coma después de PRINT-
es para separar la impresión del margen 14 espacios lo que
esta entre comillas lo imprime literalmente

```
130 PRINT, "N=" ; N(I), "A=" ; A(I)
```

Imprime los valores de N y A

```
140 PRINT, "F=" ; F(I), "Z=" ; Z(I)
```

Imprime los valores de F y Z

```
150 NEXT I
```

Cierra el loop que empezó en la instrucción 20 FOR, regre-
sando a esta instrucción, si el FOR esta completo continúa
con la siguiente instrucción

```
160 LET D=LOG (COS (R(1)))- LOG (COS (R(2)))- LOG (A(1)) + LOG (A(2))
```

Calcula el numerador para L el parámetro del cono secante

```
170 LET E = LOG ( TAN (Z(1) /2))- LOG ( TAN (Z(2) /2))
```

Calcula el denominador de L

```
180 LET L = D/E
```

Calcula el parámetro del cono, dividiendo el valor de D en
tre E, no se hizo en una sola instrucción, porque no cabía
dentro del formato del teletipo

```
190 LET K= COS (R(1)) / (L*A(1)*( TAN (Z(1) /2))L*4.84814 E-6)
```

Calcula el factor de escala que permite espaciar los para-

lelos para hacer la proyección conforme

```
200 PRINT, "L=" ; L, "K=" K
```

Imprime el valor de L y K

```
210 FOR J = 14 TO 33
```

Cambia la variable J desde 14 hasta 33 de uno en uno, son los valores de los paralelos (es un loop que termina con la instrucción 340 con NEXT J)

```
220 LET T = 1.74533 E-2 *J
```

Cambia el paralelo J de grados a radianes

```
230 LET O = .993231 * TAN (T)
```

Encuentra el valor tangente de la latitud geocéntrica del paralelo J

```
240 LET P=1.57079 - ATN (O)
```

Encuentra la colatitud geocéntrica del paralelo J

```
250 LET G(J) = K *( TAN (P /2))† L/2 E+6
```

Encuentra la generatriz del paralelo J a la escala 2 MILLONES

Las instrucciones 252, 254, 256, 258 que dicen PRINT sirven para imprimir en blanco el renglón, lo que hacen es brincar cuatro renglones en blanco

```
260 PRINT, "G(";J;") = ";G(J)
```

Sirve para imprimir el valor de G(J) la generatriz del paralelo J poniendo primero G después el valor de J y el valor que calcula para G(J)

264 PRINT

Pide que brinque renglón

266 PRINT, "INC.", "X", "Y"

Imprime como título INC. (INCREMENTO), X, Y

270 FOR M = 0 TO 17

Cambia la variable M desde 0 hasta 17 de uno en uno, que son los incrementos en longitud (este loop termina en la instrucción 330 NEXT M), y está dentro del loop de J

280 LET U(M) = (1.74533 E-2) *M

Cambia el valor de M a radianes

290 LET X = G(J) * SIN.(L*U(M))

Encuentra el valor de X

300 LET Y = X * TAN ((L*U(M)) /2)

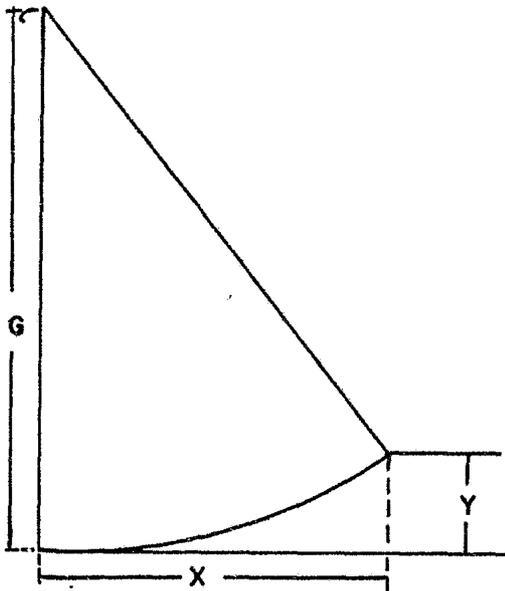
Encuentra el valor de Y

310 LET Y = G(J) - Y

Integra el valor de Y al sistema de G

Para poder trazar el canevá se calcula la magnitud de los radios de los paralelos (generatrices), el cruce de meridianos y parale-

los se hace por una pareja "x", "y". La "x" es la verdadera -- abscisa, pero la "y" no propiamente una ordenada, la figura muestra como se hace el trazo.



Se encuentra el valor de "g", - a partir de este punto, se encuentra el valor de "x", y se imprime entonces el valor de - "y" se resta del valor de g de esta forma el valor de y final esta dado desde el vértice del cono.

Si se imprime el primer valor de y, al graficar en un coordinatógrafo, se trazaría "g" en seguida "x", y en este punto se tendría que partir de cero para poder graficar "y", encontrando así el -- cruce de coordenadas geográficas.

Se pensó entonces restar el valor "y" a "g" y se tendría el valor de "y" referido al origen de g, esto se hizo para todos los puntos.

320 PRINT, M, X, Y

Imprime el valor de M (incremento en longitud) x abscisa, y ordenada (absoluta)

330 NEXT M

Cierra el loop pidiendo el siguiente valor de M (longitud) y se traslada a la instrucción 270, cuando completa los incrementos de M, continuará con la siguiente instrucción

340 NEXT J

Cierra el loop de J pidiendo el siguiente valor de paralelo mandando la instrucción a la 210, la instrucción 340 se ejecuta cuando termina los 17 incrementos de la instrucción 270

350 END

TERMINA EL PROGRAMA

VARIABLES EMPLEADAS DENTRO DEL PROGRAMA:

- A constantes geodésicas
- B valor dato para minutos de paralelos base
- C valor dato para segundos de paralelos base
- D numerador del parámetro del cono
- E denominador del parámetro del cono

F tangente de latitud geocéntrica de paralelos base
G generatriz del cono
H valor dato para grados de paralelos base
I variable a incrementarse para meter datos de paralelos base
J variable a incrementarse para paralelos
K factor de escala para el espaciamiento de paralelos
L parámetro del cono
M minuto en decimales de grado de paralelos base e incrementos de longitud
N normal mayor de paralelos base
O latitud geocéntrica de los paralelos
P colatitud geocéntrica de los paralelos
Q grados decimales de paralelos base
R valor en radianes de paralelos base
S segundos en decimales de minuto por paralelos base
T radianes de los paralelos
U radianes de los meridianos
X abscisa del canevá (x)
Y ordenada del canevá (y)
Z colatitud geocéntrica de paralelos base

A continuación se presenta el listado del programa y los resultados del proceso.

```

10 DIM G(33),U(18)
20 FOR I=1 TO 2
30   INPUT H(I),B(I),C(I)
40   LET S=C(I)/60
50   LET M=(B(I)+S)/60
60   LET Q=H(I)+M
70   LET R(I)=(1.74533E-2)*Q
80   LET N(I)=6.37821E+6/ SQR (1-6.76866E-3*( SIN (R(I)))+2)
90   LET A(I)=1/(N(I)*4.84814E-6)
100  LET F(I)=.993231* TAN (R(I))
110  LET Z(I)=1.57079- ATN (F(I))
120  PRINT,"R=";R(I)
130  PRINT,"N=";N(I),"A=";A(I)
140  PRINT,"F=";F(I),"Z=";Z(I)
150  NEXT I
160  LET D= LOG (COS (R(1)))- LOG (COS (R(2)))- LOG (A(1))+ LOG (A(2))
170  LET E= LOG (TAN (Z(1)/2))- LOG (TAN (Z(2)/2))
180  LET L=D/E
190  LET K= COS (R(1))/(L*A(1)*( TAN (Z(1)/2))+L*4.84814E-6)
200  PRINT,"L=";L,"K=";K
210  FOR J=14 TO 33
220    LET T=1.74533E-2*J
230    LET O=.993231* TAN (T)
240    LET P=1.57079- ATN (O)
250    LET G(J)=K*( TAN (P/2))+L/2E+6
252    PRINT
254    PRINT
256    PRINT
258    PRINT
260    PRINT,"G(";J;")=";G(J)
264    PRINT
266    PRINT,"INC.", "X", "Y"
270    FOR M= 0 TO 17
280      LET U(M)=1-74533E-2*M
290      LET X=G(J)* SIN (L*U(M))
300      LET Y=X* TAN ((L*U(M))/2)
310      LET Y=G(J)-Y
320      PRINT,M,X,Y
330    NEXT M
340  NEXT J
350  END

```

RUN

? 17? 30? 00 R= .305433
N= 6.38016E+6 A= 3.23291E-2
F= .313164 z= 1.2673
? 20? 30? 00 R= .514872
N= 6.33345E+6 A= 3.23124E-2
F= .561943 z= 1.75332
L= .399501 K= 1.72273E+7

3(14)= 7.30996

INC.	X	Y
0	0	7.30996
1	5.44553E-2	7.30976
2	.103903	7.3092
3	.163355	7.30825
4	.217795	7.30692
5	.272223	7.30521
6	.326639	7.30312
7	.331039	7.30065
8	.43542	7.79731
9	.43973	7.79453
10	.544116	7.79093
11	.593426	7.73699
12	.652706	7.73263
13	.706955	7.77739
14	.76117	7.77277
15	.815347	7.76723
16	.369435	7.7614
17	.923531	7.75515

3(15)= 7.75427

INC.	X	Y
0	0	7.75427
1	.054067	7.75433
2	.108131	7.75351
3	.16219	7.75257
4	.216242	7.75125
5	.270282	7.74955
6	.32431	7.74748
7	.378322	7.74503
8	.432315	7.7422
9	.436237	7.739
10	.540236	7.73542
11	.594153	7.73147
12	.648052	7.72714
13	.701914	7.72243
14	.755742	7.71735
15	.809533	7.71139
16	.363235	7.71676
17	.915995	7.69935

3(16) = 7.6937

INC.	X	Y
0	0	7.6937
1	5.36796E-2	7.69352
2	.137356	7.69736
3	.161023	7.69772
4	.214692	7.69571
5	.263346	7.69483
6	.321986	7.69197
7	.375611	7.63954
8	.429217	7.63573
9	.432303	7.63355
10	.536365	7.63
11	.539901	7.67627
12	.643409	7.67177
13	.696335	7.6671
14	.750327	7.66205
15	.303733	7.65664
16	.357099	7.65034
17	.910424	7.64463

3(17) = 7.64327

INC.	X	Y
0	0	7.64327
1	.353293	7.64328
2	.106583	7.64253
3	.159869	7.6416
4	.213146	7.6403
5	.266413	7.63362
6	.319668	7.63653
7	.372906	7.63417
8	.426127	7.63133
9	.479326	7.62922
10	.532503	7.6247
11	.535653	7.6203
12	.638776	7.61653
13	.691367	7.61139
14	.744924	7.60633
15	.797945	7.6015
16	.850923	7.59575
17	.903369	7.58964

3(18) = 7.53793

INC.	X	Y
0	0	7.53793
1	5.29072E-2	7.53775
2	.105812	7.53719
3	.153711	7.53627
4	.211603	7.53493
5	.264434	7.53332
6	.317353	7.53129
7	.370206	7.5739
8	.423042	7.57613
9	.475856	7.573
10	.523643	7.56949
11	.581413	7.56562
12	.634151	7.56139
13	.686853	7.55673
14	.739531	7.55131
15	.792163	7.54647
16	.844767	7.54076
17	.897325	7.53469

3(19) = 7.53263

INC.	X	Y
0	0	7.53263
1	5.25219E-2	7.5325
2	.105041	7.53195
3	.157556	7.53103
4	.210062	7.52975
5	.262559	7.5281
6	.315042	7.52639
7	.367511	7.52371
8	.419961	7.52096
9	.472391	7.51735
10	.524793	7.51433
11	.57718	7.51053
12	.629533	7.50633
13	.681856	7.50175
14	.734146	7.49632
15	.7864	7.49152
16	.838616	7.48535
17	.890791	7.47932

IC 20)= 7.4775

INC.	X	Y
0		7.4775
1	5.21372E-2	7.47732
2	.124272	7.47677
3	.156471	7.47537
4	.233523	7.47459
5	.267635	7.47295
6	.312735	7.47096
7	.364319	7.4636
8	.416835	7.46537
9	.463931	7.46273
10	.520954	7.45933
11	.572952	7.45552
12	.624922	7.45134
13	.676362	7.4463
14	.723763	7.4419
15	.737639	7.43664
16	.832473	7.43122
17	.834266	7.42523

IC 21)= 7.42237

INC.	X	Y
0		7.42237
1	5.17523E-2	7.42219
2	.123583	7.42165
3	.155243	7.42075
4	.226936	7.41949
5	.253714	7.41736
6	.312429	7.41533
7	.362129	7.41353
8	.413311	7.41133
9	.465473	7.40776
10	.517113	7.40434
11	.563723	7.40055
12	.622314	7.39641
13	.671371	7.3919
14	.723395	7.38724
15	.774834	7.38131
16	.825335	7.37623
17	.877746	7.37121

3(22)= 7.36723

INC.	X	Y
0	0	7.35723
1	5.13537E-2	7.3571
2	.122735	7.35556
3	.154096	7.35537
4	.21545	7.35442
5	.256793	7.3523
6	.300125	7.35134
7	.359441	7.35351
8	.41274	7.35532
9	.462019	7.35273
10	.513275	7.34933
11	.564526	7.34562
12	.61571	7.34151
13	.666335	7.33734
14	.713026	7.33221
15	.759133	7.32732
16	.820202	7.32143
17	.871231	7.31559

3(23)= 7.31221

INC.	X	Y
0	0	7.31221
1	5.09347E-2	7.31233
2	.101967	7.31149
3	.152944	7.31061
4	.203914	7.30935
5	.254374	7.30776
6	.305321	7.30531
7	.356754	7.3035
8	.407669	7.30333
9	.458565	7.29731
10	.509433	7.29444
11	.560236	7.29371
12	.611107	7.23662
13	.661399	7.23219
14	.712653	7.27739
15	.763333	7.27225
16	.81437	7.26675
17	.864713	7.2639

30 24)= 7.25714

INC.	X	Y
0	0	7.25714
1	5.76227E-2	7.25696
2	.121199	7.25610
3	.151792	7.25555
4	.222373	7.25431
5	.252954	7.25273
6	.303513	7.25179
7	.354267	7.24349
8	.404599	7.24535
9	.455111	7.24235
10	.505621	7.2395
11	.556167	7.2353
12	.606575	7.23175
13	.656914	7.22734
14	.707291	7.22259
15	.757634	7.21743
16	.807939	7.21272
17	.858226	7.20821

30 25)= 7.20275

INC.	X	Y
0	0	7.20275
1	5.32166E-2	7.20137
2	.100431	7.20135
3	.15064	7.20047
4	.200342	7.19925
5	.251034	7.19757
6	.301214	7.19575
7	.35133	7.19347
8	.401523	7.19035
9	.451657	7.18737
10	.501763	7.18455
11	.551846	7.18033
12	.601921	7.17635
13	.651923	7.17245
14	.701922	7.16775
15	.751333	7.16259
16	.801337	7.15723
17	.851592	7.15151

30 26)= 7.14593

INC.	X	Y
0	0	7.14593
1	4.93323E-2	7.14576
2	9.96621E-2	7.14584
3	.149437	7.14537
4	.199375	7.14415
5	.249113	7.14259
6	.293909	7.14063
7	.34369	7.13842
3	.393455	7.13531
9	.4482	7.13236
10	.497923	7.12956
11	.547622	7.12592
12	.597295	7.12193
13	.646933	7.11759
14	.69655	7.11291
15	.746123	7.10784
16	.79567	7.1025
17	.345173	7.39573

30 27)= 7.89176

INC.	X	Y
0	0	7.89176
1	4.94476E-2	7.89159
2	9.33929E-2	7.89187
3	.148333	7.89221
4	.197767	7.89241
5	.24719	7.893745
6	.296622	7.89556
7	.345999	7.89332
3	.395379	7.89873
9	.44474	7.89773
10	.49403	7.89453
11	.543395	7.89092
12	.592634	7.88695
13	.641945	7.88265
14	.691174	7.878
15	.740369	7.87381
16	.739523	7.84766
17	.33365	7.842

30 23)= 7.33553

INC.	X	Y
0	0	7.33553
1	4.77625E-2	7.33536
2	7.71226E-2	7.33535
3	.147173	7.33499
4	.196226	7.33379
5	.245265	7.33225
6	.294292	7.33037
7	.343334	7.32815
8	.3923	7.32559
9	.441276	7.32263
10	.490232	7.31943
11	.539163	7.31534
12	.588063	7.31191
13	.636945	7.30764
14	.685771	7.30303
15	.734603	6.99303
16	.783379	6.99279
17	.832113	6.993715

30 29)= 6.93121

INC.	X	Y
0	0	6.93121
1	4.36763E-2	6.93134
2	9.73513E-2	6.93054
3	.146321	6.97969
4	.194634	6.9735
5	.243337	6.97697
6	.291973	6.97511
7	.340635	6.9729
8	.339216	6.97336
9	.437327	6.96747
10	.436373	6.96425
11	.534925	6.96069
12	.533445	6.95679
13	.631933	6.95255
14	.630399	6.94793
15	.728323	6.94337
16	.777221	6.93731
17	.825575	6.93223

3(37)= 6.92579

INC.	X	Y
0	0	6.92579
1	4.32974E-2	6.92562
2	9.65734E-2	6.92512
3	.144362	6.92421
4	.193133	6.9231
5	.241485	6.92153
6	.23966	6.91973
7	.337921	6.91754
8	.336126	6.91532
9	.434332	6.91216
10	.432517	6.90396
11	.530673	6.90543
12	.573313	6.90156
13	.626921	6.89733
14	.674993	6.89232
15	.723042	6.88795
16	.771051	6.88274
17	.319822	6.87719

3(31)= 6.37025

INC.	X	Y
0	0	6.37025
1	4.79331E-2	6.37033
2	9.53339E-2	6.36953
3	.1437	6.36375
4	.191539	6.36753
5	.239469	6.36603
6	.237337	6.36424
7	.335192	6.36207
8	.33303	6.35957
9	.430349	6.35673
10	.473647	6.35356
11	.526422	6.35205
12	.574172	6.34622
13	.621394	6.34205
14	.669535	6.33755
15	.717244	6.33271
16	.764363	6.32754
17	.312454	6.32244

30 32)= 6.31457

INC.	X	Y
0	0	6.31457
1	4.75149E-2	6.3144
2	9.57275E-2	6.31391
3	.142535	6.31303
4	.190036	6.31192
5	.237523	6.31043
6	.285003	6.30861
7	.332475	6.30645
8	.379925	6.30397
9	.427357	6.30116
10	.474763	6.29801
11	.522156	6.29454
12	.569513	6.29073
13	.616353	6.28659
14	.664153	6.28213
15	.71143	6.27733
16	.758663	6.27221
17	.805369	6.26675

30 33)= 6.75373

INC.	X	Y
0	0	6.75373
1	4.71256E-2	6.75357
2	9.42483E-2	6.75303
3	.141363	6.75225
4	.188479	6.7511
5	.235532	6.75463
6	.282673	6.75232
7	.329751	6.75063
8	.376812	6.74322
9	.423355	6.74543
10	.470373	6.74231
11	.517377	6.73336
12	.564352	6.73509
13	.611799	6.73099
14	.658716	6.72656
15	.705601	6.7213
16	.752452	6.71672
17	.799266	6.71131

Comparación entre resultados manuales y de computadora.

Primero se anota el resultado manual y después el de computadora.

Para el paralelo base de $17^{\circ} 30'$ tenemos:

$N = 6\ 380\ 159.184$ contra $N = 6.38016\ E+6$

Existe una diferencia de 0.816

$A = 0.0323291003$ contra $A = 3.23291\ E-2$

Existe una diferencia de 3×10^{-10}

$\tan \varphi' = 0.313164639$ contra $\tan \varphi' = .313164$

Existe una diferencia de 6.39×10^{-7}

$Z = 72^{\circ} 36' 40''.64$ contra $Z = 1.2673$

El valor de Z calculada en radianes es 1.267306065, existe una --
diferencia de 6.065×10^{-6}

Para el paralelo base de $29^{\circ} 30'$

$N = 6\ 383\ 447.034$ contra $N = 6.38345\ E+6$

Existe una diferencia de 2.966

$A = 0.0323124489$ contra $A = 3.23124\ E-2$

Existe una diferencia de 4.89×10^{-8}

$\tan \varphi' = 0.56194325$ contra $\tan \varphi' = .561943$

Existe una diferencia de 2.5×10^{-7}

$Z = 60^{\circ} 39' 59''.344$ contra $Z = 1.05882$

El valor de Z calculada en radianes es 1.058829899, existe una di
ferencia de 9.899×10^6

Para los valores de L y K

$L = 0.3994991385$ contra $L = .399501$

Existe una diferencia de 1.8615×10^6

$K = 17\ 227\ 341.29$ contra $K = 1.72273\ E+7$

Existe una diferencia de 41.29

La generatriz del paralelo 14°

$g = 7.80998216$ contra $g = 7.80996$

Existe una diferencia de 2.216×10^5

Las coordenadas x, y de 14° de latitud y 1° de incremento en ---
longitud.

$x = 0.0544552472$ contra $x = 5.44553\ E-2$

Existe una diferencia de 5.28×10^8

Como se mencionó anteriormente el valor de y impreso por la compu
tadora, es la diferencia de la y calculada menos el valor de la -
generatriz del paralelo en cuestión.

$y = 0.00018984742$ que restada de la generatriz queda 7.809792313
contra 7.80976

Existe una diferencia de 3.2313×10^{-5}

Para el paralelo de 14° con un incremento de longitud de 17°

$x = 0.9235804$ contra $x = .923581$

Existe una diferencia de 6×10^{-7}

En el valor de y ya restado de la generatriz

$y = 7.755180242$ $y = 7.75515$

Existe una diferencia de 3.0242×10^{-5}

Algunas diferencias son aparentes, ya que la máquina sólo imprime 6 decimales, redondeando la cifra, por otro lado a la escala que se está trabajando se tienen diferencias máximas de 3 centésimas de milímetro, no afectando en la representación gráfica.

4.- Proceso de Edición de la Carta Escala 1:2,000,000

La carta se editó por separado en dos hojas, con un formato de 87 cm. por 116 cm. La disposición de hojas a este tamaño no presenta grandes dificultades, su impresión es factible.

La división entre las 2 hojas la establece el meridiano 102; que-

es el meridiano central de la carta.

Con los datos obtenidos del cálculo se graba una hoja de canevá, en un coordinatógrafo mecánico con precisión de 1/100 de milímetro sobre película Stabilene (SCRIBE COAT). Al grabarse una hoja se tiene toda la carta, ya que la proyección es simétrica con respecto al meridiano central, teniendo una parte, se voltea la hoja al revés y se tendrá la otra mitad de la carta.

Para la compilación de la carta se usa como base los negativos de la carta escala 1:1,000,000 aeronáutica, de la serie Operational-Navigation Chart (ONC) de la República Mexicana, publicada por -- "The Defense Mapping Agency Aerospace Center"..

Como estos negativos estaban en escala 1:1,000,000 se hicieron reducciones fotomecánicas de 50% en película positiva, obteniendo positivos a la escala 1:2,000,000.

Con los positivos de la República se armaron mosaicos de las dos hojas (este y oeste) tomando como guía el canevá grabado, el armado de mosaicos se hizo cortando los positivos de 1 grado por 1 grado y pegándolo sobre un acetato transparente ajustándolo a las coordenadas del canevá.

Una vez armados los mosaicos se les sacaron dos copias en película, una positiva y una negativa, ya que el mosaico armado, al es-

tar pegado podía sufrir deformaciones.

La copia de película positiva se usó para elaborar un proyecto de edición, donde se marcó todos los elementos que deberían ser representados y rotulados, para este proyecto se usaron diversas fuentes de consulta, como las cartas de SOP, Carta Turística y Carta por Estados, las Cartas de la Defensa 1:500,000, 1:250,000, 1:100,000.

La copia de película negativa se usó para elaborar fotomecánicamente 3 copias de transporte en material grabable Stabilene, para efectuar la separación de colores.

En una copia se grabó las curvas de nivel a cada 500 metros, generalizando el trazo.

En otra copia se grabó la hidrografía (ríos, lagos, lagunas, presas y límite costero) de acuerdo al proyecto de edición, simbolizándose sólo los elementos hidrográficos principales, basándose en la altimetría grabada, para que hubiera correlación.

La última copia se usó para grabar sobre ella los elementos planimétricos culturales (poblados, vías de comunicación, límites).

Se abrieron ventanas en Stabilene (CUT'N' STRIP) de zonas a simbolizar una ventana para azul donde estarían las masas de agua (pre

sas, lagos, lagunas, mar, zonas sujetas a inundación, pantano) -- otra ventana para vialidad en color rojo una ventana para ciudades importantes, otra ventana para límites y fronteras.

Con todos estos originales se mandó hacer una copia en papel Vine lite por colores (prueba de color) que se uso: primeramente para rotular los elementos, sobreponiendo un acetato y pegando los rotulos con material STRIPING, se pegaron todos los letreros, nombres de ríos, nombres de poblaciones, nombres de sierras, estados, valores de cotas, símbolos (aviones, estrellas transbordador), -- nombres de islas mares, información marginal (valores de grados)-recuadros de símbolos, especificaciones y escudos, a este pegado de tipografía se le sacaron 3 copias fotográficas negativas, para separar los rotulos por colores negro, azul y sepia.

El otro uso de la prueba de color fue la revisión de los grabados, que todos los elementos del proyecto de edición estuvieran simbolizados, y que la simbolización fuera correcta.

Se volvió a hacer otra prueba de color, ahora con rotulos, para su revisión final, una vez revisada y corregida, se mandó hacer 4 positivos de impresión, uno para cada color (negro, azul, sepia, rojo) y se mandó imprimir.

IV PRODUCCION CARTOGRAFICA

La cartografía se hace básicamente con la compilación de los elementos del terreno y su representación gráfica sobre un plano.

Estas dos actividades han ido evolucionando constantemente y mejorando en calidad y precisión.

Las primeras compilaciones de precisión fueron efectuadas con alidadas y medición directa de distancias, con longímetros rudimentarios. Después se generalizó el uso del teodolito, y se inició el levantamiento de cartas por medio de poligonales completándose con plancheta.

Posteriormente se empezó a hacer uso de las fotografías métricas para la compilación de los elementos del terreno.

La fotogrametría aplicada a la Cartografía tiene por objeto la elaboración de mapas por medio de fotografías aéreas.

Para la construcción de mapas se deberá contar con distancias reducidas al horizonte, ángulos horizontales, alturas y desniveles.

Tanto la Cartografía, la Fotogrametría y la Geodesia, tienen el problema de realizar cálculos en gran volumen, este problema pue-

de ser resuelto con las modernas técnicas de procesamiento de datos electrónicamente. Con las aplicaciones del cálculo electrónico en la producción de mapas por ser cálculos de tipo rutinario tiene las ventajas de ser un método rápido, preciso (por el volumen de trabajo) y de bajo costo.

El método fotogramétrico se desarrolla debido a la necesidad bélica de contar con cartas de grandes áreas en un corto plazo y se generalizó su uso por las ventajas que representa con relación a los sistemas tradicionales.

La producción de cartas fotogramétricas consta de las siguientes etapas:

- 1o. Planeación
- 2o. Vuelo fotogramétrico
- 3o. Apoyo terrestre
- 4o. Clasificación de campo
- 5o. Triangulación aérea (extensión de control)
- 6o. Restitución
- 7o. Edición
- 8o. Impresión

1o. En la planeación se consideran todos los aspectos, enumerando sus problemas y las soluciones a cada uno de ellos. Se determina la escala a la cual se hará el mapa, la existencia de datos, -

de levantamientos anteriores y de cartas existentes de las zonas, de trabajo. La condición climatológica que se espera en estas zonas, las características del terreno a cartografiar, las vías de acceso a las zonas, el plazo de terminación de la carta, el costo de la elaboración y los recursos disponibles para su ejecución, - tanto económicos, técnicos y de personal capacitado, con esto se evalúa la capacidad de producción y finalmente la vigencia y mantenimiento de las cartas.

2o. El vuelo fotogramétrico se proyectará tomando en cuenta lo siguiente:

- 1.- Propósito del proyecto
- 2.- Epoca del año
- 3.- Aparatos restituidores
- 4.- Escala
- 5.- Altura de vuelo
- 6.- Latitud del lugar
- 7.- Condiciones climatológicas
- 8.- Extensión de la zona
- 9.- Distancia focal de la cámara

Se hará lo posible porque sea la fotografía de la menor escala, - con el objeto de que en una fotografía aparezca mayor extensión - de terreno, lo cual disminuirá el costo y el número de puntos de apoyo tanto terrestre como fotogramétrico, además de que las fotografías tendrán un uso adicional con la fotointerpretación. Se -

determinará que tipos de cámaras, aeronaves y películas serán las mejores para un trabajo definido.

3o. Apoyo terrestre

Todo programa cartográfico que abarque grandes extensiones, deberá estar apoyado en una estructura rígida, que esté formada por puntos obtenidos en levantamientos con determinada precisión.

Este levantamiento permitirá que la compilación del terreno que se haga por cualquiera de los métodos existentes, garantice con cierta precisión la posición de los elementos dentro del mapa.

Este tipo de levantamientos deberá considerar la curvatura de la tierra y su forma. A este método para hacer levantamientos se les denomina geodésicos o levantamientos de apoyo.

Estos trabajos son hechos con gran precisión y forman el armazón de apoyo de todos los levantamientos para elaborar la cartografía de cualquier lugar. Su propósito es establecer un control horizontal y vertical.

El control horizontal fija puntos en el terreno determinando latitud y longitud, estos puntos se establecen por medio de triangulaciones, que consisten en la medición de bases y cálculo de las --

longitudes de los lados, en un sistema de triángulos unidos entre sí.

El control vertical establece elevaciones de puntos referidos al nivel medio del mar y se obtienen corriendo nivelaciones de precisión.

La densidad de puntos de apoyo estará dada en función de la finalidad que se persigue y de las condiciones topográficas del terreno. La precisión del apoyo terrestre condicionará la precisión de la carta.

4o. Clasificación de campo, las fotografías son documentos mudos por lo que se deberán anotar en las mismas sus características, así como los nombres de poblaciones, el número de habitantes, los tipos de vías, etc., lo cual se logra con la clasificación de campo que hará prácticamente un peinado de la zona, anotando en la fotografía todos los detalles necesarios para la escala de publicación.

Estas fotografías servirán para que el restituidor, así como el grabador puedan efectuar sus labores con mayor rapidez, precisión y calidad.

5o. Triangulación aérea

Para llevar a cabo la restitución de las fotografías, que es el objetivo principal de la Fotogrametría, es necesario determinar la escala y la orientación.

Estos datos de escala y orientación se obtienen, con ayuda del control terrestre y de la orientación interior del aparato restituidor. Con objeto de reducir los costos de control terrestre que, entre paréntesis pueden ascender a más del 50% del proyecto, se recurre a la aerotriangulación, que consiste en propagar fotogramétricamente el control terrestre, conociendo los datos de campo para un modelo inicial y uno final, que se encuentran separados entre sí por un cierto número limitado de modelos intermedios.

La preparación de todos los modelos estereoscópicos, fotografía por fotografía se hará de la siguiente manera: se determina la orientación del vuelo, se seleccionan las fotografías a tratar (esto depende del traslape) se determinan los puntos requeridos para la formación de modelos que son los puntos de apoyo terrestre (localizados en campo e identificados en las fotografías) punto principal, puntos superiores e inferiores y puntos auxiliares. Estos puntos se trasladan a todas las fotografías, su objeto es hacer un modelo rígido y densificar el apoyo fotogramétrico. La localización de estos puntos en las fotografías de papel son transferidos a las placas diapositivas (en vidrio) por medio de transferencia de puntos.

La triangulación aérea se puede efectuar por varios métodos, entre ellos está la triangulación analítica que tiene dos versiones por aeropoligonos y modelos independientes.

El método de aeropoligonos se puede efectuar en el autógrafo Wild A-7, se realiza de la misma manera que se realiza el vuelo fotogramétrico, se empieza con la orientación interior de cada proyector, se hace la orientación relativa y absoluta y se registran los puntos de control terrestre, de pase y de liga.

En el método de modelos independientes la triangulación se efectúa haciendo mediciones de puntos en un modelo tridimensional del terreno reconstruido en los instrumentos.

El método de triangulación analítica se hace efectuando mediciones de coordenadas de los puntos en el plano de la fotografía referidos a un sistema coordinado, con estas mediciones se realiza un proceso de intersección en el espacio para lograr la reconstrucción del haz de rayos, la orientación es analítica creando modelos matemáticos tridimensionales.

60. Restitución

La restitución es la compilación de los elementos del terreno a representar por medios fotogramétricos con la elaboración de los-

originales (minutas) y preparación de las hojas, situando todos los puntos necesarios se procede a hacer la restitución.

Para preparar este material se contará con un listado de coordenadas geográficas y otro listado elaborado en la triangulación aérea, con las coordenadas de los puntos triangulados que son:

- Puntos de caneová geográfico
- Puntos principal y de pase de las fotografías
- Marcos de nivel y puntos de nivelación
- Vértices geodésicos y topográficos

Los puntos se harán con un coordinatógrafo de precisión, lo mismo que el caneová (el coordinatógrafo del autógrafo Wild A-7 es un aparato mecánico que coloca puntos con una precisión de 1 centésima de milímetro).

La restitución se hace modelo por modelo, verificando que chequen las ligas entre modelos. Se hace la orientación interior se efectúa la orientación relativa y después la orientación absoluta. Es conveniente empezar por la altimetría y después la planimetría.

La altimetría (configuración del terreno) deberá tener una precisión de la mitad del intervalo entre curvas de nivel en un 90% de las líneas trazadas y puntos altimétricos. Los puntos de aerotriangulación vertical que aparecerán en la restitución deberán -

tener una precisión de 1 décimo de la equidistancia entre curvas de nivel.

La escala de la carta determinará la equidistancia entre curvas de nivel así como también influye la configuración del terreno y el propósito de la carta y por lo tanto la magnitud real de las precisiones.

La planimetría en un 90% de todos los accidentes mostrados y que sean bien definidos en la carta tendrán una tolerancia de 0.508 milímetros con relación a la proyección, a excepción del desplazamiento sufrido por el tamaño del símbolo. Los puntos de triangulación aérea no podrán tener un desplazamiento mayor que el error gráfico, o sea 0.2 milímetros.

Vr.gr. para una carta 1:50,000 un punto de aerotriangulación horizontal no debe tener un desplazamiento mayor de $0.0002 \times 50,000 = 10$ metros.

El control básico (apoyo terrestre) no tiene estas tolerancias, debido a que sus características de precisión al efectuar los trabajos de campo satisfacen ampliamente estas condiciones en el aspecto cartográfico, y como se les posiciona en la carta con coordenadas x, y por medio de cálculo su ubicación es precisa.

7o. Edición

La edición es la elaboración de los originales a imprimir, separándolos por colores y simbolizando los elementos a representar.

La edición de mapas ha ido cambiando con las épocas, mejorando cada vez y alcanzando más precisión, debido a mejores materiales e instrumentos para su ejecución.

Antiguamente la producción de mapas era limitada, ya que se elaboraban dibujando cada uno de ellos, lo cual se hacía en mucho tiempo. Con la invención de la imprenta fue posible la producción de mapas con más rapidez. Solamente se grababa un original en madera y con éste se reproducían copias.

Cada vez se fueron buscando mejores materiales para la reproducción de mapas, materiales que fueran dimensionalmente estables, ya que se exigía precisión y calidad. Entre los materiales que se usaron están el vidrio, el acero, el aluminio, pero estos materiales eran de difícil manejo y ocupaban mucho espacio. Hasta hace pocos años, el trabajo cartográfico se hacía a tinta, con pluma y tiralíneas. Este método tenía limitaciones, era fácil cometer errores, frecuentemente las líneas variaban de espesor por lo que existía la necesidad de volver a dibujar.

El grabado ha modificado el método de producción y el costo en -

la edición de mapas, es más rápido el grabado que el dibujo.

Actualmente el material de reproducción es la película de políester reestabilizado, que logra una estructura molecular fija. Entre las ventajas que posee están la mayor transparencia, superficie de dibujo más lisa, exenta de fibras, mayor flexibilidad, más facilidad de manejo sus propiedades son: posee estabilidad térmica, la contracción residual de la película no excede al 0.15% después de sufrir cambios de temperatura de 23.5° c a 104° c en el período de una hora.

Tiene estabilidad higroscópica, propiedad de algunos cuerpos de absorber y exhalar humedad.

La contracción residual de la película no pasa del 0.07% cuando se aumenta el estado higrométrico (propiedad de aumentar ó reducir el tamaño con la humedad) del 20% al 90% durante 24 horas a una temperatura de 23.5° c.

En condiciones normales, no existe límite teórico a su duración y almacenado.

Todas las capas (revestimiento) de la película de poliéster para el dibujo ó el grabado resisten la tensión superficial.

El espesor del revestimiento superficial es de 0.0152 mm (15 micras) y casi nunca varía, esto garantiza su opacidad.

Con esta película se obtiene una línea nítida y limpia un examen a 40 aumentos no revela variación superficial.

La simbolización en este tipo de material ahorra trabajo, ya que la separación de colores se hace directamente en las hojas, que además cada hoja grabada, constituye un negativo del mapa, que se usa para hacer los positivos en la composición final.

Si existen errores al grabar se puede corregir fácilmente con un fluido especial para retoque, y además permite que se vuelva a grabar sobre él.

El resultado final, es mayor precisión, más rapidez, calidad, comodidad y economía.

De los originales proporcionados por la restitución se procede a la separación de colores, usando básicamente 3 colores negro, azul y sepia.

La representación de los elementos se hace por medio de símbolos, prácticamente de tipo universal.

Estos símbolos están perfectamente identificados, clasificados y establecidos, en sus dimensiones, especificaciones y uso, para la representación de elementos. Cada mapa según su escala deberá -- contar con un catálogo de símbolos.

La semiología como toda la cartografía, ha sufrido transformaciones.

Mencionaremos solamente la transformación y superación que ha tenido la representación del relieve.

El método más antiguo que se usó para representar el relieve fue por medio de dibujos estilizados de las montañas y cordilleras. Por este hecho los elementos eran desplazados de su lugar y exagerados en tamaño.

Después se usó el hachure para la simbolización de montañas, que se hacía con una longitud constante de las líneas y un número definido por centímetro, lo que variaba era el grueso de la línea - dependiendo de la inclinación del terreno, intensificándose en el terreno de mucha pendiente, el dibujo se hacía en el sentido de - la inclinación del terreno.

Finalmente se usaron las curvas de nivel que son líneas de igual altura en contacto con el terreno. La distancia vertical entre -

curvas de nivel es siempre conocida. Además este tipo de simbolización es cuantitativa, ya que permite determinar alturas con --- gran precisión.

Como complemento a la representación del relieve están las tintas hipsométricas y el sombreado plástico.

Para complementar la representación cartográfica está la rotulación de los elementos, usándose varios tipos de letras y en distintos tamaños, según el elemento a representar y su importancia. La rotulación de la carta, también esta sujeta a arreglos.

80. Impresión

La impresión de cartas es una actividad muy importante dentro de la cartografía ya que es el resultado de todos los trabajos anteriores y el único documento que se dá a conocer a los usuarios, - por lo que deberá contar con control de calidad.

Se deben controlar las tonalidades, humedad, contenido de aceite de las tintas, que colores se imprimirán primero.

La impresión no se puede hacer en cualquier tipo de máquina, se debe checar los registros de colores, las placas de impresión deben ser elaboradas cuidadosamente, que los elementos queden al ta

maño requerido, controlar el tiempo de impresión entre colores.

Entre los factores más importantes para la impresión, será el papel. Deberá, por lo tanto, cumplir con muchos requisitos y características, todas ellas mensurables. Estas características, deben ser normas de calidad, basadas en pruebas hechas en varias muestras de papel. Todas las normas y sus métodos de aplicación están establecidas en la DGN (Dirección General de Normas).

Entre las pruebas que se deben aplicar al papel son:

- Acondicionamiento de papel para pruebas, para que las muestras que sean sometidas a esta prueba sean siempre en las mismas condiciones.
- El acondicionamiento de papel también se debe practicar en el almacenamiento é impresión.
- Determinación de la lisura, de esta característica depende una buena ó mala impresión.
- Resistencia a la tensión superficial, debido a que las tintas son en mayor o menor grado adheribles y en el momento de la impresión se puede levantar el papel.

- Determinación de espesor, volumen y peso específico, ya que las cartas deben ser ligeras y no muy gruesas, peso por metro cuadrado, es el gramaje.

- Propiedades ópticas, en estas características esta la brillantez y la opacidad del papel, tanto para la resolución de los colores y tonos, como para -- que no se traspase la impresión al reverso de la - hoja.

- Resistencia al rasgado, resistencia al dobléz, ya que la carta estará doblada y hay que conocer cuantos dobleces aguantarán las hojas.

- Resistencia al tiempo, para conocer el período de vida de una hoja, sin que pierda características.

Mantenimiento

El mantenimiento consiste en tener la carta o serie de cartas, actualizadas, esto es reeditarlas, cuando ocurran cambios de significación en el terreno, que ameriten reeditar la carta.

Este mantenimiento se hará con un programa de actualización, que localizará las zonas de desarrollo, que harán que cambie la fisonomía del terreno, ya que habrá lugares donde sí ocurran cambios y habrá lugares donde no ocurran cambios en muchos años.

Se fijarán períodos para reedición de cartas, según las diferentes zonas a las que correspondan cada carta.

Cada carta deberá contar con un expediente, donde se anotarán todos los reportes que se tengan sobre el terreno.

Llevando así un control detallado de cada hoja. Los métodos de reedición de cartas dependerá de acuerdo a los cambios ocurridos.

Mantenimiento

El mantenimiento consiste en tener la carta o serie de cartas, actualizadas, esto es reeditarlas, cuando ocurran cambios de significación en el terreno, que ameriten reeditar la carta.

Este mantenimiento se hará con un programa de actualización, que localizará las zonas de desarrollo, que harán que cambie la fisonomía del terreno, ya que habrá lugares donde sí ocurran cambios y habrá lugares donde no ocurran cambios en muchos años.

Se fijarán períodos para reedición de cartas, según las diferentes zonas a las que correspondan cada carta.

Cada carta deberá contar con un expediente, donde se anotarán todos los reportes que se tengan sobre el terreno.

Llevando así un control detallado de cada hoja. Los métodos de reedición de cartas dependerá de acuerdo a los cambios ocurridos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALONSO Lerch Federico. Proyección Cónica Conforme de Lambert con dos paralelos tipo. Notas de clase, Cartografía - II. 1973.
- 2.- DATA GENERAL CORPORATION. Single USER BASIC Manual Data General Corporation. USA. 1973.
- 3.- JOLY Fernand. La Cartografía. Traducción Julio Morencos Tevar Ariel. Barcelona-Caracas-México. 1979.
- 4.- KEUFFEL & ESSER. Catálogo Stabilene FILM . USA. 1966
- 5.- MEDINA Peralta Manuel. Geodesia Geométrica, Introducción a la Limusa. México. 1974.
- 5.- PAQUENTIN Eduardo. Ingeniería Hidráulica en México. Secretaría de Recursos Hidráulicos. (Revista) México. 1956.
- 7.- RAIZ Erwin. Cartografía. Ediciones Omega. Barcelona, España. 1974.
- 8.- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Atlas Cartográfico-Histórico. Secretaría de Programación y Presupuesto. - México. 1982.