

2ej.1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA  
EX-SEMINARIO DE ECONOMIA DE LA PRODUCCION

APLICACION DE LA FOTOGRAMETRIA, LA  
FOTOINTERPRETACION Y LA INFORMATICA EN LA  
PRODUCTIVIDAD DE LOS PRINCIPALES SECTORES  
DE LA ECONOMIA: AGROPECUARIO,  
INDUSTRIAL Y SERVICIOS.

1930 - 1995

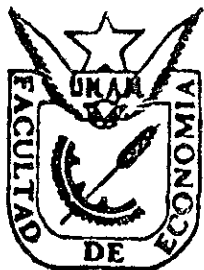
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMIA

P R E S E N T A :

HEZQUIO <sup>ODILON</sup> PEREGRINA GARCIA

DIRECTOR DE TESIS No. 163: DR. JAIME MANUEL ZURITA CAMPOS.



CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.

SEPTIEMBRE DE 1998.

266074

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.

APLICACION DE:

**LA FOTOGRAMETRIA, LA FOTOINTERPRETACION Y LA INFORMATICA  
EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PRINCIPALES SECTORES DE LA ECONOMIA:  
AGROPECUARIO INDUSTRIAL Y SERVICIOS.**

P(T) = 1930 - 1995

**INDICE GENERAL**

	PAGINA
<b>PROLOGO</b>	7 - 10
<b>INTRODUCCION</b>	11 - 17
<b>DESGLOSE POR CAPITULO</b>	15
<b>CAPITULO 1.</b>	<b>18 - 26</b>
<b>MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL</b>	19
1.1. Geografía Económica.	19
1.2. Fundamentos de la Fotogrametría y la Fotointerpretación.	23
1.3. Mapas planimétricos y topográficos.	26
<b>CAPITULO 2.</b>	<b>27 - 47</b>
<b>ANTECEDENTES DE LA FOTOGRAMETRIA, LA FOTOINTERPRETACION, LA INFORMATICA Y SU RELACION CON OTRAS CIENCIAS Y TECNICAS.</b>	<b>28</b>
2.1. Antecedentes de la Fotogrametría.	28
2.2. Antecedentes de la Fotointerpretación.	30
2.2.1. Requisitos para lograr una adecuada Fotointerpretación.	30
2.2.2. Limitaciones de la Fotointerpretación.	31
2.2.2.1. Ventajas de la Fotointerpretación	31
2.3. Antecedentes de la Informática.	31
2.4. Relación de la Fotogrametría con la Geodesia.	33
2.4.1. Trabajos geodésicos en México.	33
2.4.2. Red geodésica mundial.	33
2.5. La Meteorología y su relación con la Fotogrametría.	34

2.6. La Fotogrametría y su relación con la astronomía.	34
2.7. Su relación con la Topografía.	34
2.8. La Fotografía y su relación con la Fotogrametría.	35
2.8.1. La Fotografía aérea.	35
2.8.1.1. Clasificación de las lentes.	36
2.8.2. Ventajas del uso de fotografías aéreas a color.	36
2.8.3. Factibilidad de vuelos fotográficos.	36
2.9. La Cartografía y su relación con la Fotogrametría.	37
2.9.1. Trabajos previos para la elaboración de cartas.	38
2.9.2. Clasificación de las cartas.	38
2.9.3. Colores convencionales en cartas y mapas.	39
2.9.4. Simbología de uso más común.	39
2.10. Relación de La Fotointerpretación con la Geología y la técnica de suelos.	40
2.10.1. La Fotointerpretación.	40
2.10.1.1. Principios de Fotointerpretación.	42
A. Principios básicos para el uso de la fotografía aérea en reconocimientos.	42
B. Habilidades del operador.	43
C. La técnica de interpretar fotografías aéreas.	43
2.10.2. La Fotointerpretación y su relación con la Técnica de suelos.	44
2.10.2.1 El uso más frecuente que se le da a los suelos.	44
2.10.2.2. La Fotointerpretación aplicada a la técnica de suelos.	44
2.11. Tipos de película.	45
2.11.1. El uso de fotografías aéreas en color natural para estudios de suelos.	45
2.11.2. Localización de aguas subterráneas.	45
2.12. La Informática y la Percepción remota.	46
2.12.1. La percepción remota.	46
<b>CAPITULO 3.</b>	<b>48 - 69</b>
<b>APLICACION DE LA FOTOGAMETRIA Y LA FOTOINTERPRETACION EN LOS PRINCIPALES SECTORES DE LA ECONOMIA: AGROPECUARIO INDUSTRIAL Y SERVICIOS.</b>	<b>49</b>
3.1. La Fotogrametría en la agricultura.	49
3.1.1. La Fotogrametría en el uso actual y potencial de la tierra productiva e improductiva.	50
3.1.2. La Fotointerpretación en la clasificación de tierras productivas e improductivas.	51
3.1.3. Plano temático de evaluación de las tierras productivas e improductivas.	52
3.1.4. Aplicación de las dos técnicas en mención en la ganadería de vacuno.	52
3.1.5. La Fotogrametría en la Silvicultura.	55
3.1.5.1. Su aplicación en cultivos, en explotación y reforestación de bosques.	56
3.1.5.1.1. Cultivos.	56
3.1.5.1.2. Explotación de los bosques.	57

3.1.5.1.2.1 La Fotogrametría en la explotación de bosques.	58
3.1.5.1.2.2. Aplicación de la Fotointerpretación en proyectos de bosques.	58
3.1.5.1.3. Reforestación.	59
3.1.5.1.3.1. Clasificación de suelos desforestados.	60
3.1.5.1.3.2. Clasificación de suelos forestados.	61
3.1.6. En el saneamiento Vegetal, animal y humano.	62
3.2. En el Sector Industrial.	63
3.3. En el Sector Servicios.	66
3.3.1. Los Servicios en el campo y la ciudad.	67
3.3.1.1. En el campo: Catastro rural. Deslindes ejidales.	67
3.3.1.2. En la Ciudad: Catastro Urbano. Con fines impositivos y reestructuración vial.	68
<b>CAPITULO 4.</b>	<b>70 - 82</b>
<b>ANALISIS DE LA FOTOGRAMETRIA Y LA FOTOINTERPRETACION COMO TECNICAS DE INFORMACION.</b>	<b>71</b>
4.1. La información sobre recursos naturales en América Latina.	72
4.1.1. Cuadro de porcentajes de superficies representadas en fotografías aéreas y mapas de países de América Latina.	73
4.2. La Fotogrametría y la Fotointerpretación en las actividades de información.	75
4.2.1. La Fotografía aérea.	75
4.2.2. Mapas expeditos o de exploración.	75
4.3. La información como tipo de inversión.	77
4.3.1. Tipos de información: sobre recursos naturales, innovaciones técnicas de producción, precios de producción y costos de información.	78
4.3.1.1. Costos de información recopilada.	79
4.3.1.2. Costos aerofotográficos en Estados Unidos de Norte América.	79
4.3.1.3. Costos aproximados de material fotográfico y Control terrestre Nacional.	80
4.3.2. La información en México.	81
<b>RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>83 - 90</b>
<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES.</b>	<b>84</b>
<b>A) RESUMEN Y RESULTADOS.</b>	<b>84</b>
<b>B) CONCLUSIONES.</b>	<b>87</b>
<b>C) RECOMENDACIONES.</b>	<b>89</b>
<b>D) BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>91 - 94</b>

<b>E) ANEXOS:</b>	<b>95 - 120</b>
<b>ANEXO No. 1. LA FOTOGRAMETRIA COMO TECNICA.</b>	<b>96</b>
1.1. La Fotogrametría con ciencias y técnicas:	106
1.1.1. Con La Geodesia.	106
1.1.2. Con La Astronomía.	111
1.1.3. Con técnicas como La Topografía.	113
1.1.4. Con La Fotografía como Técnica - Arte.	116
1.1.4.1. La Fotografía como Técnica.	119
<b>ANEXO II. A) INSTRUMENTOS, B) MATERIAL BASICO Y, C) SIMBOLOGIA UNIVERSAL.</b>	<b>121 - 131</b>
II.1.A) Instrumentos.	121
II.1.A.1) Instrumento de abinete.	121
II.1.A.2) Aparatos opticos de proyeccion.	122
II.1.A.3) Aparatos optico - mecanicos.	123
II.1.A.4) Instrumentos de campo.	126
II.2.B) Material básico para restitución de cartas y mapas.	127
II.2.C) Simbología de Infraestructura, Hidrográfica, Orográfica, Forestal, de Control Horizontal y Vertical y de Límites fronterizos.	130
<b>ANEXO III. ILUSTRACIONES Y FIGURAS.</b>	<b>132 - 152</b>
III. 1 - A) Instrumentos Fotogramétricos y Topográficos.	133
III. 2 - B) Material básico de restitución	138
III. 2.1 - C) Simbología Universal	141

**FACULTAD DE ECONOMIA**

**TESIS No. 163 DIRIGIDA POR EL:**

**PROFESOR JAIME MANUEL ZURITA  
CAMPOS.**

**FE - UNAM 1998**

**P R O L O G O**



¿HAS VISTO A UNO QUE SE ESMERE EN HACER BIEN  
LO QUE TIENE QUE HACER? PUES ESE NO SE QUEDARÁ  
ENTRE LOS ÚLTIMOS. ESE LLEGARÁ A SER DE LOS PRIMEROS.

SALOMÓN.

ESTA TESIS VA DEDICADA CON TODO MI CARÍO A FAMILIARES, PROFESORES Y AMIGOS QUE ME ESTIMAN.

A MIS FAMILIARES QUE NO PUDE NOMENAJEARLOS CON EL ÉXITO DE ESTE ESFUERZO Y A LOS QUE AUN ME SIGUEN  
CONSINTIENDO:

A MIS QUERIDOS PADRES YA FIMADOS QUE DIOS  
NO LES CONCEDIO VIVIR ESTE DÍA JUBILOSO DE  
MI TITULACION. (Q.E.D).

A MIS HERMANOS MIGUEL E ISAAC, POR LA AYUDA  
MORAL Y ECONOMICA QUE EN VIDA ME BRINDARON.  
(QUE EN PAZ DESCANSEN).

A MI ESPOSA, QUIEN DESPUES DE UNA LARGA  
ESPERA, POR FIN DIO CRÉDITO A UNA ILUSION  
QUE LA PREDECIA IMPOSIBLE. AHORA DOÑA  
MARTHA LOPEZ, LE RECUERDO QUE LA VOLUNTAD  
DEL HOMBRE, NO TIENE LÍMITES.

A MI HIJO ALBERTO, QUE DENTRO DE SU PRECOZ  
INFANCIA ME IMPULSADA AL PEDIR UN PAPA  
PROFESIONISTA. AHORA MI QUERIDO ALBERTO  
LE PIDE EL PADRE AL HIJO LO MISMO, NO ME  
DEFRAQUES, ESTAS EN DEUDA, CUMPLE AUN  
CUANDO YO YA NO LO VEA. LO MISMO ESPERO DE  
TU MUJERCITA ISABEL, PUES "NUNCA ES TARDE PARA  
REANUDAR A ESTUDIAR".

A MI HIJO JORGE, CON EL CARÍO DEL PADRE QUE  
SIEMPRE DESEA LO MEJOR PARA SUS HIJOS, TE  
AQUIRO QUE TU FUERZA DE VOLUNTAD JAMAS TE  
DESVIARA DEL BUEN CAMINO; QUE NUNCA TE  
DOBLEGARA LA ADVERSIDAD, PUES ELLA ES  
PASAJERA Y SI ESTA SE EMPECINA, RECORRE A LA  
ORACION Y ENCONTRARAS LA LUZ ETERNA.

A MI HIJO JOAQUIN, QUE JUNTO CON SU ESPOSA  
CLAUDIA, DESEO PRESENCIAR CON EMOCION SU  
EXAMEN PROFESIONAL. ADELANTE CON SU TESIS  
QUE YA ESTAN RUMBO A LA FINAL Y EN SUS MENTES  
SIEMPRE LLEVEN EL HABITO DE TRIUMFAR. "NUNCA  
VEAN HACIA ATRAS, SIEMPRE ADELANTE Y JAMAS  
TROPEZARAN"

A MI NIETO TAFTE EXCEL CON LA ESPERANZA DE QUE ALGUN DIA ESTE RECUERDO QUE LE DEJA SU ABUELO LE SIRVA PARA QUE LES DE LA GRAN SATISFACCIONES A SUS PADRES, UNA PROFESION QUE CRISTALICE AMBOS ESFUERZOS, QUE DIOS TE LO CONCEDA AUN CUANDO YO YA NO LO VEA.

A MI NIETA SHANNEN RACIEL, QUE EN ESTOS DIAS CUMPLE UN AÑO DE CONTAGIARNOS CON SUS RISAS Y MONERIAS, A DIOS LE PIDO PARA ELLA GRANDES TRIUNFOS EN SU VIDA INTELECTUAL, ECONOMICA, POLITICA Y ESPIRITUAL.

A MI NIETO GIDRAN, TAMBIEN BENDICO EL ESFUERZO DE ESTE TRABAJO, ESPERANDO QUE ALGUN DIA LLEQUE A SER UN DISTINGUIDO PROFESIONISTA, PUES ESTE DESEO SE LO DEJA DE RECUERDO SU ABUELO QUE LO QUIERE.

A MIS CUÑADAS DOÑA ANITA (O.E.B) Y DOÑA ANGELA POR EL APOYO QUE ME DIERON EN MI INFANCIA, QUE DIOS LAS BENDIGA.

CON CARINO A LOS FAMILIARES DE MI ESPOSA MARTHA: LUCHA, PEPE, MARIA, MAURICIO Y A SUS DISTINGUIDOS FAMILIARES Y UN ESPECIAL RECUERDO A MI EX - COLEGA, EL PIMARITO LICENCIADO EMILIO LOPEZ. (O.E.B).

AL DIRECTOR DE LA FACULTAD DE ECONOMIA LIC. JUAN PABLO ARROTO O., POR EMPEÑARSE EN HACER DE NUESTRA FACULTAD DE ECONOMIA, UN CENTRO DE ESTUDIOS DE PRIMER NIVEL, GRACIAS SR. DIRECTOR

CON CARINO A QUIENES FUERON MIS MAESTROS, QUE CON SU EMPEÑO Y DEDICACION A LA ENSEÑANZA ME SEÑALARON EL CAMINO PARA SALIR DEL ANONIMATO.

A MI DIRECTOR DE TESIS: PROFESOR JAIME MANUEL ZURITA CAMPOS.

QUIEN DESINTERESADAMENTE SE OCUPÓ DE COMPARTIRME SUS SABIOS CONSEJOS GUIADOS HACIA LA INVESTIGACION CIENTIFICA DE ESTA TESIS UNA VEZ MAS, GRACIAS PROFESOR POR SU APOYO.

A MIS SINODALES EN MI EXAMEN PROFESIONAL:

DR. JAIME MANUEL ZURITA CAMPOS.  
DR. NORMAN ASUAD SANEN  
LIC. JUAN JOSE ANTONIO RODRIGUEZ CALDERON  
LIC. JUAN JOSE GARCIA HERNANDEZ  
LIC. RAMONDO MORALES ORTEGA

EN AGRADECIMIENTO A SU ATENCION PRESTADA A ESTE TRABAJO.

A LA LIC. DEATRIZ PEREZ SANCHEZ POR LA ATENCION DESMEDIDA QUE PRESTO EN LA ORIENTACION DE ESTE TRABAJO.

GRACIAS LICENCIADA PEREZ, SU COLABORACION ME FUE MUY VALIOSA.

A MI GRAN AMIGO, LIC. NÚÑO JAVIER NIETO DE LA TORRE Y A SU APRECIABLE FAMILIA: LIC. NORMA E HIJAS, POR SU APOYO INCONDICIONAL QUE DE EL HE RECIBIDO Y POR EL CREDO ESPIRITUAL QUE NOS UNE.

A MI QUERIDO AHUJADO LIC. ALEJANDRO MIRANDA Y A SU APRECIABLE FAMILIA: ALMA ROSA, ALINE Y ALEJANDRO JR., POR SU INVALUABLE APOYO EN TAREAS DE ESTA TESIS, Y POR EL CREDO ESPIRITUAL QUE NOS UNE.

A MI QUERIDO AMIGO ING. RAUL DUSTAFIANTE POR SU DESINTERESADO APOYO QUE ME BRINDO EN EL TEMA FINANCIERO EXPOSTO EN ESTA TESIS.

A MIS COMPADRES, ALFONSO PERDIGON, SRA. LOURDES VEGA Y A SUS APRECIABLES FAMILIARES:

POR SU APOYO MORAL QUE ME HAN BRINDADO

CON TODO RESPETO, AL C. INGENIERO JOEL ORTEGA CUEVAS, DIRECTOR GENERAL DEL SERVICIO DE TRANSPORTES ELECTRICOS DEL D.F.

AL C. SECRETARIO GENERAL DE LA ALIANZA DE TRANVIARIOS DE MEXICO SR. DENITO BAENA LOME.

DISTINGUIDOS SECRETARIOS: SR. RANGEL, SR. PEDRO RUIZ, SR. BERGER, SR. LUIS LOPEZ.

A MIS JEFE DE TRABAJO:

ING. MANUEL VIEJO ZUBIARAT, DIRECTOR DEL TREN LIGERO MEXICANO, ING. JUAN JOSE RETES E, GERENTE DE OPERACION DEL TREN LIGERO MEX.

COMPAÑEROS DE TRABAJO: ING. VERA, ING. CARRANZA, LIC. ONOPRE, LIC. MARIA DE LA LUZ, LIC. JESSICA, ING. ALEJANDRO, TOMAS, SERGIO, RIGOBERTO, GERARDO DIAZ, SRAS. ROSARIO, DULCE, MARY, DELIA Y FAMILIA.

DE QUIENES SIEMPRE HE RECIBIDO APOYO MORAL.

*I N T R O D U C E S I O N*

## INTRODUCCIÓN

El producto de esta investigación involucra parte de mi experiencia como fotogrametrista y fotointérprete adquirida en trabajos tanto de gabinete como de campo en instituciones públicas y empresas privadas. Por lo tanto el modelo teórico empleado en la elaboración de la presente investigación esta enfocado a un estudio sobre la relación e importancia de la Fotogrametría, la Fotointerpretación y la informática en los tres sectores de la economía.

Si bien es cierto que la Fotogrametría, la Fotointerpretación y la informática son ampliamente conocidas, cada una de ellas en sus campos de aplicación, también es cierto que la difusión de la Fotogrametría y la Fotointerpretación por insuficiente, no están al alcance de las mayorías a nivel profesional, a diferencia de la informática, cuya publicidad, por ser una innovación dentro del aparato productivo, se ha extendido con rapidez en los sectores público y privado, generando interés por su aprendizaje tanto a nivel técnico como profesional. Este mismo interés se desea impulsar para el aprendizaje y divulgación de la Fotogrametría y la Fotointerpretación, ya que, como otras ciencias y técnicas son herramientas de vital importancia profesionales.

Consideradas por separado estas tres técnicas, su relación con anteriores investigaciones son múltiples como técnicas en sí, cada cual aplicada en su rango científico. En el caso de la Fotogrametría y de la Fotointerpretación, aparte de considerarse dependientes entre sí, otras ciencias y técnicas se sirven de ellas para materializar sus investigaciones cualitativas o cuantitativas; entre ellas se encuentran la astronomía, la geodesia, la geografía, la meteorología, y algunos temas sobre antropología, arqueología, geología y de economía que es el eje principal de este trabajo. Entre otras técnicas destacan: la topografía y la fotografía.

Por parte de la informática, su relación dentro de la investigación técnica y científica es imprescindible actualmente, ya que a través de la alta tecnología que existe a su alcance, desde micros hasta macros sistemas de cómputo, se ha impuesto como una necesidad al interior de cualquier investigación por su acopio de información almacenada en bancos de datos institucionales o privados para consultarse y si es posible retomarse en nuevas investigaciones.

La Fotointerpretación como técnica en sí, tiene relación con investigaciones de varias esferas, entre las más comunes se pueden apuntar las que se dan en alguna parte de la ciencia médica (radiografías), investigaciones agropecuarias (saneamientos de tierras y ganado), agroquímicas (rehabilitaciones forestales y agrícolas), industriales (anticontaminación, localización de materias primas y de infraestructura para la instalación de sus plantas entre otras), de servicios (análisis general para instalar, modificar o remodelar instalaciones en las redes de comunicaciones (alámbricas e inalámbricas, aéreas, terrestres o acuáticos).

En todo ello la Fotointerpretación está presente mediante las principales características observadas en las fotografías, tales como: la tonalidad, textura, forma, sombra, localización, dimensión y asociación; herramientas que el fotointérprete debe manejar a la perfección, ya que de su análisis comparativo entre lo conocido y lo observado, dependerá una buena conclusión de la realidad; así por ejemplo: para que un fotointérprete pueda clasificar sobre las fotografías el contenido forestal desde una parcela o plantación, hasta toda una región, debe partir de las experiencias de campo en las que grabó en su mente el total de las características de la fotografía que distinguen a cada uno de los

elementos componentes del medio natural o artificial, con el fin de reconocer sus rasgos fotografiados desde el espacio, a través de un fotoanálisis de su especialidad; así por ejemplo, apoyándose en la “característica de lugar”, puede asegurar que la vegetación que está observando es de clima glacial, templado, tropical o tórrido según el lugar geográfico del levantamiento fotográfico; o algo más sencillo: “por la forma de sus rasgos” que presentan los objetos reales en una fotografía, el fotoanalista puede diferenciar una carretera de un ferrocarril y en su análisis ha de incluir el buen o mal estado en que se encuentran. En muchos otros casos intervienen más de tres características que han de interrelacionarse para la determinación o clasificación correcta de algún manto forestal o de suelos en estudio.

Por ello nos planteamos como objetivo general: señalar la importancia de la Fotogrametría, la Fotointerpretación y a la Informática como técnicas de productividad en el campo de la Economía.

Como objetivos específicos se pueden mencionar los siguientes:

- a) Dar a conocer como la Fotogrametría, la Fotointerpretación y la Informática, por separado o en su conjunto, manifiestan su productividad al aplicarse en algún tema o rama de cualquiera de los principales Sectores de la economía.
- b) Proyectar las tres técnicas en forma prioritaria sobre estudios y proyectos que promuevan la infraestructura en el campo a nivel nacional, que pudieran ser los cimientos de un nuevo intento de recuperación del abasto de nuestra planta productiva.
- c) Situar a la Fotogrametría como instrumento de información rápida y económica para los estudios socioeconómicos agropecuarios, industriales y de servicios.

Partiendo de lo general a lo particular desarrollamos nuestro marco teórico en tres partes. La primera parte abordó conceptos teóricos y categorías de las ciencias naturales y sociales. Conviene clarificar el sentido que se le dio a la presentación de las categorías de análisis: a) las categorías han sido utilizadas para ordenar una realidad que es compleja; b) se establecieron prioridades en los elementos explicativos del contexto geográfico, ecológico y cultural en que se produce y se reproduce una formación social determinada que condiciona todo conocimiento sobre el mundo y las cosas. c) se consideraron las categorías relevantes de la economía que fundamentaron la investigación con el propósito de suministrar una herramienta de trabajo científico para conocer una realidad concreta; d) se logró no sólo enunciar las categorías sino entrar en un desarrollo teórico que permitió una guía de análisis, y fueron expuestas no como pasos lineales sino como instancias de profundización progresiva en el conocimiento de la realidad.

En la segunda parte se planteó conocer las diferentes ciencias que sitúan el origen de nuestro tema, y la forma como estas ciencias se relacionan. La tercera parte configura todo lo relacionado a los fundamentos de la Fotogrametría y la Fotointerpretación y su utilidad científica.

Con esta visión metodológica conviene enfatizar que si se diera prioridad al campo para estudios y proyectos de inversión, no sería la Fotogrametría y la Fotointerpretación las únicas técnicas capaces de reconstruir su deterioro, sino que, por medio de sus estudios, se involucran a otras ciencias de la vida y de la tierra para hacer al campo más productivo.

La Fotointerpretación es una técnica que no ha cumplido su cometido histórico de comprensión y conocimiento de los fenómenos naturales terrestres y del espacio, dado que con gran rapidez se ha pasado del estereoscopio y la fotografía aérea, a la computadora y la cinta magnética, y sin embargo, sin una conciencia plena del significado de la Fotointerpretación como técnica innovadora e inclusive como base fundamental para la sensibilidad, teledetección o percepción remota.

La Fotointerpretación aérea y del espacio a través de tomas fotográficas, ha tenido ya, y sigue teniendo, una importancia fundamental en el desarrollo económico de México, pero aún no la necesaria; en la presente investigación se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas ¿usan la Fotointerpretación los directores y ejecutores de planes y programas de diferentes campos de la economía? ¿la fotografía aérea y otros productos de sensores remotos, son simples mapas de rico contenido, o son verdaderos instrumentos mediante los cuales se adquiere conocimiento e inclusive se revolucionan conocimientos?, ¿qué es la Fotointerpretación, y cómo se aplica? ¿existe una metodología de la Fotointerpretación?; ¿los mexicanos hemos contribuido al desarrollo de la Fotogrametría y la Fotointerpretación en México?.

La operacionalización de la hipótesis que nos formulamos señala que la aplicación de estas tres técnicas en cualquiera de los tres sectores de la economía han de manifestar efectos de productividad en alguna de sus ramas, ya sea por incremento ocupacional parcelaria o por minimización de costos en proyectos socioeconómicos..

Para concretar nuestro planteamiento utilizamos el Método Reforma Académica del Dr. Jaime Manuel Zurita Campos, presentado por el autor a la Facultad de Economía en 1980, cuyas siglas son: Método RAZ 80. Cabe señalar que gracias a su método ha sido posible la realización de la presente investigación, sin el cual la realidad científica se nos presentaba como caótica por ser temas de fuentes poco elásticas.

La investigación se ha conformado en cuatro capítulos, tres anexos, un resumen y conclusiones con sus respectivas sugerencias o recomendaciones; los temas investigados son los siguientes:

Capítulo 1. Marco Teórico y Conceptual.

Capítulo 2. Antecedentes de la Fotogrametría, la Fotointerpretación, la informática y su relación con otras ciencias y técnicas.

Capítulo 3. Aplicación de la Fotogrametría y la Fotointerpretación en los tres principales Sectores de la economía.

Capítulo 4. Análisis de la Fotogrametría y la Fotointerpretación como técnicas de información

Resumen y Conclusiones.

Anexo No. I. La Fotogrametría como técnica.

Anexo No. II. A) Instrumentos; B) Material básico y C) Simbología.

Anexo No. III. Ilustraciones y figuras fotogramétricas:

III.1.A) Instrumentos Fotogramétricos y Topográficos.

III.2.B) Material básico de restitución.

III.2.C) Simbología convencional.

## DESGLOSE POR CAPITULO:

En el primer Capítulo, se hace referencia al Marco Teórico y Conceptual orientado hacia las raíces de lo técnico y científico de los temas elegidos para desarrollarlos como Tesis profesional. En este mismo Capítulo, se expone una síntesis de los antecedentes históricos de la evolución de las ciencias, en particular de la geografía económica que es el contexto teórico de nuestra investigación; los principales fundamentos de la Fotogrametría, la Fotointerpretación y su relación de ellas con la economía, así como los productos que estas técnicas generan en conjunto con otras ciencias de la tierra.

El Capítulo II nos sitúa en los antecedentes de la Fotogrametría, la Fotointerpretación y la informática hasta nuestros días; nos explica el desarrollo de la Fotogrametría como técnica en su relación con la Geodesia, la Meteorología, Astronomía, la Geología la Topografía, la fotografía y la Cartografía, así como la aplicación de la informática y la percepción remota porque cada una de ellas se sirve de la Fotogrametría para materializar sus teorías y ella de todas en su conjunto para dar a conocer su producto como son los planos fotogramétricos, las cartas topográficas y los mapas geográficos.

En el Capítulo III, consideraremos la aplicación de la Fotogrametría y la Fotointerpretación en los tres Sectores de la Economía, Agropecuario, industrial y servicios que comprenden una herramineta *muy importante en los diagnósticos por Sector, que se traducen en eficiencia productiva.*

Del Sector agropecuario se retoma la Agricultura, que para su estudio, se clasificó en uso actual y potencial de la tierra; de la Ganadería se estudia únicamente al ganado vacuno, por ser la especie más versátil de utilidades tanto en el sentido económico como en el de espectáculos; sin embargo, lo que retomamos, no va más allá del sentido económico.

En las subdivisiones de la Silvicultura, que comprenden los cultivos, la explotación y reforestación de bosques y el saneamiento animal y vegetal, se plantean estudios para mejorar sus beneficios indistintamente, ya sea de suelos, de renovación forestal y de combate a la contaminación y plagas.

El Sector industrial comprende la aplicación fotogramétrica y de Fotointerpretación en plantas industriales, en estudios a nivel macro y microlocalización; en estudios topográficos e infraestructurales de plantas industriales; en estudios de localización de materias primas para su construcción y abasto y en la localización de áreas contaminadas por desechos industriales.

El Sector servicios trata sobre la distribución de la tierra a través de estudios de catastro que comprende a la distribución rural y a la urbana, los cuales son aprovechados para estudios impositivos; este Sector también se ocupa de proyectos infraestructurales materiales o administrativos cuando el desarrollo económico de alguna región o país así lo exija.

En el capítulo IV señalamos la importancia del papel que desempeña la producción cartográfica en la asistencia a países en desarrollo a nivel internacional y en la Planificación al interior de un país.

Para el caso internacional se da a conocer un cuadro no muy confiable por ser material de distintas fuentes, que contiene una clasificación por países, según el tipo y escala de mapas de Latinoamérica que contienen información muy limitada sobre los recursos naturales; también en este Capítulo, se



hace notar la necesidad que se tiene de una buena información y una buena administración como complemento en la etapa de desarrollo de un país.

Como información fidedigna sobre recursos naturales, es recomendable la obtenida mediante fotografías aéreas a través de estudios fotogramétricos y de Fotointerpretación en áreas específicas de la tierra o de toda ella en su conjunto, por ser más económico su proceso, su material, equipo y por su corto tiempo de trabajo.

Como complemento de lo anterior, se incluye un análisis sobre la información como inversión que comprende los tipos de información y su costo en general; además se hace una remembranza sobre la información en México.

La información como inversión es aquella que se canaliza hacia el Estado y la empresa privada; la primera la ocupa en beneficio de la sociedad y la segunda para obtener ganancias. Sin embargo, en ambos casos, sus desembolsos no reditúan de inmediato los beneficios esperados, sino hasta el mediano y largo plazo, es decir, en cuanto esa información sea empleada para producir productos necesarios para unos (infraestructurales) y de consumo para los otros. El empleo de la información en ambos casos, vista desde un ángulo económico, es considerada como un capital. Luego tanto la información como inversión (producto de una investigación en busca de una innovación o mejoras de un proceso productivo o de un bien de capital), como la cotidiana de los recursos naturales, son integrantes de los capitales de un país. Estos dos tipos de información, implican el conocimiento teórico y técnico o de ingeniería expresada en función de la producción; de lo cual se ha de derivar el conocimiento de la combinación de insumos para una mayor productividad. Y si se habla de insumos y productos, nos obliga a investigar sus costos.

Sobre la investigación de costos de insumos en general, se puede decir que su variabilidad se debe a sus costos de producción, entre los más relevantes se pueden mencionar los costos de productos e insumos naturales que por ser generados en el campo debe ser menor que esos mismos productos pero procesados.

Para el caso particular de la Fotogrametría y la Fotointerpretación, los costos se investigaron tanto en empresas privadas como en estatales, cuyos resultados en lo técnico fueron muy semejantes, pero no así en lo contable por razones de pagos de impuestos, rentas, gastos de operación, mantenimiento y algo muy importante como son los sueldos de la empresa privada que están varias veces por arriba de los estatales.

En México, la información de esta índole está a cargo del Estado, pues como se dijo anteriormente, sólo él puede mantener una estructura cartográfica a cualquier escala capaz de cubrir sus necesidades a nivel nacional.

El resumen y las conclusiones nos presentan un panorama general de la presente investigación, así como las sugerencias o recomendaciones generadas a la luz de nuestra hipótesis.

Finalizamos con tres anexos. Dos fueron conformados por investigaciones documentales, revistas, manuales, mapotecarias y textuales; el otro anexo es producto de una compilación fotográfica referida al contenido del anexo II.

El primer Anexo es alusivo a la Fotogrametría como técnica. Este tema esta dedicado a quienes deseen conocer un poco más del método de hacer planos y carta expeditas para una toma rápida de decisiones, cuya precisión estará en función del costo de su elaboración.

En el segundo Anexo se describe al conjunto de aparatos de restitución, separando por un lado los de proyección óptica y por el otro, los combinados con accesorios mecánicos u ópticos mecánicos; entre esos mismos aparatos, se localizan los instrumentos de campo, como son: las cámaras fotográficas aéreas, las brújulas, los alímetros, la plancheta y el teodolito, entre otros como los más importantes; también se hace menciona del material básico de restitución, de su uso y de las funciones de cada uno de ellos.

El tercer Anexo contiene un conjunto de ilustraciones y figuras fotogramétricas correspondientes a los elementos tratados en el Anexo II.

**C A P Í T U L O 1**  
**MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

## CAPITULO 1

### MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

En la historia humana, todo saber, todo conocimiento sobre el mundo y las cosas, ha estado condicionado por el contexto geográfico, ecológico y cultural en que se produce y se reproduce una formación social determinada.

Las prácticas productivas, dependientes del medio ambiente y de la estructura social de las diferentes culturas, han generado formas de percepción, así como técnicas específicas para la apropiación social de la naturaleza y la transformación del medio. Pero, al mismo tiempo, la capacidad simbólica del hombre posibilitó la construcción de relaciones abstractas entre los entes que conoce; de esta manera, el desarrollo del conocimiento teórico ha acompañado a sus saberes prácticos.

Cuando surge la geometría en las primeras sociedades agrícolas, como una necesidad de racionalizar la producción de la tierra a través de un sistema de mediciones, se desarrolla el conocimiento matemático de sus relaciones abstractas. Desde entonces, un objeto de trabajo se convierte, también, en objeto de un saber empírico y de un conocimiento conceptual.<sup>1</sup>

Estas relaciones entre el conocimiento teórico y los saberes prácticos se aceleran con el advenimiento del capitalismo, el surgimiento de la ciencia moderna y la institucionalización de la racionalidad económica. Con el modo de producción capitalista se produce la articulación efectiva entre el conocimiento científico y la producción de mercancías, por medio de la tecnología.

El proceso interno y expansivo de la acumulación capitalista genera la necesidad de ampliar el ámbito natural que, como objetos de trabajo, al mismo tiempo se presentan como objetos cognoscibles, dispuestos a elevar el plusvalor relativo de los procesos de trabajo, implicando con ello la necesidad de incrementar su eficiencia productiva, lo que induce a la sustitución progresiva de los procesos de mecanización por una modernización científica en los procesos productivos.

Sin embargo, la ciencia moderna no se constituyó como consecuencia directa de la transformación de la naturaleza en objetos de trabajo y de la creciente demanda de conocimientos tecnológicos. Esta emergió como resultado de las transformaciones ideológicas, vinculadas con la disolución del sistema feudal y el surgimiento del capitalismo, que establecieron un nuevo marco epistémico para la producción de conocimientos.<sup>2</sup>

#### 1.1. Geografía Económica.

A partir del siglo XVII, coincidiendo con el desarrollo inicial del capitalismo, se estructura la geografía como ciencia de tipo diferente, con métodos y finalidades propios. La geografía se presenta como una ciencia que reclama el conocimiento de los métodos y de los resultados de numerosas ciencias asociadas, y se afirma como modo de expresión mediante valores que se aplican de manera

<sup>1</sup> Lefl Enrique, "Ciencia, técnica y sociedad", México, ANUIES, 1977.

<sup>2</sup> Lefl Enrique, "Sobre la articulación de la ciencias en la relación naturaleza-sociedad", en Ecología y Capital, Siglo XXI Editores, México, 1994.

continuada al conjunto del espacio terrestre; la variabilidad de sus orientaciones la hace parecer como una ciencia que pronostica la evolución de los acontecimientos económicos, sociales, políticos o demográficos que han de responder a una necesidad de conocimientos globales, inherentes a prioridades utilitarias y circunstanciales. Sin duda es este aspecto subjetivo y coyuntural el que paradójicamente garantiza mejor la conservación de la unidad de la geografía.

La geografía es pues, necesariamente, por su naturaleza, metodológicamente heterogénea. Por una parte se sitúa entre las ciencias de la tierra o de la naturaleza, de la mineralogía y de la petrografía, desde la geología hasta la biología y por otra parte, entre las ciencias del hombre, desde la historia hasta la sociología, y definitivamente en la economía; razón por la cual está continuamente preocupada por la búsqueda de su unidad.

Por tanto, es así que sólo se hace geografía cuando se presentan en la investigación relaciones de causa-efecto, explicaciones; cuando no solamente se describe o se inserta una colección de gráficas o datos estadísticos. Si un fenómeno se estudia de manera aislada, sin relacionarlo íntimamente con los demás aspectos de la naturaleza o la vida socioeconómica, se está uno apartando del método científico.

Es así que la geografía y la economía se relacionan al buscar la cientificidad de un fenómeno y para ello nos situamos en la retroalimentación de la economía con la geografía, y la geografía de la economía a través de una de sus ramas: la geografía económica. Por lo tanto podemos decir que la geografía económica es una ciencia, rama de la geografía que estudia los aspectos económicos en su relación con los factores del medio natural y social, las causas de su formación, su distribución espacial y desarrollo en el tiempo, subrayando la diversidad de los fenómenos productivos regionales.<sup>3</sup>

La Geografía agrícola, la industrial, la de los transportes y la del comercio son los tres elementos constitutivos de una geografía económica analítica y descriptiva de tipo clásico. Es importante señalar que la geografía agraria y su complemento, la geografía agrícola, tienen por objeto el conocimiento y la expresión de las relaciones sociales y de las relaciones económicas concernientes a la producción agrícola.

Su punto de partida es el estudio de la ocupación del suelo -a nivel de la descripción del registro de las modalidades de su posesión y de su explotación- su meta es el establecimiento de los balances de producción y de renta agrícolas. Sus fuentes son la fotografía aérea, el catastro, los registros de las explotaciones, las estadísticas de producción y los cálculos de contabilidad agrícola.

La geografía industrial es originariamente una geografía sectorial, reclamando además la geografía regional la definición y la descripción de regiones industriales y de ciudades industriales, en donde a menudo reaparece una aproximación sectorial, por cuanto es difícil captar las relaciones entre empresas pertenecientes a categorías industriales distintas. El problema propiamente geográfico es la determinación de las relaciones espaciales de la industria.

---

<sup>3</sup> Bassols Batalla Ángel, "Aspectos teóricos de la geografía económica", en Geografía Económica de México, 5a. Edición Trillas, México, 1982.

A causa de la importancia del desarrollo industrial para definir geográficamente un espacio determinado (Estado o región), y en consideración a las disparidades resultantes del desigual desarrollo de la industria entre las comarcas en el interior de un mismo país, es necesario calcular y representar cartográficamente unas tasas de industrialización basadas, en la medida de lo posible, en la importancia de los efectivos de población empleada, del producto industrial referido a los demás elementos del producto nacional bruto o del producto bruto regional.

La geografía de los transportes se confunde actualmente con la geografía de las comunicaciones, a causa de la importancia creciente en la economía y en la vida social de la difusión de la información y de la publicidad, bases técnicas de una nueva vida cultural. La geografía de los transportes comporta dos posibilidades de acceso: el estudio de los tipos de equipamiento y el estudio de los tráficos y de los flujos.

cálculos de precios y costos de corte perspectivo generalizado, incluida la cooperación a los La geografía económica se proyecta a dos niveles: el primero de ellos es precisamente el de las estructuras, es decir, de la organización efectiva de los mercados: requerimiento de producción e inversiones destinadas a promover la producción o el consumo en países previamente elegidos, aplicando gobiernos que otorgan las concesiones de explotación: transporte y transformación de los productos, organización y relaciones de las factorías de elaboración de los productos industriales entre sí y con los mercados de depósito, de distribución, de sistemas de publicidad y de soporte de la publicidad.

El segundo es el de la implicación de los diversos elementos estructurales a nivel regional: economía regional o geografía económica regional; aquí volvemos a encontrar el doble aspecto más específicamente económico o más específicamente geográfico que atañe a la geografía regional en su conjunto.<sup>4</sup>

Por otra parte el desarrollo y la mejor utilización de los recursos naturales pueden favorecer enormemente el desarrollo económico de un país. Sin embargo, para aprovechar una mayor cantidad de recursos o elevar su productividad, es preciso contar con informaciones sobre sus características físicas y sobre las condiciones sociales y económicas pertinentes.

La constante toma de decisiones que supone el aumento de este caudal de información constituye un problema difícil de administración. Por un lado, se propende a reunir gran cantidad de información para facilitar futuras decisiones y reducir la incertidumbre, pero puede llegarse a tales extremos que mucha de la información resulte prematura o no llegue nunca a usarse. Por otro lado y con el afán de ir a la acción, pueden acometerse prematuramente proyectos de aprovechamiento de los recursos naturales sin contar con la debida información para evaluarlos adecuadamente.

Para no caer en ninguna de estas fallas, quienes se ocupan del desarrollo económico de un país deben cerciorarse cuidadosamente de que al destinar cierta parte del presupuesto con fines de ampliar el conocimiento de los recursos naturales lograrán, efectivamente un mayor desarrollo económico, esto a sabiendas, que desde el punto de vista económico general, la administración de las industrias basadas en los recursos naturales no difiere de la de otras industrias.

---

<sup>4</sup> Pierre George, "La investigación en geografía humana", en Los Métodos de la Geografía, Colección ¿Qué sé?, No. 96, Ediciones oikos-tau, España 1973.

El objetivo de la administración de estos recursos debe estar muy vinculado con los objetivos económicos de la economía en su conjunto: elevar el ingreso real y mejorar su distribución.

Aunque aparentemente no son indispensables los recursos naturales para el bienestar y el desarrollo económico, mientras menor sea el capital y la especialización de la fuerza de trabajo de un país, mayor será la importancia de sus recursos naturales, puesto que pueden proporcionar inmediatamente un capital que permitirá al país abreviar el plazo requerido para acumular ese mismo capital en base a sus ingresos.

Pero los recursos naturales reúnen ciertas características que los diferencian de otros tipos de capital en cuanto a su administración. Su ubicación ha sido determinada por la naturaleza, por lo que la oferta de algunos recursos puede ser muy limitada, y quizá haya que hacer inversiones para descubrirlos y conocer otras características indispensables para su aprovechamiento.

Por ende, la localización tiene una función importantísima en la explotación de los recursos naturales. Cuando el hombre no tiene influencia en la localización de los recursos naturales, no puede consultar un registro de la producción anterior del recurso natural para averiguar cuándo se produjo y cuánto se almacenó. Para ello, tiene que ir reuniendo con técnicas especiales información sobre su ubicación y sus características a medida que las va explorando.

Partimos de una posición muy socorrida: actualmente las técnicas modernas nos permiten generar información tan copiosa sobre los recursos naturales que podemos hablar de tener un inventario cuyo valor, según se dice, será inapreciable para planear la explotación de nuestros recursos naturales. Sin embargo, no se puede eludir el hecho de que las técnicas para recopilar información han ido cambiando en forma acelerada de un decenio a otro, y actualmente se hallan en el umbral de nuevos avances.

La versatilidad de la técnica, la abundancia de realizaciones sorprendentes y espectaculares y la mayor rapidez con que se ejecutan ahora algunas tareas impulsan a dejar de lado toda cautela y poder afirmar, por ejemplo, que "ahora es posible preparar toda la información que se necesite". De aquí sólo hay un paso a la idea errónea de que la información física acerca de los recursos naturales es la clave de su aprovechamiento y, en opinión de algunos descaminados, del propio desarrollo económico.

Como los recursos naturales se hallan dispersos en la tierra, para estudiarlos son indispensables algunas operaciones en el lugar donde se encuentran. Antes de la época de la aviación, la necesidad de abarcar esos lugares encarecía enormemente los estudios, especialmente en zonas con servicios de transporte precarios o sin ellos. Los grandes levantamientos del oeste de los Estados Unidos, por ejemplo, sólo produjeron información a lo largo de las líneas de recorrido y de algunas millas adyacentes, luego esta información era escasa pero fidedigna. Los geólogos sólo podían hacer mapas de una superficie pequeña por año, e incluso la producción de mapas topográficos avanzaba muy lentamente.

Entre las dos guerras mundiales hubo cambios evidentes, pero la verdadera revolución metodológica se produjo durante la segunda guerra mundial y después de ella. Tal vez el cambio principal lo dio el uso del aeroplano para tomar fotografías; pero también se reconocen en buena medida avances de

importancia en equipo fotográfico, películas, instrumentos fotogramétricos e instrumentos para medir campos electromagnéticos y de radiación.

No se ha eliminado la necesidad de efectuar trabajos caros en el terreno, especialmente cuando se necesita un alto grado de precisión, pero éstos se han reducido tanto que actualmente es posible preparar con bastante facilidad toda una enorme cantidad de datos, tanto útiles como inútiles. Pero aún así, no todo es posible ni todos los diferentes tipos de información se pueden obtener con el equipo que transportan los aviones.

Debemos tener presente los objetivos finales del desarrollo económico a los que está encaminada la información de los recursos naturales. El lugar que ocupa la información sobre estos recursos en el proceso económico, se puede sintetizar en cuatro objetivos:

- 1) Ayudar a evaluar las posibilidades de inversión;
- 2) *Proporcionar información concreta que sirva para mejorar el uso de los recursos naturales.*
- 3) Satisfacer la demanda directa de los consumidores, y
- 4) Apoyar ciertas actividades gubernamentales en las que intervienen los recursos naturales.

La tercera categoría incluye rubros como la demanda directa de mapas para actividades recreativas. El rubro principal en la cuarta categoría es el uso de la clasificación de la capacidad de la tierra basada en los datos sobre los suelos, el clima, el agua y la vegetación para administrar la tributación agraria.

## **1.2. Fundamentos de La Fotogrametría y La Fotointerpretación.**

El medio más común para obtener la información necesaria es la película fotográfica, cuya imagen, por supuesto, debe interpretarse. En algunos casos la información que proporciona es clara y evidente. Cuando no lo es, normalmente se pueden vincular los rasgos poco claros que se observan en la fotografía con información fidedigna obtenida en el terreno. Por ejemplo, ciertas texturas o líneas de la fotografía pueden indicar cierto tipo de cultivo, dato susceptible de comprobar en un examen por muestreo del terreno; o tal vez en alguna localidad se descubra que el tamaño de la copa de los árboles está asociado al volumen del tronco. La confiabilidad de la información obtenida por medio de fotografías aéreas y comprobaciones en el terreno se puede elevar empleando otro tipo de escala que muestre el detalles más legible en la fotografía, o bien aumentando el tiempo de comprobaciones en el terreno.

No se debe confundir, que la exactitud de la información que se presenta en forma de mapa, es producto de su escala, aun cuando es factor importante, la destreza del fotointérprete, del operador de aparatos, del observador y clasificador de campo, así como de la precisión de los aparatos utilizados, son quienes la determinan. Esto viene, de que un mapa a escala pequeña preparado sobre la base de información "generalizada" no es muy precisa, solo es correcta en "promedio", la cual puede ampliarse a cualquier escala, pero hacerlo, no acrecienta la exactitud de la información contenida en el mapa.

En todo Levantamiento fotográfico, las películas pueden registrar el espectro visible (más algo del invisible en el extremo superior) con alguna posibilidad de controlar la acentuación relativa de



diversas partes del espectro por medio de filtros. Los rayos infrarrojos también pueden registrarse en películas especiales. La sensibilidad (velocidad) y el detalle de la película se pueden elegir. El diseño y la elección de los lentes introduce otra compleja gama de consideraciones, como también lo hace la cámara altamente especializada para su uso adecuado.

Asimismo, deben considerarse también el avión, su tripulación, su altura de vuelo sobre el terreno y la distancia focal de la cámara como principales elementos para el cálculo de la escala del Levantamiento fotográfico. Por ejemplo, si en la película, 400 metros se registran como un centímetro, la escala es la siguiente:

Esc. = 1:40 000; es decir, un metro de película cubre 40 000 metros de terreno.

Luego, convertidos ambos miembros a centímetros, se puede decir, que un centímetro de película representa 40 000 centímetros de terreno y éstos convertidos a metros se tiene:

1:400, esto indica: que un centímetro de película cubre 400 metros de terreno.

Hoy las fotografías aéreas son principalmente verticales, es decir, se toman con la cámara apuntando al centro de la tierra. Las fotos oblicuas, con inclinación de 60 grados, son útiles para tomas de gran magnitud, las cuales presentan dificultad en la preparación de mapas topográficos y en todo tipo de interpretación. Respecto a su escala, es evidente que en las fotografías oblicuas sea de mayor variedad que en las verticales, por ser aquellas, tomas en perspectiva, según su ángulo de inclinación que presentan, lo cual afecta tanto a la forma como el tamaño de los accidentes fotografiados. La reducción en los dos tipos de fotografías no plantea problemas técnicos, pero el grado de amplificación que resulta útil depende de la calidad del negativo, de la información que se desea y del equipo disponible.

Si desde un avión se toma una fotografía vertical de una superficie plana cuadrada, sobre la cual se localiza una línea de una milla de largo, ésta aparecerá en la fotografía en proporción del mismo largo que otra línea de la misma medida que se halle en el borde del cuadrado. Lo anterior comprueba que en levantamientos fotográficos verticales sobre terrenos planos, la distorsión que registran las fotografías es imperceptible en superficies cercanas a su centro; y es mínima gradual hasta sus puntos de liga lateral y longitudinal debida a la convexidad de la lente de la cámara; por ello se afirma que una fotografía es una perspectiva, defecto que se corrige a través de un proceso de rectificación o restitución con aparatos fotogramétricos automáticos.

Sin embargo, si la superficie que se está fotografiando no es plana, los objetos a diferentes alturas se registrarán en distintas escalas (la cual siempre estará en proporción a la distancia focal de la cámara y la altura del avión sobre el objeto fotografiado). Además, los objetos que no se hallan en el "plano de referencia" no aparecerán en la película en sus posiciones relativas correctas. (en terreno plano o montañoso, la distorsión será gradual en la medida que las imágenes se alejen del centro de la fotografía).

Estas características de la fotografía impiden toda aplicación simple y directa que requiera gran exactitud, pero con métodos adecuados se logran mapas muy precisos. La elaboración de un verdadero mapa derivado de fotografías aéreas, es labor del fotogrametrista. Para ello, dispone de un

conjunto muy perfeccionado de principios, equipos y prácticas que permiten resolver estos problemas adecuadamente y con relativa facilidad. Cabe destacar que las fotos tomadas desde satélites, que probablemente se usarán dentro de poco para levantar mapas, harán uso de rayos de luz tan próximos a la vertical que el problema de la distorsión de las posiciones relativas será muy pequeño.

Mucha de la utilidad que tienen las fotografías para preparar mapas topográficos y compilar información sobre los recursos naturales reside en que dos fotos del mismo objeto u objetos tomadas desde diferentes puntos de mira, pueden dar una visión estereoscópica, siempre y cuando se registre una sobre posición del 60% en la segunda toma con respecto a la primera de esta manera, el sistema visual humano puede combinar las dos imágenes y obtener una idea bastante exacta de la distancia relativa entre el objeto y el observador, tal como se combinan dos imágenes en la visión ordinaria.

Imaginemos un gigante cuyos ojos (dos lentes de cámara) se hallan a 5000 metros sobre el suelo. Las retinas de sus ojos (análogas a las películas de dos cámaras) se hallan, digamos, a 6 pulgadas de los ojos (lentes) a la parte del cerebro donde se registra la imagen ( formato de la cámara); 6 pulgadas es la distancia focal ( $f$ ) de la cámara y se mide, del centro del lente al centro del formato de la cámara. Los ojos del gigante se hayan tan separados como los dos puntos sobre el plano desde donde se harían las tomas con la cámara.

Por ejemplo, la percepción natural de profundidad o tercera dimensión, se puede realizar utilizando un par de fotografías estereoscópicas, visando con el ojo correspondiente un punto que sea común en ambas fotografías; también es posible realizar la percepción de profundidad en las fotos estereoscópicas a través de un estereoscopio, haciendo lo mismo que hace el gigante con sus ojos a 5000 metros de altura sobre la tierra, y utilizando todo nuestro aparato perceptor e interpretativo ( el cerebro ) para ver lo que él vería.

El principio tridimensional, producto de la sobre posición fotográfica, es la parte medular de la Fotogrametría, pues sin su presencia no habrá continuidad de imagen ni mediciones sobre ellas, por tanto no se podrá hacer cartografía fotogramétrica de donde se derivan los mapas, los cuales sirven especialmente para presentar determinados tipos de información.

Casi toda la información relacionada con la localización puede mostrarse en ellos por medio de líneas, símbolos y diferencias de tonalidad. Por ejemplo, las clases de suelos, diversos objetos situados en la zona o tipos de bosques que pueden mostrarse tanto en los mapas planimétricos como en los topográficos. Para la elaboración de esta información, en la actualidad no hay mejor método que el de la Fotogrametría aérea, la cual se define como la ciencia que estudia la elaboración de cartas y mapas en base a mediciones hechas sobre fotografías aéreas o terrestres y en combinación con la Fotointerpretación y su clasificación, adquiere la expresión de su lenguaje a través de la lectura de su simbología; pero a falta de sobre exposición cualquiera que sea, lateral o longitudinal no será posible hacer Fotogrametría, Fotointerpretación ni fotoclificación de campo que es la esencia del contenido de planos, cartas, y mapas fotogramétricos.

**En la elaboración de trabajos fotogramétricos se han de seguir los siguientes métodos:**

- a ) Selección del sistema de proyección.
- b) Programa de vuelo.

- c) Proyecto de control horizontal y vertical: Triangulación y nivelación geodésica, topográfica y astronómica.
- d) Triangulación radial u Óptica- mecánica.
- e) Restitución: con plantilla, con aparatos monoculares u ópticos-mecánicos.
- f) Altimetría o configuración: óptica de forma o de restitución automática.
- g) Dibujo planimétrico, sobre tela encerada albanene o crónaflex.
- h) Sobre puesto de vegetación: plantillas forestales especiales.
- i) Fotoclasificación de campo.
- j) Toponimia: documental y de campo.
- k) Formato original a escala menor que la de publicación.
- l) Grabación: sobre estabilizadora a escala y medidas de publicación.
- m) Imprenta y publicación a colores. (Ver Anexo 1. Etapas fundamentales, página 97)

Los tres primeros incisos anteriores, son aplicables tanto al método expeditivo (método rápido para hacer cartas o mapas), como al de alta precisión de ese mismo trabajo.

El inciso “g”, es exclusivo del método expeditivo; sumado a éste se encuentra el inciso “e”, en cuanto se refiere a la restitución con plantilla o con aparatos monoculares y el Óptico - mecánico es de la exclusividad del método de alta precisión; en el mismo caso se encuentra el inciso “f”, cuya altimetría o configuración, es el resultado del método “Óptico de forma” aplicado al método expeditivo y el de restitución automática con aparatos fotogramétricos u Ópticos - mecánicos, corresponde al método de alta precisión; del inciso “h” al inciso “m”, su contenido es común en ambos métodos, al de 3er. y 4o. cuarto orden o expeditivo y al de 1er. orden o de alta precisión.

### 1.3. Mapas planimétricos y topográficos.

Actualmente los mapas planimétricos, que no muestran la configuración del relieve del suelo, y los mapas topográficos que sí la contienen, representada por medio de curvas de nivel, se elaboran por lo general con fotografías aéreas por una razón muy simple: el uso de su método resulta más barato, mas rápido y exacto a la vez. Son excepcionales los casos en que las circunstancias hacen impracticables las fotos aéreas: por ejemplo, en el levantamiento de mapas a gran escala de superficies cubiertas por una densa capa de árboles.

**Con frecuencia se escucha la siguiente pregunta:**

¿ Para qué sirven los mapas planimétricos y topográficos?.- La composición de los organismos cartográficos en los países económicamente avanzados indica que el público los usa tanto para ayudarse en la toma de decisiones comerciales como en actividades de consumo; respecto al desarrollo de los recursos naturales, los mapas topográficos tienen importancia entre la gente que se forma imágenes de una zona o de un país y elabora tipos de información vinculada a su economía. En los países o regiones donde hay posibilidades de desarrollo económico extensivo, los mapas topográficos son esenciales para evaluar posibles empresas, en especial porque desde el pasado el terreno ha sido con frecuencia un obstáculo para pueblos en vías de desarrollo.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Orris C. Herfindahl, Los recursos naturales en el desarrollo económico, Editorial universitaria, Chile 1970.

## **C A P Í T U L O 2**

**ANTECEDENTE DE LA FOTOGRAMETRÍA, LA FOTOGNTERPRETACION, LA INFORMATICA Y SU RELACION CON OTRAS CIENCIAS Y TECNICAS**

## CAPITULO 2

### ANTECEDENTES DE LA FOTOGRAMETRIA, LA FOTOINTERPRETACION, LA INFORMATICA Y SU RELACION CON OTRAS CIENCIAS Y TECNICAS.

La Fotogrametría inicia su desarrollo a principios de la década de los 30's., período en que se perfecciona el aparato bimotor, producto de la evolución de la aviación y de éste se produce un salto hacia el tipo Jet, el primero por su estabilidad y el segundo por su estabilidad y velocidad, han sido actualmente, los medios más eficientes para los levantamientos aerofotográficos, dando origen con ello a un nuevo método que suple a la Fotogrametría terrestre, cuyo levantamiento se hacía con una cámara fotográfica montada sobre un tripié en forma circular o desde diferente ángulo o diámetros, entre un toma y otra, calculando sus sobre exposiciones respectivas.

#### 2.1. Antecedentes de La Fotogrametría.

El primer personaje que ideó usar a la fotogrametría terrestre en levantamientos topográficos, fue Laussedat en 1850, quien con anterioridad restituía gráficamente empleando el método de Levantamiento por intersecciones con Plancheta; más tarde en 1901 Pulfrich inventa un aparato que lo bautiza con el nombre de Estereocomparador, el cual utiliza pares de tomas fotográficas horizontales, que al observarse através del aparato, las dos imágenes del objeto se fusionaban en forma estereoscópica. Diez años después en 1911, Von Orel, le hace adaptaciones al estereocomparador de Pulfrich y lo convierte en el primer restituidor planialtimétrico (aparato con capacidad de restituir planimetría y altimetría sobre un plano en forma continua). Y en 1919, Paivilliers solucionó el problema de restitución continua con pares de vistas tomadas desde cualquier posición, lo cual hizo posible el actual levantamiento topográfico con tomas fotográficas aéreas del terreno seleccionado.

La calidad y rapidez del Levantamiento aerofotogramétrico, ha desplazado en su totalidad a la Fotogrametría terrestre. La aplicación de la fotografía a la topografía, dio origen al nombre de Fototopografía que se define como la "aplicación de la Fotogrametría a la topografía, la cual se inicia a partir de 1925 en levantamientos de gran magnitud, respetando hasta la fecha, las ocho siguientes etapas:

- 1o. Levantamiento aerofotográfico de la zona por representar en el plano, con escala acorde a las características del trabajo proyectado.
- 2o. El trabajo de campo comprenderá: al control horizontal y vertical; compilación de datos topográficos o nomenclatura del terreno.
- 3o. La restitución del Levantamiento fotográfico, con métodos gráficos u óptico - mecánicos (representaciones sobre planos de la topografía capturada en las fotografías aéreas).
- 4o. Formato original de la carta o mapa a escala menor de su publicación
- 5o. Ampliación del original sobre stabilene para grabado a escala y medidas de publicación.
- 6o. Fotoclasificación (verificación en el campo de la información que contiene el original de la carta).
- 7o. Prueba de color: azul, rojo y negro.
- 8o. Impresión a colores de la carta o mapa para su publicación.

La Fotogrametría en sí, conlleva el conocimiento de hacer mediciones métricas sobre un par de diapositivas estereoscópicas, que son reproducciones de negativos fotográficos sobre formatos

transparentes, sean estas películas o cristales emulsionadas, las cuales al restituirse (representación del estado original de las imágenes fotográficas), sobre una cuadrícula ortogonal previamente elaborada, se obtiene un formato planimétrico (plano sin representación del relieve con curvas de nivel), en caso de que las contenga, se puede decir que se elaboró un formato planialtimétrico, ya sea con cualquiera de los métodos, el gráfico expedito o el óptico - mecánicos de alta precisión (aplicación de aparatos automáticos). (Ver Anexo III.3, III.2.B), ilustración III.2.1 - b.6.2).

Los trabajos de alta precisión, son herramientas requeridas para quienes se dedican a estudios y proyectos tanto socioeconómicos como de inversión, en tanto que la Fotogrametría expedita, nos da alternativas prontas para la toma de decisiones, sobre todo en las de emergencia, como pudiera ser en desastres naturales o bélicos a través de sus representaciones gráficas, medibles matemática o analíticamente y en general pone a disposición información rápida y económica para anteproyectos empresariales agropecuarios (estudios de la tierra), industriales (localización de sus plantas y de la materia prima para su abasto) o de servicios (infraestructura para la comercialización y distribución del producto), entre otros.

Los primeros ensayos sobre imágenes de objetos, fueron las perspectivas centrales hechas por Lambert, de 1720 a 1759; y no es sino hasta 91 años después cuando se inicia el desarrollo de la Fotogrametría, el cual se puede subdividir en 3 períodos: el primero, de 1850 a 1900, en el que destacó el Coronel francés Laussedat, al crear el primer aparato apropiado para levantamientos fotográficos, y el procedimiento para operaciones en gabinete, utilizando 2 vistas fotográficas de un objeto obtenidas desde el extremo de una base, deduciendo para cada punto 2 direcciones que lo contienen, (una en cada fotografía) y cuya intersección fija el punto considerado, lográndose la restitución completa del objeto fotografiado por el conjunto de todos sus puntos.

El segundo período, de 1900 a 1915, se distingue por el descubrimiento del estereoscopio y el estereocomparador, creados por Pulfrich (este último aparato mide coordenadas rectangulares de una serie de puntos seleccionados sobre fotografías aéreas, para aerotriangulaciones analíticas). Entre ese período (1909), Rost construyó el Estéreo - autógrafo, primer aparato práctico para el trazado automático de cartas; después Scheimpflug ideó la Triangulación Radial.

En el tercer período, de 1915 a la fecha, hace su aparición en 1922 el Estereoplanógrafo de Bauersfeld, fabricado por Zeiss y que constituyó una gran aportación al progreso de la Fotogrametría.

Después de un tiempo se fabricaron los Sketchmaster; los Rectiplanógrafos, Estereótopos, Estereocomparógrafos, Autógrafos y Múltiplex, entre otros que han magnificado los resultados de los procesos fotogramétricos. (Ver Anexo III.1 A), ilustraciones III.1. A.2 ).

Todos estos inventos han sido el producto de arduos trabajos en pos de la búsqueda de mejorar los resultados del proceso fotogramétrico, para ello, tanto las Dependencias de Gobierno como las Compañías Privadas dedicadas a la Cartografía fotogramétrica, requieren de personal calificado en todos los aspectos: Geólogos, Geógrafos, Ingenieros, Fotointérpretes, Meteorólogos, Pilotos, Operadores de Cámara, Instrumentistas y Calculistas, para que en su conjunto, los logros sean de la máxima calidad posible.

## **2.2 Antecedentes de La Fotointerpretación.**

La Fotointerpretación antes de asociarse a la Fotogrametría para darle expresión y lenguaje, ha servido como técnica de reconocimiento militar aéreo, desde fines de la década de los 30's., hasta la fecha.

En sus inicios fue usada para descubrir pertrechos y camuflajes militares. Hoy en día por los adelantos técnicos alcanzados en combinación con la Fotogrametría, se ha hecho indispensable en el campo de la estrategia militar. La evolución de la Fotointerpretación alcanzada durante la Segunda Guerra Mundial en la década de los 40's., la retoman las ciencias y técnicas para sus fines y otros la ocupan en estudios para la productividad de la tierra u obras de infraestructura que sobre ella puedan construirse para impulsar el desarrollo entre la humanidad.

Con el perfeccionamiento de los vuelos espaciales en 1972, se obtienen imágenes fotográficas del Satélite ERTS-1, con el cual se abren campos de estudios a nivel universal, sobre todo de recursos forestales, hidrográficos y de fenómenos imposibles de capturar por su gran magnitud y espontaneidad con que se generan, como lo es la predicción del tiempo y la detección de regiones contaminadoras del ambiente; además, esta técnica ha servido de apoyo para enriquecer la información que aporta la cartografía.

La técnica de la Fotointerpretación, cuya especialidad es el análisis de imágenes y rasgos impresos en las fotografías, para nuestro caso, las aéreas de la tierra, que para representarlas, se recurre a la Simbología cartográfica. Es decir, la Fotointerpretación es el método de investigación mediante fotografías terrestres, aéreas o espaciales de cuantos rasgos se localice en ellas, sean de la tierra o de fenómenos naturales que se observen a su alrededor, incluyendo el universo.

En relación a nuestro mundo, la Fotointerpretación dedicada a sus estudios, es el método adecuado de que se sirven las ciencias de la tierra o técnicas y otras ciencias afines a sus estudios, para explorar sobre la tierra lo que de ellas más les interese, ya sea de lo natural o artificial de su existencia para su conservación y mantenimiento o descubrir nuevas fuentes de trabajo en lugares ricos en recursos naturales renovables ( forestales y turísticos ) y no renovables ( minerales metálicos y no metálicos para la industria y la artesanía).

A la Fotointerpretación se le puede calificar como el método de gabinete indispensable en la investigación fotogramétrica, la cual se complementa con la documentación oficial de la región en estudio y se corrobora físicamente en el campo, levantando su información sobre fotografías aéreas y materializándolas sobre un formato fotogramétrico.

### **2.2.1. Los requisitos para lograr una adecuada Fotointerpretación son:**

- 1) La película fotográfica debe ser de gran calidad; con ello se obtiene una buena definición de detalle. Además debe estar libre de manchas que puedan alterar las imágenes.
- 2) Las fotografías deben ser estereoscópicas.

### **2.2.2. Las limitaciones de La Fotointerpretación pueden concretarse así:**

- a) Aun cuando el fotointérprete tenga toda la experiencia del mundo siempre será necesario el cotejo de campo.
- b) En grandes extensiones boscosas y montañosas, tanto al fotointérprete forestal como al edafólogo, se les dificulta sus trabajo de acuerdo a su profesión.
- b.1) El forestal y el edafólogo para su interpretación lo harán por muestreo de campo.
- c) Si la escala de la fotografía no concuerda con el tipo de trabajo, su interpretación será más dudosa que lo común en ella; por lo que deben desecharse.
- d) Las fotografías manchadas o con nubes espesas que interrumpen la visibilidad, tendrán que reponerse para su interpretación.
- e) Para la interpretación de cubrimientos fotográficos de planos, cartas y mapas, es necesario recurrir a escalas propias al uso que se les asigne.

En proyectos de clasificación de suelos o forestales, será conveniente el uso de escalas grandes de 1/10 000 a 1/30 000. Estas escalas por su corta altura de vuelo, cubren superficies pequeñas y por consiguiente aumentan el número de fotografías, no así en las escalas chicas de 1/50 000 en adelante.

#### **2.2.2.1 Las ventajas en concreto de La Fotointerpretación son:**

- a) Es la única con capacidad de dar expresión al contenido fotogramétrico, a través de su método.
- b) Economiza tiempo y esfuerzo en cada una de las etapas operativas.
- c) Sus costos estan por abajo de los cálculos asignados a la de fotoclasiificación de campo, siempre y cuando se le respete sus limitaciones.

### **2.3. Antecedentes de La Informática.**

A la Informática se le ha definido como el conjunto de conocimientos técnicos y científicos que llevados a la práctica hacen posible la automatización de la información, mediante un tratamiento computarizado.

El término computación, es una traducción del inglés computing que significa cálculo y el de informática que viene del término francés informatique, traducida como information.

La función de la informática a través de computadoras u ordenadores, es el de procesar la información mediante programas especiales que la sintetizan, la combinan y la ordenan según las necesidades del usuario.

La evolución tecnológica de la informática, es tan antigua como la historia del hombre, tal consideración se remonta desde la aparición del ábaco, pero no es sino hasta la década de los 40's., cuando hacen su aparición las máquinas computadoras y ordenadores de influencia anglosajona y francesa respectivamente, capaces de realizar cálculos y procesos complicados a gran velocidad, que es lo que requiere una toma rápida de decisiones; sin embargo, fueron necesarios 30 largos años para ver cristalizada su evolución, es decir, durante el período de 1970 a 1990, el auge del Hardware rebasa al Software, mas en la actualidad y gracias a la exigencia de la demanda, su desarrollo se ha acelerado tanto para las versiones de la primera generación de computadoras como la MARK I y de



la tercera en adelante como la APPLE, IBM y UNIX , incluyendo sus diversos modelos y mejoras en versiones del equipo, con procesadores 286, 386, 486 y 586 en micro - computadoras, hasta PENTIUM, que es lo último de actualidad.

Existen otros tipos de computadoras, las analógicas, que fueron en su momento las opciones técnicas más adecuadas para cálculos matemáticos, pero hoy en día han sido reemplazadas por las digitales en una gran cantidad de aplicaciones. La regla de cálculo y toda máquina utilizada para hacer evaluaciones diferenciales, bautizadas como analizadores diferenciales, fueron el prototipo de dichas máquinas.

Las computadoras electrónicas: estas máquinas que al inicio funcionaban con tubos al vacío, se les considera como las antecesoras de las computadoras actuales, que son más pequeñas, más silenciosas y más confiables que las máquinas mecánicas; posteriormente se le mejoró con una lógica cableada, es decir se cambió la posición de gran cantidad de conexiones eléctricas con el fin de integrar el programa a la máquina; en seguida se dio otro cambio, con el cual, tanto el programa como los datos podían almacenarse en la memoria, revolucionando de esta manera la versatilidad de la computadora.

El primero que sentó las bases teóricas de los circuitos electrónicos digitales, fue un discípulo de Bush, llamado Claude Shannon, y George Stibits en 1937 pone en práctica estos estudios con su computador de números complejos que funcionaba a base de contactores y leía los datos en tiras perforadas, los cuales imprimía mediante un teletipo.

Actualmente a la informática o procesamiento de información y datos mediante computadoras, se le predice un auge sin precedente a nivel internacional y esto se confirma mediante levantamientos estadísticos en hogares y en pequeñas, medianas y grandes empresas, en donde el uso de estas máquinas, día a día, se vuelven más necesarias por su rapidez y seguridad en el proceso de información educacional personal o de uso empresarial según el caso. Todo esto implica un asesoramiento constante, que es factor importante para estar al día en los adelantos tecnológicos de la informática.

El mercado de las computadoras digitales, desde sus inicios ha despertado gran interés entre sus productores, debido al creciente potencial industrial de esa rama durante la década de los 70's. Como se verá mas adelante.

La informática dispone de Sistemas especiales como el AS/400, diseñado para solucionar cualquier requerimiento para oficina empresarial y está al alcance del usuario de pequeñas y grandes organizaciones. Este producto está habilitado para crear, revisar documentos y notas de temas ortográficos, adecuar terminología y tipos de escritos. Con el uso de calendarios, se pueden programar desde actividades diarias hasta reuniones y conferencias, incluyendo fechas y horarios especiales.

El Sistema especial AS/400, entre otros, como el Sistema 36 y el Machintos, son los principales componentes de un centro de cómputo, que viene siendo como una división dentro de la empresa, cuyo objetivo básico es el de producir resultados a través de la electrónica computarizada.

Las computadoras en sí, solamente son herramientas de trabajo, no son capaces de programarse sin la voluntad del hombre. Para obtener de ella un resultado, se programa mediante un conjunto de

longitud por 6 grados de latitud en cada una de ellas; con estos 54 formatos, queda cubierta la superficie del territorio nacional.

### **2.5. La Meteorología y su relación con La Fotogrametría.**

Las Cartas del tiempo publicadas en diversos países, abarcan datos de temperaturas, presiones, vientos, nubosidad y lluvia, siendo así posible la previsión del tiempo tan importante en la planeación de un vuelo fotográfico. Los estados del cielo se clasifican de acuerdo con la posición del observador con relación al centro de un disturbio; de ese modo, las observaciones de las nubes, si se hacen cuidadosamente, proporcionan valiosa información suplementaria en lo referente a la estructura y evolución del disturbio.

Es sumamente importante poner cuidado en la observación de las nubes altas y medias, principalmente los altoestratos y los altocúmulos, porque los datos referentes a estas nubes son de gran valor para los meteorologistas que hacen pronósticos del tiempo. La factibilidad de los vuelos fotográficos tienen como argumentos principales los estados del cielo, por lo que se tendrán muy en cuenta para el logro de los buenos resultados.

### **2.6. La Fotogrametría y su relación con La Astronomía.**

La relación de la Fotogrametría con la ciencia del espacio, puede quedar demostrada desde el momento en que, tanto la ciencia astronómica como la técnica fotogramétrica se identifiquen, apoyándose entre sí en alguna de sus funciones. Así, por ejemplo, para dar posición a un punto situado sobre la carta o mapa de cualquier parte de la superficie de la tierra y que sea reconocible universalmente, se ha de recurrir a todo un proceso geodésico, astronómico y matemático, de cuya tolerancia dependerá el grado de precisión de los trabajos fotogramétricos.

En los tiempos modernos aumenta notoriamente el valor de las tierras, en la medida que extienden las operaciones industriales y se desarrollan considerablemente la energía hidroeléctrica y las comunicaciones, por lo que es indispensable contar con cartas y mapas precisos, referidos a la red geodésica internacional mediante triangulaciones y poligonales geodésicas, así como observaciones astronómicas con el fin de determinar su Latitud y Longitud. La triangulación de una gran superficie por regla, debe apoyarse en observaciones astronómicas, siguiendo las especificaciones de la precisión requerida, fijando de esa manera su orientación y posición horizontal a cada uno de sus vértices.

Hay casos en los que por falta de una buena información de la posición de una frontera, se presentan dificultades entre dos países; es por eso que la exactitud en el levantamiento de las fronteras darán una buena calidad a los mapas que con ese fin se elaboren. La Astronomía y la Geodesia unidas a los satélites geodésicos Geociver, modernos y ligeros, darán mayor precisión en posicionamiento a los mapas que se elaboren y por consiguiente contribuirán a un mayor control del contenido económico de las naciones y a conocer con exactitud su territorio.

### **2.7. Su relación con la Topografía.**

La Topografía es el arte o técnica de situar accidentes naturales y culturales sobre un plano, mediante

mapas que se elaboren y por consiguiente contribuirán a un mayor control del contenido económico de las naciones y a conocer con exactitud su territorio.

## **2.7. Su relación con la Topografía.**

La Topografía es el arte o técnica de situar accidentes naturales y culturales sobre un plano, mediante mediciones de ángulos y distancias sobre el terreno, tal como la Fotogrametría lo hace sobre fotografía aéreas. En trabajos de gran magnitud esta técnica tiene preferencia por su rapidez, precisión y bajo costo, limitándose la topografía al cálculo del control horizontal y vertical, dejando a la Fotogrametría la etapa Planialtimétrica o "plano topográfico", que corresponde a la etapa final de su proceso.

La relación de la Fotogrametría con la topografía como ciencia, como técnica o como arte, en combinación con la astronomía, es tan necesaria que sin su apoyo perdería su carácter universal, puesto que al carecer de coordenadas horizontales y verticales caería a nivel de croquis. La astronomía a través de métodos topográficos, da los elementos para reconocer el lugar que ocupa en cualquier parte del mundo un estudio Fotogramétrico. La Topografía se ocupa de dar a la Fotogrametría precisión en su campo de aplicación (en ciencias de la tierra), mediante el levantamiento de mediciones lineales y angulares a partir de una de las bases de la triangulación más cercana al área del levantamiento proyectado.

## **2.8. La Fotografía y su relación con la Fotogrametría.**

La fotografía es el procedimiento que permite fijar imágenes de lo real sobre sustancias químicas adaptadas a la cara interna de un cubo cerrado, expuesta a los rayos solares que penetran a través de un orificio colocado en la parte central de la cara opuesta a la anterior.

Para el caso de las fotografías aéreas, las cámaras que se utilizan son especiales, entre las más usuales se encuentra la cámara cartográfica, la cual consta de dos partes: el cono y el magazine. En el cono se localiza una lente Baush-Lomb Metrogón  $f/6.3$ , con distancia focal de 6 pulgadas; además un mecanismo eléctrico para el funcionamiento automático del obturador. Este mecanismo automático es independiente del obturador mecánico o manual que se requiere para tomas intermedias (cuando se cambia instantáneamente la escala). El magazine contiene la película enrollada, la cual, mediante un mecanismo se adhiere al formato de la cámara en cada toma, (succión automática de aire); con ello se evita la distorsión de imágenes por arrugamiento de la película.

### **2.8.1. La Fotografía aérea.**

La Fotografía aérea consta de dos formatos: el vertical y el horizontal.

A) El formato vertical es aquel, cuyas imágenes que contiene, fueron tomadas con la lente de la cámara perpendicular a los objetos o rasgos topográficos fotografiados.

B) El formato horizontal es el que contiene imágenes de la misma índole que las verticales, pero éstas son tomadas con una inclinación de 60 grados. Este tipo de fotografías corresponde al método

este método, ya en la Década de los 50's., algunos países contaban con cartas 1/100 000 de casi todo el mundo).

### **2.8.1.1. Las lentes a utilizar estarán de acuerdo al campo angular que se necesite, las cuales se clasifican en tres grupos :**

- 1) De ángulo normal, hasta 75 grados.
- 2) Gran angular, de 75 a 100 grados.
- 3) Ultra gran angular, de más de 100 grados.

### **2.8.2. Las ventajas del uso de fotografías aéreas a color en el Inventario de recursos naturales.**

El conocimiento adecuado de los recursos naturales con que cuenta un país, permite al gobierno planear adecuadamente su aprovechamiento integral para así lograr un creciente desarrollo económico y social; mediante la interpretación de aerofotografías en color o en blanco y negro, es posible lograr inventariar y ubicar dichos recursos con rapidez, seguridad y economía.

Para un observador sin experiencia, es más fácil identificar objetos e interpretar su significado en una fotografía a color que en blanco y negro. A través del estudio de una fotografía aérea en blanco y negro, se obtiene una gran cantidad de información, pero ese volumen queda limitado en sí, por el número de tonos de gris que el ojo humano sin previo entrenamiento, es incapaz de separar, lo que no sucede en la fotografía a color, en ella se puede percibir un número mucho mayor de matices, lo cual facilita su interpretación.

En Geología, la Fotointerpretación, usando película a color, permite una mejor determinación de las características estratigráficas de una región. Así por ejemplo de las fallas estructurales y deslizamientos, se obtiene una mejor definición. En términos generales, el color proporciona orientaciones sobre la composición de la roca, sobre la naturaleza e intensidad del intemperismo, del medio de transporte y depósitos de los sedimentos.

En el caso de la Fotointerpretación de zonas agrícolas de alta rentabilidad, el uso de fotos a color es esencial, pues permite diferenciar los cultivos y en ocasiones determinar la falta de humedad, el exceso de salinidad, la existencia de plagas; es más fácil también reconocer y delimitar las áreas de pastizales, de vegetación natural, señalar zonas erosionadas y el tipo de erosión.

En la interpretación de zonas boscosas, las fotografías a color facilitan la clasificación de las especies maderables, mediante el estudio de la densidad y el tamaño de los árboles, así como la localización de las diferentes especies de bosques y zonas con plagas. En suma, la interpretación de fotografías a color es más exacta y rápida, en comparación con la de blanco y negro, sin embargo, solamente son usadas en trabajos especiales o de corto alcance por los altos costos de su material, aun cuando éstos son inferiores a sus rendimientos (en precisión y simplificación de operación).

### **2.8.3. Factibilidad de vuelos fotográficos.**

Las nubes representan el obstáculo primordial para la realización exitosa de un vuelo fotográfico;

cuando la cubierta de nubes no excede del 25% bajo el techo de vuelo, las condiciones atmosféricas permiten el levantamiento fotográfico.

A partir de 1960 se dispone de satélites meteorológicos que desde su ventajosa posición en el espacio suministran información objetiva acerca de la distribución de nubes sobre la tierra. En agosto de 1968 se instaló en México la primera estación receptora de fotografías desde un satélite, lográndose así un Levantamiento meteorológico a nivel mundial.

Desde la integración de mosaicos digitales con la geografía trazada en proyección estereográfica o Mercator hasta la obtención de valores estadísticos, el proceso es absolutamente electrónico. Se publicó en 1971 el Atlas Global de nubes que abarca el período 1967-70; los datos que sirvieron de base en su elaboración, se tomaron del Archivo de valores diarios de las fotografías de satélites meteorológicos, del 1° de enero de 1967 al 31 de diciembre de 1970, tomadas entre las 14 y las 16 horas locales.

Tal trabajo se desarrolló en rectángulos individuales de 40 X 40 km. sobre la superficie terrestre, aportando un invaluable servicio a los pronósticos del tiempo, los cuales se retoman en la programación de vuelos para trabajos fotogramétricos.

En la ciencia-arte de hacer planos, cartas o mapas topográficos, la fotografía se transforma en la esencia de su producto, aplicando sobre ella las distintas etapas fotogramétricas requeridas en la restitución. Para tal efecto, a la fotografía aérea se le ha de aplicar la técnica para elaborar formatos proporcionales a la escala de restitución a través de cámaras, películas y aviones especiales.

Por tanto, si tomamos en cuenta la integración del contenido de la fotografía en la Fotogrametría, queda manifiesta la relación entre ambas técnicas. A la fotografía se le ha calificado como el insumo principal de la Fotogrametría y la Fotointerpretación, ya que sin ella ambas no pueden materializarse.

## **2.9. La Cartografía y su relación con la Fotogrametría.**

La Cartografía no es disciplina aislada, ya que su contenido es producto de investigaciones del geodesta, del meteorólogo, del geógrafo, del topógrafo y aun del calculista, de todo ellos se sirve la Fotogrametría; pero es el cartógrafo quien necesita instruirse para poder integrar el sentido gráfico de la Fotogrametría y la expresión de la Fotointerpretación en los formatos de sus cartas o mapas. Por ejemplo, el estudio de algunas etapas de los pueblos nos permiten confirmar que la historia sin la cartografía resulta una ciencia incomprensible e incompleta; al hacer el estudio de las culturas primitivas, el investigador tendrá que recurrir a las cartas de Asia y Europa, tanto para auxiliarse como para ubicar la procedencia de su investigación.

En este apartado, se trata de buscar la relación que existe entre la cartografía y la Fotogrametría, la cual se considera parte de su proceso y de su contenido topográfico y artístico. Dentro de su proceso, la Fotogrametría aporta más del 80% de su contenido entre Planimetría, Altimetría y Fotoclasificación; y el porcentaje restante corresponde al proceso de la elaboración cartográfica: Cuadrícula, Canevá geográfico, Clasificación para la reproducción en stablene y grabado; nomenclatura externa e interna, prueba de color y reproducción para su publicación.

El proceso artístico topográfico a cargo de la Fotogrametría, queda plasmado en la Cartografía a través de su variada simbología representativa de cuanto exista sobre la Tierra, ubicando además los estudios del subsuelo existentes. Por tanto, entre la Cartografía y la Fotogrametría su relación es por definición y construcción de su contenido, más no por su proceso de elaboración. A partir de lo anterior, podemos distinguir un plano fotogramétrico por su corta extensión, a lo más de cuatro a seis modelos en color negro; en cambio las cartas topográficas son un conjunto de esos modelos a colores y la unión de ellas, conforman los mapas de acuerdo a su escala.

La función de la cartografía, tal y como se define, es la de representar en cartas y mapas, lo natural o artificial visible en alguna parte de la Tierra o de toda ella en su conjunto, mediante símbolos gráficos convencionales adecuados a la escala requerida. Dicho lo anterior en otros términos: es el producto de conjuntar los planos fotogramétricos en uno o varios formatos a escala y dimensiones de publicación, delimitados por sus coordenadas geográficas y numéricas que han de ser las mismas utilizadas por la Fotogrametría, pero a diferente escala.

Retomando lo anterior, se intuye que la relación entre ambas técnicas es estrecha, cuando se elige el método Fotogramétrico para todo trabajo de cartografía. Por ejemplo, así como las cartas de población deben expresar cómo el medio influye en la formación de agrupaciones humanas, las cartas de incremento de población pueden denotar los movimientos demográficos y la dirección de las corrientes de población. Todo ello, producto de investigaciones cartográficas y de campo.

### **2.9.1. Trabajos previos para la elaboración de cartas:**

- a) Cartas base de la República Mexicana.
- b) Cartas de cada Estado, con división municipal.
- c) Cédulas que incluyan: nombres del Municipio y Poblados, Categoría Política, número de habitantes, porcentajes de aumento o disminución de población.
- d) Cambios de adscripción municipal.
- e) Cambios de nombre de localidad.
- f) Cambios de categoría política.
- g) Población rural y urbana (se distingue por sus cifras en color diferente).

### **2.9.2.- Clasificación de las Cartas.**

Las cartas se pueden clasificar de acuerdo a su contenido como sigue:

- a) Topográficas: las que consideran a la tierra como un cuerpo plano, ya que la porción terrestre que representan es muy pequeña y no hay error sensible al omitir la curvatura de la tierra, hasta 80 kilómetros.
- b) Geográficas: son aquellas en las que se considera la curvatura de la tierra, a partir de los 80 kilómetros lineales cuyo contenido es general de cuanto se localice sobre la superficie terrestre que cubran.
- c) Hidrográficas: las que consideran a las aguas superficiales ( corrientes y almacenadas ) y subterráneas (corrientes freáticas).
- d) Orográficas: cuando representan el relieve del suelo.

e) De comunicaciones: son aquellas que representan el conjunto vial de comunicaciones (terrestres, férreas, aéreas, oceánicas, fluviales; alámbricas e inalámbricas).

### 2.9.3. Colores Convencionales que se usan en cartas y mapas.

**Negro:** para obras ejecutadas por el hombre; la cuadrículado, la nomenclatura interna y externas,

vías de ferrocarril y sus puentes; límites internacionales.

**Sepia:** para las curvas de nivel, tajos, terraplenes.

**Azul:** todo lo relativo a el agua.

**Verde:** parcelas, huertos y mantos forestales.

**Rojo:** caminos y carreteras por su orden (del 1° al 4°).

**Naranja:** en pantalla para ciudades.

**Amarillo:** para límites nacionales.

### 2.9.4. En cuanto a la Simbología, se citan las de uso más común

SIMBOLO	ESPECIFICACION Y ORDEN.	COLOR
-----	Super-carretera	rojo
_____	Carretera 1er. Orden	rojo
=====	Carretera 2o. Orden	rojo
-----	Carretera 3er. Orden	rojo
-----	Vereda o camino de	rojo (herradura de 4o., orden)
-/-/-/-/-	FFCC	negro
_/_/_/_/_	FFCC en construcción	negro
==)===(==	Túnel (rojo carretera)	negro (ferrocarril)
	Escuela	negro
	Iglesia	negro
	Punto astronómico	negro
	Vértice geodésico	negro
	Banco de nivel	negro
+ - + - + - +	Límite estatal	Amarillo
+++++++	Límite internacional	negro

	Campo aéreo civil	negro
	Campo de aterrizaje	negro
	Curva de nivel maestra	sepia
.....	Pastos altos	verde
.....	Playa de grava	Línea azul (puntos sepia).

## 2.10. Relación de la Fotointerpretación con la Geología y la técnica de Suelos.

### 2.10.1. La Fotointerpretación.

La definición de la Fotointerpretación queda dentro de la definición de Fotogrametría; sin embargo, diremos que esta técnica estudia los procesos sistemáticos para obtener información de diversos objetos físicos de la corteza terrestre y de su medio ambiente, a través del análisis y clasificación de sus imágenes contenidas en cualquier material aerofotográfico.

Esta disciplina se desarrolla ante la necesidad de detectar y evaluar la topografía y fenómenos de la naturaleza sin tener contacto directo con ellos, por lo menos en su etapa inicial. Su principio se apoya en la capacidad que tiene cada objeto o fenómeno del medio ambiente para absorber, reflejar o emitir la energía electromagnética radiante que recibe en forma natural del sol o que es transmitida en forma artificial por otros elementos ( el radar), para ser capturadas en las tomas fotográficas diurnas y nocturnas. ( Sin reflexibilidad no hay imagen).

Para analizar la energía electromagnética, ésta se registra y almacena en diversos sensores, como las cámaras fotográficas, los barredores multispectrales, el radar, entre otros; los cuales nos la representan en un producto (fotografías aéreas o imágenes) que hemos denominado en general material aerofotográfico.

Las características registradas en un mismo objeto, pueden variar, según el tipo de producto fotográfico que las contenga. Estas variaciones son tanto del orden cuantitativo por las propias características geométricas del material y del sensor, como del orden cualitativo, por las propias condiciones de las emulsiones, filtros o procesos para su representación en una imagen.

El conocimiento que el fotointérprete tenga del material aerofotográfico con que esté trabajando, lo llevará a procesos de estudio diferentes por considerar que las imágenes registradas deben ser vistas no como figuras sino como una reflexión de una variedad de fenómenos naturales, que al ser estudiadas mediante un proceso de interacción entre los factores instrumento-emulsión-individuo, nos llevan a obtener conclusiones lógicas y verificables, que deberán ser comprobadas en el lugar material.

Esto implica que todo proceso de Fotointerpretación para poder ser generalizado requiere de una perfecta relación de acuerdo con la exactitud deseada entre lo observado en la imagen y la observación en el campo o lugar material del objeto o fenómeno. Las diferencias en la imagen deben ser consideradas como un resultado de las condiciones del terreno en el momento de su registro; es



por ello que se observan y se estudian estas diferencias en la imagen con respecto a lo real del terreno para posteriormente no confundir su interpretación, lo cual requiere de la complementación de un constante estudio de campo para establecer en el futuro la naturaleza exacta de lo observado.

Para cumplir con sus funciones en sus dos niveles, micro (Fotogrametría) y macro (cartografía) la Fotointerpretación aplica el método siguiente:

### **a) Objetivo del proyecto.**

#### **a.1) Fotointerpretación general para cartografía.**

1. Orografía: relieve del suelo.
2. Hidrografía: mantos acuíferos superficiales y del subsuelo.
3. Asentamientos humanos: rancherías, poblados y ciudades.
4. Vías de comunicación.
  - 4.1 De transportes.
  - 4.2 De transmisión.
5. Vegetación: agrícola ( parcelarias y huerto) y forestal ( selvas y bosques).

#### **a.2) Fotointerpretación particular de recursos naturales y culturales:**

##### **1. Naturales:**

- 1.1) Renovables (agrícolas y forestales).
- 1.2) No renovables ( metálicos y no metálicos).

##### **2. Culturales:**

- 2.1) Actuales: construcciones de recreo, comerciales, oficinas de gobierno y de vivienda.
- 2.2) Infraestructurales: vías de comunicación de transportes y transmisiones.
- 2.3) De servicios: presas, represas y plantas hidroeléctricas.
- 2.4) Históricas: monumentos y vestigios de asentamientos humanos del pasado.

### **b) Selección de material en gabinete.**

- b.1) Recopilación de documentos de la región, como trabajos topográficos o geodésicos acordes a la precisión del proyecto.
- b.2) Investigación de documentos oficiales de la nomenclatura orográfica, hidrográfica e infraestructural que exista en el área de trabajo.
- b.3) Fotografías recientes y a escala adecuada al tipo de trabajo.
- b.4) Planos y cartas topográficas regionales (las más recientes).
- b.5) Especificaciones: listado de la selección de la información requerida.
  - b.5.1) Itinerario para el recorrido del fotclasificador o verificador de campo.
  - b.5.2) Calendarización del proyecto.

### **c) Aparatos y equipo de campo.**

- c.1) Aparatos: estereoscopio de lentes, brújula, binoculares, plancheta, teodolitos, cámaras portátiles y aéreas. (Ver anexo III.3, III.1. A4), figura III.1 - a.4.4).
- c.2) Equipo de campo: vehículos, tiendas de campaña, planta de luz, cargadores, machetes, barras, picos, palas, equipo de dormitorio y utensilios de cocina.

De la Fotointerpretación se esperan cualidades económicas como rapidez y bajo precio en la elaboración del plano o carta temática del contenido general o particular de lo cultural, económico, político y social que se ha de investigar para el proyecto; todo ello requiere de un conjunto de principio básicos, los cuales se han de considerar obligatorios para quienes tienen a cargo esa parte del proyecto; y algo tan importante como lo anterior, es saber la técnica de interpretar fotografías estereoscópicas aéreas en blanco y negro, empleando las características que los rasgos y objetos topográficos imprimen por reflexión en la película en el momento de ser fotografiados.

Quienes se dedican a la Fotointerpretación deben tomar en consideración los siguientes principios, los cuales son básicos para una información previa y confiable, ya que su desconocimiento redundará en errores innecesarios, provocando grandes pérdidas de tiempo que se traducen en dinero y desprestigio de la empresa responsable del proyecto.

#### **2.10.1.1. Principios de Fotointerpretación.**

##### **A). Principios básicos para el uso de fotografías aéreas en la Fotointerpretación.**

- A.1) Primer principio. Es imprescindible el uso de la fotografía aérea, en trabajos de reconocimiento o exploración, superficiales terrestres.
- A.2) Segundo principio. En la Fotointerpretación pura o académica, el fotointérprete o fotoanalista, no podrá hacer uso de documentos oficiales recopilados, a los cuales recurrirá con carácter obligatorio en la Fotointerpretación aplicada.
- A.3) Tercer principio. A cada tipo de Fotointerpretación se le asignan películas y escalas especiales para su cubrimiento aereofotográfico.
- A.4) Cuarto principio. En Fotointerpretación, por ningún motivo se emplearán fotografías amplificadas.
- A.5) Quinto principio. En toda fotografía original, el uso de lentes magnificadores para mejorar el tamaño de rasgos u objetos topográficos que escapen a la agudeza visual humana a través de estereoscopios de espejos, no alteran ninguna de las características de la fotografía aérea y por consiguiente su nitidez para interpretar.
- A.6) Sexto principio. Cualquier trabajo de Fotointerpretación requerirá de verificación en el campo para su comprobación o corrección, salvo el caso de no existir duda.

A.7) Séptimo principio. La información obtenida en gabinete, sea documental o fotointerpretada, será verificada por un técnico especialista en clasificación de campo y el autor de la investigación documental o fotográfica.

A.8) Octavo principio. En grupos de fotointérpretes para trabajos en común, deberán unificar criterios en conferencias previas, sobre las reglas de calidad y selección de la información.

B) Habilidades del operador. Todo fotointérprete requerirá de las siguientes habilidades:

- Agudeza visual (percepción de la tercera dimensión).
- Agilidad mental (facilidad de armar el mosaico de vuelo).
- Alto grado de observación en la aplicación de las características de fotografías en blanco y negro.
- Amplia experiencia de gabinete y de campo en su especialidad.

### C) La técnica de interpretar fotografías estereoscópicas.

Todo fotointérprete ha de tener presente los siete elementos fundamentales que caracterizan a las imágenes de objetos, detalles y en general a la topografía impresa en el cubrimiento fotográfico, con los cuales se logra su descripción para asegurar su identificación, ellos son:

**Tonalidad:** Variación de colores por efecto de la gama de cuerpos, objetos o detalles que reflejan o absorben la luz solar.

**Textura:** Estructura granulométrica de todo lo que nos rodea, para nuestro caso, la textura es el conjunto de partículas que dan forma y dimensión a los suelos y objetos, pudiendo estos últimos integrar en su conjunto nuevas texturas vistas de lejos o desde grandes alturas.

**Sombra:** Contorno en perspectiva del cuerpo que la produce al interponerse éste a los rayos de luz natural o artificial, la cual queda impresa al fotografiarse.

**Forma:** Efecto del contorno de rasgos, objetos y accidentes topográficos reconocibles por el observador al natural o por sus imágenes si son fotografiados, siempre que los memorice, es decir, que los identifique por su forma en cuanto los reconozca en cualquier momento.

**Localización:** Determinación del lugar en donde se encuentre algo que se busca, ya sea por métodos radiométricos o por el conocimiento de su origen.

**Dimensión:** Noción de lo grande o pequeño de un objeto o cosa; con este elemento definimos en forma racional el espacio horizontal y vertical que ocupan las imágenes proporcionales a su original.

**Asociación:** Exploración de varios elementos en busca de argumentos analíticos que procedan a disipar dudas o confusiones.

La localización, dimensión y la asociación, son parte del razonamiento del fotointérprete, a los cuales ha de recurrir en caso de que agote los cinco primeros elementos en la identificación o

definición de la imagen de algún objeto fotografiado, es decir, recurre a la exploración por asociación de imágenes o a la localización por asociación de lo conocido.

Los elementos aquí expuestos, se irán explicando en la medida que la Fotointerpretación se vaya aplicando en los diferentes temas que se han elegido para corroborar su función como generadora de información, la cual ha de utilizarse en la toma de decisiones del estudio o proyecto en que ella haya intervenido. Por ejemplo: en estudios de suelos y sus materiales de construcción; en todo lo que se refiera a estudios y proyectos forestales e infraestructurales (localización adecuada para vías de comunicación y transporte; obras de irrigación; fuentes energéticas, hidráulicas e hidrocarburos; de nuevos centros de población: ejidales, industriales o turísticos; en proyectos de evaluación catastral, rural y urbano; en tácticas militares y de Seguridad pública). En todos esos temas se presenta la Fotointerpretación, pero no han sido desarrollados profundamente debido a que son tan vastos que requerirían ameritar toda una tesis de ingeniería que no es el caso que nos ocupa. Todo lo antes mencionado es lo más relevante de sus intervenciones como técnica de apoyo en obras de esta naturaleza y ciencias u otras técnicas afines a los estudios de la información que ella aporta.

### **2.10.2. Relación de la Fotointerpretación con la Técnica de Suelos.**

La Fotointerpretación encuentra en los suelos materia inagotable de información, de ella se sirven estudios y proyectos tanto de su estructura como de su composición química, de los cuales se ha de derivar el uso actual que se le da a la tierra y el potencial que de ella se espera mediante impulsos experimentales científicos (de laboratorio) y tecnológicos (roturación de la tierra o por rehabilitación con humedad, drenado en zonas fangosas o rellenado con tierras de un banco de préstamo).

En cualquier anteproyecto o estudio de suelo, el fotointérprete explorará sobre fotografías aéreas a escala promedio 1:20 000, su morfología o relieve: mesetas, acantilados, laderas, planicies, montañas, lomerío (suave y abrupto), valles, colinas y terrazas.

#### **2.10.2.1. El uso más frecuente que se le da a los suelos es el siguiente:**

- 1) De uso agrícola (intensiva y extensiva).
- 2) En parques y bosques (de recreo y explotación).
- 3) De uso pecuario (vacuno).
- 4) En reposo (rastros).
- 5) De uso urbano (popular y residencial).
- 6) Para servicios y recreo.

En la clasificación del uso actual de la tierra, el fotointérprete recurre a la tonalidad, textura y forma que presenta el mosaico fotográfico de la variedad cultivada y regiones forestadas para ser delimitadas y clasificadas de acuerdo a la clave convencional.

#### **2.10.2.2. La Fotointerpretación aplicada a La técnica de Suelos.**

La utilización de las técnicas de interpretación de las fotografías aéreas para la evaluación de los suelos, con fines de ingeniería, se empezó a desarrollar en 1940. La información de los suelos era

obtenida de la interpretación de fotografías en blanco y negro a escalas pequeñas, captándose datos de gran valor en las primeras etapas de un proyecto de ingeniería civil.

En la actualidad con fotografías a color se obtiene lo mismo que con las de blanco y negro pero con menor esfuerzo tanto del fotointérprete como del especialista en clasificación de campo; la habilidad del primero consiste en aplicar sus conocimientos sobre las características que por reflexibilidad de los objetos se imprimen en las fotografías, las cuales entran en función para su fotoanálisis; en cambio la del segundo, debe ser una combinación tanto de su intelecto como de su experiencia en trabajos de campo.

Con cualquier tipo de fotografías se obtiene lo siguiente:

- 1) La Clasificación de Suelos, por humedad y consistencia.
- 2) El Estudio de suelos potenciales en zona áridas ( arenosas, pedregosas y arcillosas); fangosas y zonas sujetas a inundación.
- 3) Estudios de aguas: superficiales y del subsuelo.

### **2.11. Por lo que respecta a los tipos de película a usar se pueden citar:**

- a) Pancromáticas (blanco y negro).
- b) Infrarrojas.
- c) Color Natural.
- d) Infrarrojas a color.

#### **2.11.1. Para estudios detallados de suelos a escala 1:5000, es más económico usar fotografías aéreas a color natural.**

La ventaja de las fotografías a color sobre las de blanco y negro para el mapeo de suelos, depende de la habilidad del fotointérprete para diferenciar e identificar un gran número de materiales superficiales por su color; con los mapas así logrados se pueden programar mejor las exploraciones de suelos y la localización de pozos a cielo abierto, con objeto de obtener muestras representativas de la unidad.

En estudios de agua en el suelo, la fotografía infrarroja a color es usada por su excelente discriminación de los indicadores de agua, tales como la vegetación, ya que ésta tiene una alta reflectancia espectral; también cabe mencionar que en una cortina de tierra o en el talud de una carretera, el mayor vigor de la vegetación señalará las zonas de filtración del agua.

#### **2.11.2. Localización de aguas subterráneas.**

Ultimamente las fotografías aéreas han sido utilizadas en las técnicas de percepción, que se hace simultáneamente en varias bandas del espectro electromagnético. También las fotografías infrarrojas son frecuentemente utilizadas, porque sus propiedades permiten diferenciar con gran precisión las zonas con mayor o menor humedad, seleccionándolas como posibles áreas de almacenamiento de las aguas subterráneas. La gran mayoría de las características de las corrientes se pueden interpretar en las fotografías aéreas, ya que las condiciones de su flujo superficial o subterráneo se manifiestan por su mayor o menor abundancia de la vegetación en sus márgenes.

El análisis por Fotointerpretación de estas características permitirá seleccionar las áreas con mayores posibilidades de almacenamiento de agua en el subsuelo, ya que las corrientes hacia zonas bajas con o sin permeabilidad influirán en la infiltración del agua al subsuelo. *Comúnmente* las aguas subterráneas no se localizan en zonas de planicies y valles, sólo en casos excepcionales, por lo que al emplear la Fotointerpretación, habrá que basarse en el análisis de la hidrología existente.

Los depósitos de aguas subterráneas constituyen áreas con delimitaciones geológicas bien definidas, en las que el agua y el flujo subterráneo fluyen de acuerdo con la pendiente de los cauces; la interrelación de los diversos tipos de vegetación con las condiciones geológicas y climáticas de una zona determinada, deberán ser tomadas muy en cuenta en la Fotointerpretación para localizar agua en el subsuelo.

## **2.12. La Informática y La Percepción Remota.**

La informática se define como la ciencia teórica aplicada al estudio racional de la información, la cual se distingue por su rapidez y la veracidad de sus resultados en la investigación técnica y científica.

Para la aplicación de la informática en estudios y proyectos sean socioeconómicos o de inversión, es indispensable el conocimiento de los elementos básicos, teóricos y matemáticos que se han de utilizar tanto en su elaboración como en el procesamiento de la información que resulte de la investigación propuesta en el tema de trabajo.

En la actualidad, la etapa de investigación que se requiere en los temas del proyecto de trabajo, se han sustituido por la aplicación de los Bancos de datos en ciencias y técnicas existentes en la localidad o a través de "Internet", que es puerta abierta para la investigación a nivel mundial.

La Informática como técnica de apoyo en trabajos fotogramétricos y de Fotointerpretación, tiene varias aplicaciones; en primer lugar, se ocupa de registrar el control horizontal y vertical en el proceso de elaboración de la cuadrícula elegida sobre el caneavá geográfico, cuando ésta se elabora a través de un aparato automático de restitución fotogramétrica de alta precisión.

Entre otras aplicaciones se incluyen los cálculos matemáticos, que con otro tipo de máquinas además de su lentitud están expuestas a errores humanos. Y en general, la informática por definición es insustituible en proyectos de gran magnitud.

### **2.12.1. La Percepción Remota.**

La percepción remota viene a ser hoy día el resultado técnico evolutivo de la Fotointerpretación, donde a esta última se incorporan nuevas tecnologías resultantes de la capacidad de la ciencia y del hombre para registrar y almacenar la energía electromagnética que reflejan o emiten los cuerpos de la corteza terrestre. Aunados a estos avances se han ampliado los rangos del espectro electromagnético que son posibles de registrar así como los procesos de análisis e interpretación de esta energía, al trabajar esta ciencia con procesos de computarización y tecnología espacial.

En general, esta nueva terminología se acuña prácticamente a partir de 1972 con el lanzamiento al espacio del satélite no tripulado llamado inicialmente ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite)

y posteriormente LASNDSAT, el cual estaba provisto de un equipo de registro de energía electromagnética radiante que ya había sido probado varios años atrás con fines militares y dado a conocer como equipo para usos civiles, durante 1968.

Esta utilización de nuevas y variadas tecnologías en las llamadas técnicas de Percepción Remota hacen mucho mas amplias las perspectivas de aplicación de la Fotogrametría y la Fotointerpretación, las cuales, incluso en nuevas definiciones dadas por la American Society of Photogrametry, son incorporadas como una sola técnica denominada percepción remota.

De esta técnica, por su novedad, sofisticación, así como por sus extraordinarios resultados, se ha hablado mucho, atribuyéndole resultados que aún hoy día sólo se consideran en vías de experimentación o investigación.

La enseñanza de esta técnica se ha orientado hacia el conocimiento y manejo de procesos electrónicos, matemáticos y de computarización, que han abierto las puertas a nuevos especialistas, como físicos, ingenieros en electrónica, matemáticos y programadores de computadoras. Estos especialistas, integrados a los que han venido haciendo Fotointerpretación como biólogos, agrónomos forestales, edafólogos, geólogos, geógrafos, etc., brindan la variedad de elementos humanos que necesitan conocer los procesos básicos del manejo del material aerofotográfico.

## **C A P Í T U L O 3**

**APLICACION DE LA FOTOGRAMETRÍA Y LA FOTointERPRETACION EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRES PRINCIPALES SECTORES DE LA ECONOMÍA:**

**AGROPECUARIO, INDUSTRIAL Y SERVICIOS**



### CAPITULO 3.

#### APLICACION DE LA FOTOGRAMETRIA Y LA FOTOINTERPRETACION EN LA PRODUCTIVIDA DE LOS TRES PRINCIPALES SECTORES DE LA ECONOMIA: AGROPECUARIO, INDUSTRIAL Y SERVICIOS.

En este apartado consideramos la aplicación de la Fotogrametría y la Fotointerpretación en la Economía a través de sus tres Sectores (Agropecuario, Industrial y Servicios), de donde surgen ejemplos que reflejan su utilidad inmediata o potencial en cuanto éstos se apliquen en los tiempos, espacios y formas adecuados en cada uno de ellos. Los tiempos contemplan el corto, mediano y largo plazo de aplicación de acuerdo a las circunstancias prioritarias o secundarias de las necesidades que contemple el proyecto a realizar, sea de beneficio social o privado; el espacio se refiere al lugar geográfico idóneo que reúna los requisitos de Localización para la instalación de la Planta productiva o empresarial si de la oferta de servicios se trata y al referirnos a la forma, nos estamos limitando en exclusiva a la legalidad jurídica que les corresponda, sean licencias de uso de suelo, de apertura y sanidad entre las de mayor importancia.

#### 3.1. La Fotogrametría en el Sector Agropecuario.

La Fotogrametría y la Fotointerpretación dependientes entre sí, pueden aplicarse en los Subsectores agrícola, ganadero y silvícola dependientes del Sector Agropecuario.

La aplicación de estas dos técnicas en el subsector agrícola, nos dan un diagnóstico del uso que se le da a la tierra y el que por su potencialidad debería darse.

Entre el uso que se le da a la tierra, pone en descubrimiento las de cultivo, que por el agotamiento de sus componentes químicos, pierde su capacidad de rendimiento, convirtiéndose tan sólo en tierras de autoconsumo; lo mismo sucede con las tierras ociosas, definidas como las que no se cultivan por falta de interés y que por su carácter especulativo contribuyen a frenar el desarrollo agrícola, lo cual no es viable para lograr la autosuficiencia en bienes de consumo inmediato e intermedios que han de abastecer al aparato productivo nacional, y de los cuales dependerá la mayor o menor contribución en las transacciones de la balanza comercial, que es parte de la cuenta corriente de la balanza de pagos, cuya función es la de contabilizar la exportación e importación de bienes y servicios de un país en un período determinado.

Por su parte la Fotointerpretación, apoyada en el levantamiento aerofotográfico, da su nominación a cada uno de esos recursos simbolizados en el marco fotogramétrico, aplicando para ello, las características de forma, tonalidad, textura, dimensión, etc., que todo objeto o rasgo localizado sobre la superficie de la tierra, imprime por reflexión en todo tipo de fotografía. Restituido y fotointerpretado éste, se somete a su verificación por medio de la clasificación y compilación de campo.

La clasificación es un método de investigación de campo para verificar los recursos naturales y artificiales así como su nomenclatura, los cuales se encuentran materializados en un plano o impresos en una fotografía, de donde fueron seleccionados para un estudio determinado. La compilación es definida como toda colección de documentos estatales o municipales que notifican o rectifican los nombres de su infraestructura (poblados, ríos, escuelas, etc.).

La aplicación de la Fotogrametría en cada uno de los aspectos antes mencionados, se reduce a dar ubicación geográfica y representación gráfica a cada uno de los rasgos y accidentes topográficos superficiales sobre un plano ortogonal (superficie cuadrículada de lados iguales), limitado por vértices geográficos de un espacio de la superficie de la tierra que nos interesa.

La Fotointerpretación se aplica como la segunda etapa de la Fotogrametría y su función es la investigación del contenido gráfico de los planos componentes de cartas y mapas sobre fotografías aéreas para posteriormente corroborarse en el campo y así quedar impresa la información de cuanto detalle topográfico o recurso económico en el suelo exista, sea éste de tipo agropecuario, industrial o de servicios.

En el campo agropecuario, la Fotointerpretación materializa en el formato fotogramétrico la información que resulte de los análisis del uso actual y potencial de la tierra; dentro del uso actual se localizan las tierras productivas cultivadas o inactivas; entre las de uso potencial se pueden mencionar las tierras improductivas, comúnmente llamadas "zonas áridas", que se caracterizan por la escasez de agua (menos de 100 mm., de precipitación anual); las tierras desérticas de escasos suelos, pero abundante arena superficial, en donde la evaporación supera a la precipitación (Norte y Noreste de la República Mexicana); las tierras erosionadas (fluviales o eolianas); las pedregosas y fangosas.

En relación al uso que debiera dársele a las tierras productivas e improductivas, queda al margen de la información fotogramétrica directa de campo, e indirecta por fotointerpretación y el resultado químico de laboratorio. El análisis físico-químico de las tierras productivas nos facilita decidir el qué hacer para mantener o ampliar su productividad. En cuanto a las tierras improductivas, de sus análisis podemos obtener el tipo de proyectos que se deben realizar para su habilitación (acondicionamiento de tierras para el cultivo), rehabilitación (regeneración de tierras de labor) o su adaptación (normar las tierras de un medio seco a un medio húmedo), en zonas áridas.

La información sobre tierras productivas o improductivas para nuestro caso, es el producto de un estudio fotogramétrico y de fotointerpretación, que por regla general se incluye al método de fotoclasificación o verificación de campo, como recurso final para disipar dudas de restitución, ya sea de la configuración del suelo o de la representación y ubicación geográfica del levantamiento planimétrico.

### **3.1.1. La Fotogrametría en el Uso Actual y Potencial de La Tierra Productiva e Improductiva.**

Se tiene entendido que la Fotogrametría nos representa por medio de símbolos gráficos todo recurso visible, natural o artificial directamente proporcional a su magnitud real, los cuales se analizan por medio del método de Fotointerpretación, seleccionando del conjunto de rasgos impresos en el levantamiento fotográfico empleado en la restitución fotogramétrica, únicamente los que interesen para el estudio de tierras productivas e improductivas, clasificando entre ellas las parcelas cultivadas o en proceso de cultivo y el tipo de vegetación que en ese momento contengan. Las tierras improductivas en general, son aquellas de escasa o nula fertilidad (zonas desérticas, pedregosas, erosionadas).

Con las dos técnicas antes mencionadas como herramientas se delimitan las áreas clasificadas para evaluar su producto, de acuerdo a la superficie en hectáreas cultivadas o el potencial productivo









existente en tierras ociosas y en las improductivas. De la reproducción fotointerpretada, se obtendrá la base informativa para la elaboración de los "planos temáticos" que serán fuente principal de "catálogos o cartas temáticas" y cuadros estadísticos del "Uso actual y potencial de la Tierra".

### 3.1.2. Aplicación de La Fotointerpretación en la Clasificación de Tierras Productivas e Improductivas.

Con los elementos adecuados, plano fotogramétrico, fotografías empleadas en la restitución y otras de mayor escala, se realiza la Fotointerpretación de tierras productivas e improductivas utilizando estereoscopios con juegos de lentes y espejos y otro de reflexión. Con estos instrumentos de trabajo el fotointérprete apoyado en su experiencia, iniciará un análisis del variado manto forestal, recurriendo a las diversas características que el levantamiento fotográfico de la zona presente, tales como: el tono, la textura, la sombra, la forma, el tamaño, la ubicación y la localización en conjunto o de un objeto determinado.

La escala ideal de levantamientos fotográficos para restitución cartográfica de 1:25 000 y 1:50 000 es de 1:20 000 y 1:50 000 respectivamente; los Levantamientos de 1:20 000 hacia abajo, son para trabajos de clasificación sea forestal, catastral o infraestructural.

Con las características anteriores aplicadas al elemento en observación, el fotointérprete inicia su trabajo, marcando su perímetro con plumín o graso negro, el cual puede borrarse con cualquier disolvente para casos de corrección; a cada perímetro marcado lo distinguirá con una clave acorde al tipo de tierra clasificada, para posteriormente sustituirla por su correspondiente plantilla. Ejemplo:

CLAVE	SIMBOLO	NOMINACION	TIERRAS
T.C.		Tierras cultivadas	Productivas
T.P.C		Tierras en proceso de cultivo	Productivas
T.O.C		Tierras ociosas de cultivo	Productivas
T.P		pedregosas	Improductivas
T.Arc		arcillosas	"
T.Aren		arenosas	"
Z.Fang		zonas limosas o fangosas	"
Z.Acant		zonas acantiladas	"

Para que el fotointérprete pueda realizar la clasificación anterior, ha de recurrir al menos a tres de las características fundamentales registradas en las fotografías por reflexión de objetos y detalles en color tradicional, blanco y negro, (textura, sombra y tonalidad), con las cuales se le facilita distinguir cualquier tipo de tierra para su clasificación, inclusive el tipo de flora que las cubre; la textura parcelaria se observa desde un granulado fino hasta uno grueso o disperso; el fino corresponde a pastizales y alfalfares; el regular a maizales y cañaverales; el grueso a selvas y bosques; el disperso a chaparrales, plantaciones y huertos.

Con la sombra y la tonalidad se pueden distinguir las hojosas y las coníferas dentro de una zona forestal; las hojosas proyectan su sombra sobre el suelo que las contiene, no así las coníferas pues por tener sus hojas en forma de filamentos, los rayos del sol se filtran entre ellas sin proyectar sombra alguna, observándose en su conjunto una tonalidad gris clara.

Del mismo modo se pueden emplear las características antes mencionadas para la clasificación de tierras improductivas, observando que los suelos pedregosos presentan una textura regular (entre fina y gruesa) y una tonalidad gris clara.

Los suelos arenosos presentan una textura fina, con tonalidad gris clara; las zonas limosas o fangosas cuya textura es fina, se les observa una tonalidad gris oscura en sus partes más húmedas; éste es el resultado del contraste que se da por la reflexión de la luz sobre las superficies acuosas.

### **3.1.3. Plano Temático de Evaluación de las Tierras Productivas, Ociosas e Improductivas.**

Delimitadas y clasificadas las áreas de tierras productivas e improductivas y ociosas en el formato fotogramétrico, se elabora una reproducción en material de crónaflex para colorearse de acuerdo a la simbología forestal convencional que les corresponda.

Terminado el coloreado de lo clasificado, se sigue con la etapa del "nomenclaturado", que consiste en colocar los nombres y números en la respectiva simbología interna y externa del formato que se ha de llamar "plano temático", el cual después de conjuntarse con el industrial y los servicios, se denomina como "Carta Temática" Agropecuaria, Industrial y Servicios. después de su impresión. En esos planos o en las cartas temáticas se podrán hacer mediciones para el cálculo de las tierras clasificadas así como para localizar y seleccionar las regiones productoras de algún bien económico, agrícola, ganadero o industrial.

### **3.1.4. Aplicación de las dos Técnicas en Mención en La Ganadería de Vacuno.**

"Se predice que la necesidad de alimentar al hombre aumenta con mayor rapidez que su capacidad para producir sus satisfactores, pero que este fenómeno no limitará su reproducción. Una alternativa para remediar la escasez de la alimentación poblacional, es la substitución de la producción agropecuaria familiar, por la utilización de los modernos métodos tecnológicos orientados hacia la producción de alimentos con capacidad de alternar con los mercados internacionales. Este cambio en el mediano plazo puede reflejar un continuo fortalecimiento de la economía nacional en su conjunto.

Como una práctica experimental, se han llevado a efecto programas de producción agrícola intensiva para alimento de ganado, y engordado éste, se industrializan sus derivados: leche, carne y pieles. Con el empleo de la maquinaria agrícola y abonos de hierro, cobalto, zinc y manganeso, en cantidades pequeñas, con apoyo de aguas de riego fuera de temporadas de lluvias, se obtendrá una producción más abundante y nutritiva de alfalfa, hierba, cañuela, de la planta del maíz y el sorgo, entre los principales forrajes, aumentando de esta manera la cantidad y calidad de los productos de quienes los consumen.

Con la aplicación de la tecnología actualizada en el ramo pecuario vacuno, además de los beneficios mencionados, se obtienen otros de alto nivel económico como es el de reducir las tierras ocupadas por los ganaderos y emplearlas para cultivos de alimento humano.

Con la economía mixta que se está llevando a la práctica actualmente en algunas regiones del país en base a los forrajes que se han mencionado, hay un ahorro en tierras bastante considerable. Por lo general, esto se da en lugares húmedos subtropicales en donde con ayuda de forrajes cultivados, sólo se requiere de 0.4 a 1.2 hectáreas para alimentar una vaca con su cría durante todo el año. En cambio, hay regiones que por su escasez de pastos, se necesitan de 12 a 40 hectáreas para alimentar una cabeza de ganado, siendo éste uno de los principales motivos por los que en la parte norte y sudeste del país, aún se encuentran ranchos desde 400 hasta algunos miles de hectáreas, que se dicen ganaderos por contar con unas cuantas reses, infringiendo por una parte el artículo 27 constitucional en su parte que ampara la estructura de la tenencia de la tierra; pero por la otra, el mismo artículo los apoya al referirse al modo de computar las equivalencias de la tierra por hectáreas, según su calidad y así: una hectárea de riego equivale a 2 de temporal; a 4 de agostadero de buena calidad y a 8 de monte o de agostadero en terreno árido.

Es por ello que se debe insistir en recuperar estas tierras, en beneficio de ambos subsectores, el agrícola y el ganadero, a través de proyectos de rehabilitación: con movimientos de tierra como alfombrado o relleno de algún banco de préstamo de la región; con sistemas de irrigación y fertilización con substancias químicas entre otras; despertando de esa manera el interés de quienes poseen tierras ociosas o improductivas, a sabiendas que van a obtener de ellas un producto en forma particular y el país en forma general.

Considerando la importancia que para la economía tiene lo antes expuesto, tanto la Fotogrametría, como la Fotointerpretación en particular y la cartografía en general, ofrecen un amplio campo de aplicación en esta rama ganadera.

La primera, además de ubicar geográficamente las regiones dedicadas a la explotación del ganado vacuno, aporta la información para evaluar las superficies de tierras necesarias para su manutención, según la calidad de éstas.

La segunda, correspondiente a la técnica de la Fotointerpretación, entre otras funciones dentro de la ganadería de vacuno, se aplica en la localización de los recursos naturales para su alimentación y para la prevención de enfermedades por larvas o pastos contaminados.

La tercera nos presenta un panorama general de todos los recursos hechos por la mano del hombre, además de los naturales, entre los cuales se encuentran regiones ganaderas, de agostaderos, pastizales, de cultivos para el ganado y abrevaderos o jagüeyes, todo ello para quienes requieran de un análisis sobre esos temas. El contenido de recursos económicos regionales impresos, mediante su simbología cartográfica es abundante, por lo que de ella en particular, se pueden derivar de acuerdo al tema en estudio, las cartas o mapas temáticos, sean agrícolas, forestales, pecuarias, industriales o de servicios (turísticos e infraestructurales). Para casos generales son muy útiles las cartas temáticas que representen toda la gama del aparato productivo y la de servicios a disposición de quienes las requieran.

Para estudios o proyectos sobre ganado vacuno, con técnicas fotogramétricas y de fotointerpretación, es válida la información existente a partir de planos y mapas de la región en general y del sitio en

particular del estudio, estimando la prioridad de las necesidades que se vayan presentando. De manera, si no existen planos de la región o del sitio que nos interesa, hay que hacerlas, para lo cual, se recurre a las fuentes en donde se realizan estudios cartográficos o geográficos del territorio nacional para la compra del material necesario o simplemente mandar a elaborar el levantamiento fotogramétrico de la zona proyectada en alguna empresa dedicada al ramo fotogramétrico.

De la información contenida en este plano, se pueden derivar en combinación con otras ciencias y técnicas (estudio de suelos, climatología y geografía, entre otras), estudios sobre la cría y clase de ganado por regiones; de pastos y forrajes apropiados; de rehabilitación para el cultivo de pastos y forrajes en tierras áridas (por erosión o escasez de humedad); de localización de sitios para la construcción de abrevaderos, caminos de acceso y medición de áreas ganaderas.

En los estudios anteriores, la recopilación de datos existentes en fuentes apropiadas para cada caso, influye tanto para ahorrar tiempo como costos en el proyecto. Una vez elaborados los planos, se derivan de ellos los "planos temáticos ganaderos", que pueden ser aplicables por el lado de la conservación de la ganadería, tal como sigue:

En primer lugar, con el método de recopilación de campo se tiene capacidad para que en base a ella, se calculen las reservas actuales y potenciales, naturales o de cultivo para su alimentación. En segundo lugar, sobre esos planos, por su amplio esquema panorámico reducido a símbolos, se pueden localizar con gran facilidad abrevaderos naturales circunvecinos, en épocas de lluvias o lugares estratégicos para construirlos y abastecerlos mediante acuíferos o aguas superficiales canalizadas, entubadas o una combinación de ambas, desde su lugar de origen hasta el lugar de almacenamiento, en regiones de escasa precipitación (menos de 250 mm al año).

La evaluación cuantitativa, se aprovecha para calcular la rentabilidad o improductividad de tierras vacuno-ganaderas. Esta evaluación se ha hecho a la fecha exclusiva de la Fotogrametría y una de las etapas que utiliza para cuantificar las áreas pecuarias ordinarias y las de emergencia o de agostaderos, es la planimetría; en este plano se pueden delimitar todos los recursos que valoran a una región ganadera (aguas superficiales con corriente o estancadas, valles cubiertos de pastizales, carreteras, caminos y centros de consumo). Para medir la longitud o la superficie de dichos recursos, es necesario clasificar a cada uno de ellos por medio de la Fotointerpretación, para reconocerlos después de vaciados en el plano. Una vez delimitada o rodaleada la superficie por medir, se sirve de un planímetro polar para calcular el número de hectáreas disponible para la manutención de una determinada cantidad de ganado vacuno, según la calidad de los suelos clasificados.

En tercer lugar, tan importante como los anteriores en cuanto a la conservación del ganado vacuno, es el hecho de poder prevenir en combinación con la Fotointerpretación, las alimañas y la contaminación de pastos afectados por aguas residuales industriales; para tal efecto, es necesario combatir las larvas que se anidan en las heridas casuales del ganado (gusano barrenador, localizado en zonas ganaderas tropicales y subtropicales de México, Centroamérica, Islas del Caribe y Sur de Estados Unidos), que han causado junto con los pastos contaminados cuantiosas pérdidas económicas.

Para la erradicación de plagas y el control en la contaminación de pastos en un tiempo mínimo, es necesario enmarcar las zonas infectadas en un plano fotogramétrico para solicitar con exactitud información sobre el caso en oficinas de la región. Si no existe información por ser reciente tal afección o si aún no se descubre,

bastará con una minuciosa exploración con técnicas de fotointerpretación sobre los pastizales de las regiones ganaderas.

La Fotointerpretación para casos como los antes referidos, aplicará dos de las características propias de la fotografía, la textura y la tonalidad en la exploración de áreas afectadas. La textura se refiere a la granulosidad o partículas componentes de suelos, objetos sólidos y líquidos, los cuales vistos en conjunto, dan origen a otras texturas cuya finura o aspereza dependerá de lo compacto o disperso que entre ellos puedan encontrarse.

Al explorarse la parte afectada del pastizal, por lo general incide con el drenaje de aguas residuales industriales, de no ser así, se recurre al laboratorio para determinar la causa de la contaminación mediante un análisis de la tierra afectada.

El mismo proceso se emplea para detectar las plagas que enferman al ganado vacuno (gusano barrenador descubierto en forma fortuita por este método), ya que los pastizales son la principal fuente de alimentación de este ganado; allí, las alimañas encuentran el lugar apropiado para anidarse y desarrollarse. El fotointérprete dedicado a localizar las zonas afectadas de alimañas, delimita los cambios que puedan contrastar con el tono general del pastizal, ya sea en fotografías a color o en blanco y negro. Los rodales (símbolos que en agronomía se usan para agrupar las distintas especies forestales fusionadas en regiones boscosas o selváticas) de pequeños contrastes tonales fotointerpretados, son vaciados en un formato fotogramétrico a escalas de 1:10 000 a 1:20 000, ya existente o elaborado para la zona de estudio, si no los hay. Este proceso es necesario para situar con exactitud los lugares afectados con mediciones hechas por métodos fotogramétricos. Con el plano y las fotografías interpretadas, se identifican en el terreno los contrastes señalados, de los cuales se toman muestras de tierra, para un estudio de laboratorio y de sus resultados dependerá conocer el tipo de larvas que contenga la muestra analizada para luego ser exterminada.

### **3.1.5. La Fotogrametría en La Silvicultura.**

Los mantos silvestres, que por siglos han proporcionado al hombre, alimentos de sus frutos, caza de su fauna, calor y cobijo de sus productos maderables, materia prima para su industria, oxigenación a su ambiente y recreación al artista poético y plástico a través de sus paisajes. Mantos silvestres condenados a la extinción a medida que avanza la civilización.

Este fenómeno socioprogresista que es el resultado del crecimiento poblacional calificado, trae consigo una desmedida destrucción de los bosques, sin considerar el daño inmediato que esa misma población se causa. Al desaparecer los bosques, la fauna en general emigra, los cambios climatológicos que han de darse desvirtúan la humedad y a la falta de ella se presenta el fenómeno erosivo en suelos desprovistos de vegetación.

Son muy pocos los esfuerzos encaminados a mantener la flora silvestre original, a pesar de que se ha legislado en su favor. Las leyes que reglamentan su explotación, las infringen quienes tienen la concesión de talar, quizá por su deseo de enriquecimiento no se quieren percatar de que al desaparecer la hojarasca que cae de los bosques y cubren los suelos cada otoño, se interrumpe el ciclo de los humus que enriquecen física y químicamente el desarrollo de las semillas y renuevo de los bosques.

En algunos países, incluyendo a México, se dedica un día al año al festejo del "árbol", en honor a los múltiples beneficios que nos presta (en productos primarios e industriales), se siembran millares y hasta millones de algunas variedades de ellos. Si estos festejos anuales se combinaran con campañas de repoblación forestal permanente financiada por el Estado, con personal voluntario que gusta de los paseos campestres a nivel nacional, nuestros bosques y zonas verdes, parques públicos y jardines privados, seguirían en forma indefinida beneficiándonos tanto económica como físicamente.

En lo económico, los bosques templados son ideales para apoyar el crecimiento demográfico y el desarrollo industrial, siempre y cuando se apliquen los sistemas de corte y reposición que los estudiosos en Agronomía practican a través de su carrera profesional; en lo físico, por la oxigenación ambiental que se respira en las regiones forestadas; la salud es el premio a la preservación de estos inagotables recursos.

En este agregado del sector agropecuario, la aplicación de la Fotogrametría y la Fotointerpretación es muy semejante a la aplicada en la rama agrícola por ser parte de ese sector, lo único que cambia son los métodos que se proponen para las actividades silvícolas de los siguientes incisos:

### **3.1.5.1 Su aplicación en Cultivos; en Explotación y Reforestación de Bosques.**

Para poner en marcha alguno de los tres proyectos enunciados, se ha de elaborar o actualizar si lo hay, el levantamiento fotogramétrico de la región forestal. De los dos primeros proyectos (cultivos y explotación silvícola), se pueden obtener beneficios particulares y sociales, según la organización que lo solicite, con el sólo hecho de invertir sus capitales en la explotación de cultivos entremezclados en bosques y selvas apropiados para el clima de esos suelos o en cortes maderables con técnicas modernas y acatando las leyes que reglamentan la explotación forestal.

La reforestación corresponde en exclusiva al beneficio social, siendo el Estado el encargado del mantenimiento, reposición y evaluación de los bosques y selvas que en conjunto forman el Inventario Forestal Nacional.

#### **3.1.5.1.1. Cultivos.**

Como ejemplos de cultivos existentes, se han tomado dos plantas ya experimentadas en bosques y selvas tropicales con éxito comprobado, ellas son, los cafetos y la vainilla, entre los más relevantes.

Tomando en cuenta el clima, porosidad y composición del suelo, el grado de precipitación pluvial anual y la distribución poblacional, todo ello producto de la investigación regional, habrá condiciones para evaluar las alternativas de llevar a cabo o no el plan de cultivo. Lo impropio sería escoger al azar cualquier región boscosa sin conocer la información básica dada para el desarrollo de esas plantas; con tal opción, se correría el riesgo de perderlo todo o lograr buenos resultados.

La función del levantamiento fotogramétrico en esta parte de la silvicultura, es la de ubicarnos en el espacio geográfico que se ha elegido para ser cultivado; además nos indica si el relieve del suelo es propio para almacenar la humedad que ha de alimentar los vegetales que en él se proyecta plantar.

La ubicación como ya se dijo, se obtiene mediante el cálculo de la longitud y la latitud del lugar



escogido para llevar a cabo el mencionado cultivo. El grado de humedad del suelo, estará en proporción inversa de su porosidad y pendiente que presente y directa del grado de precipitación que en esa región se concentre.

La porosidad se obtiene mediante una investigación por muestreo de campo; su pendiente, a través de un perfil altimétrico sobre el área de cultivo y su precipitación, de los informes de las estaciones pluviométricas de la región.

A la Fotointerpretación como fuente directa de la investigación en este tema, le corresponde diagnosticar si la parte forestal observada, es propicia para compartir su alimento con otras plantas y en este caso, solamente la selva cerrada y el bosque de hojosas de climas tropicales y parte de subtropicales, reúnen los requisitos buscados por el fotointérprete forestal, quien para lograrlo, ha de saber distinguir con los medios indispensables y su amplio conocimiento sobre características de sombras, formas, texturas, tonalidades y las dimensiones impresas en las fotografías, del variado follaje que presentan los bosques.

### **3.1.5.1.2. Explotación de Los Bosques.**

Los bosques por su follaje se dividen en dos tipos: los perennifolios (por conservar su follaje todo el año), y los caducifolios (los que cambian follaje cada año), ambos tipos se localizan tanto en regiones de clima templado como tropicales. A los de follaje permanente de la región templada pertenecen las coníferas (pinos y abetos), de donde se obtiene madera blanda y pulpa para la fabricación de papel. En climas de temperaturas más altas de la misma región, se entremezclan cedros y cipreses. Los caducifolios, de zonas templadas al sur de la taiga, son bosques de madera dura (roble, nogal, fresnos, olmos) con precipitación de más de 650 mm., anuales. En la explotación de los bosques, la investigación nos revela datos desde prehistóricos hasta la avanzada civilización de nuestros días.

De la prehistoria tenemos información bibliográfica de cómo la explotación de los bosques ha sido desde siempre, tradición que se ha transmitido a través de los siglos. En un principio los primeros humanos que poblaron algunas regiones del mundo, se vieron en la necesidad de recolectar frutos y raíces para su manutención; pasado el tiempo conocieron el fuego y aprendieron a utilizar los productos maderables para cocinar sus alimentos, proporcionarse calor y construir sus chozas para resguardarse de la intemperie, construir sus herramientas de caza y defensa contra ataques de otras tribus o de feroces animales de uña. De la caza que conseguían, además de aprovechar su carne para alimentarse, utilizaban las pieles de algunos animales para confeccionarse sus rústicos vestuarios y de su osamenta, se proveían de objetos punzantes que utilizaban como lanzas y flechas o simplemente como ornato personal. En esa época, la evolución del hombre fue muy lenta, en parte, debido a la escasa y muy dispersa población, que sin medios de comunicación se encontraba aislada del resto del mundo. Desde esa época hasta la aparición de las artes y oficios que concentraron gran parte de la población (fines del siglo XVIII), poco más o menos del 40% de la superficie de la tierra estaba cubierta por extensos bosques y selvas vírgenes; pero con los adelantos técnicos y científicos modernos, a disposición del hombre, sobre todo en transportes y comunicaciones, se han consumido alrededor del 15 al 20 % y algunas regiones que en otrora fueron prósperas por su fertilidad, hoy sus suelos son áridos e improductivos.

En la explotación de los bosques, el transporte del producto requiere de especiales estrategias, quedando fuera de operación el ferrocarril, debido a las dificultades que presentan los suelos tropicales sujetos a constantes inundaciones o a elevaciones con pendientes imposibles de transitar; lo usual para el transporte, son los tractores de oruga y los camiones de plataforma. Los tractores cargan los troncos hasta la pendiente topográfica o fluvial que los transporta a su destino en donde han de ser procesados.

Las comunicaciones, por lo general las inalámbricas, son indispensables en prevención de cualquier accidente en los campos de maniobras; los aparatos más comunes son los radios de baterías recargables o de corriente continua, porque resultaría bastante costoso tender una línea alámbrica hasta el aserradero por muy cercano que se encontrara de algún poblado.

Siempre será importante recurrir a las fuentes de información, para recopilar datos generales o particulares del estudio o proyecto que se pretenda realizar, más aun sobre temas agropecuarios que en su generalidad por contribuir a los intereses sociales, solamente en secretarías oficiales se pueden recabar y algunos, además de costosos son confidenciales.

De los centros de información podemos obtener datos sobre cualquier tipo de vegetación que se encuentre dentro de nuestro país. Del mangle se sabe que se da en áreas arenosas y fangos salinos de las costas. De las selvas tropicales sobre suelos calizos se sabe que su estructura arbórea es robusta y de una densa población boscosa donde abundan los cedros, palo campeche, ceiba, entre los más comunes, propios del Istmo de Tehuantepec. El estudio en gabinete de los datos investigados simplifica en un cien por ciento la primera etapa, que se refiere a la exploración de la región y lugar en que se ha decidido iniciar un proyecto.

#### **3.1.5.1.2.1. Aplicación de La Fotogrametría en La Explotación de Bosques.**

El levantamiento fotogramétrico del lugar elegido, para la explotación maderable, se elabora siempre que no se tenga información de la existencia de algún plano de la misma región; si lo hay, se actualiza con el cubrimiento fotográfico más reciente de algún vuelo en existencia; para estos casos, lo más reciente puede ser no más de seis meses de haber ocurrido el levantamiento fotográfico y si éste registra una antigüedad mayor, se optará por otro nuevo, ya que en base a ese levantamiento fotográfico se actualiza o se elabora el plano que ha de simbolizar toda la parte boscosa sin clasificar, pues ella queda a consideración de un futuro estudio de fotointerpretación.

En cualquier plano o carta, reciente o actualizada, deben estar impresos y limitados por una cuadrícula ortogonal sobre un caneavá geográfico, los símbolos correspondientes a todo lo relevante natural y artificial que premeditadamente fue fotoclasificado, incluyendo los caminos de acceso, poblados y aguas superficiales cercanos o lejos de los lugares elegidos para su explotación. Todo ello es información que debe considerarse para una toma de decisiones.

#### **3.1.5.1.2..2. Aplicación de La Fotointerpretación en Proyectos de Bosques.**

El complemento de la información que ha de decidir si el proyecto es rentable, se obtiene mediante una clasificación con métodos de fotointerpretación, de la diferente Taiga forestal y otros tipos de bosques contenidos en el levantamiento fotogramétrico que se pretende utilizar.

Para clasificar las distintas especies forestales, el fotointérprete debe saber distinguir los tres tipos principales de bosques, confundidos en esa gama del reino vegetal. Entre aquellos, las selvas: son bosques espesos tropicales, de madera dura de caoba, teca, ébano, palo rosa, ceiba y caucho, entre otros; los bosques de regiones templadas cuyos principales componentes son: las coníferas de madera blanda y los bosques de hojas caducas: éstos se distinguen por su gran variedad de madera como el roble, el nogal, encino, fresno y el haya.

De los múltiples matices componentes del tapete forestal, se han de seleccionar aquellos cuyas características impresas en las fotografías aéreas correspondan a la sombra, forma, tonalidad, textura y su tamaño o dimensión, de un mismo conjunto arbóreo de las distintas especies que se entremezclan. En la identificación de estos bosques, se deben considerar por lo menos dos o más de las características que los distinguen, las cuales bien empleadas, aseguran un mínimo de error y el que pudiera haber, se elimina en la etapa de fotoclasificación de campo.

Los bosques de latifoliados se pueden diferenciar del de coníferas porque su tonalidad es más clara y su textura es más gruesa; para asegurar tal diferencia, se recurre a la localización, con este elemento se está en condiciones de ubicar al espacio geográfico y el clima al que pertenece cada uno de estos tres tipos de bosques. Si tanto los bosques latifoliados como los de coníferas, se localizan en una misma región de clima templado, el espacio geográfico determinará el tipo de bosque de que se trate. Con esta experiencia en mente, el fotointérprete clasificará como coníferas todo bosque que se encuentre en la parte septentrional entre los 25 y los 65 grados de latitud y a una altura de 2000 a 3 200 metros. Por su parte los bosques mixtos de latifoliados se localizan entre los 1700 y 2000 metros de altura sobre el nivel del mar, compuestos de quercus de maderas duras (encinos y robles). En los suelos bajos de hasta 1000 metros de altura, se encuentran los bosques y selvas tropicales, en donde abundan los cedros, ceibas, palo campeche y caoba, propios del Istmo de Tehuantepec; Sotobosques de la Sierra Madre de Oaxaca hasta la Sierra Madre de Chiapas, entre los más relevantes.

Localizado el tipo de bosque, que por su madera se proyecte explotar, el fotointérprete iniciará la siguiente etapa que consiste en la clasificación (coníferas o latifoliadas), del conjunto forestal que se ha convenido explotar, el cual, mediante un análisis favorable sobre la infraestructura regional y un buen volumen maderable en general, se determinará la decisión de llevar a cabo el proyecto de la tala por su rentabilidad.

### **3.1.5.1.3. Reforestación.**

La reforestación se ha convertido en una necesidad prioritaria a satisfacer en cualquier país del mundo (subdesarrollado, en desarrollo o desarrollado); algunos han deforestado extensas zonas para cultivarlas y emplear su madera en la construcción de sus viviendas, transformarlas en carbón y leña para el consumo familiar; otros, aprovechando sus adelantos en artesanía y manufactura los utilizan para ornato, en la construcción mueblera y para combustible. Los países desarrollados por su alta tecnología tienen capacidad para emplear los productos forestales maderables en toda clase de industria: de papel o cartón; de la construcción; en la automotriz y naviera (partes de ensamble para ornato) y la mueblera.

El alto grado de uso de estos productos maderables, en cualquier rincón del mundo que esté habitado por el hombre, ha permitido el exterminio de una parte considerable de los bosques; según Jones y Darkenwald, de un 40% de bosques que cubría a la tierra, en la actualidad solamente cubre el 27% de ella.

Atendiendo a tal demanda maderable, se han creado numerosas industrias con una producción incalculable de sustitutos. Entre otras, se pueden mencionar industrias recuperadoras de desechos (trapo, bagazo de algunos tallos blandos y papel cartón), para la elaboración de papel de menor calidad; desechos metálicos para fundidoras, fábricas cementeras para la industria de la construcción, de transporte y de comunicaciones (viviendas, puentes, durmientes y postes alámbricos de mampostería), industrias siderúrgicas, laminadoras para herrajes de puertas y ventanales.

A pesar de los esfuerzos del hombre por sustituir el producto de los bosques, no podrá lograrlo en su totalidad, pues si bien ha podido reemplazarlo físicamente, no será capaz, al menos durante esta generación, de reponer los daños que ha causado y que seguirá causando en lo que queda de la población forestal.

Es importante consentir que la deforestación trae consigo una serie de fenómenos en cadena. Empieza por la erosión que es causa de la fricción de agua y vientos en suelos desprovistos de vegetación, en seguida se da la filtración y evaporación en esos mismos suelos y como consecuencia de ello, se resiente un cambio climatológico tan extremo que no habría ser viviente que soportara tal aridez.

Una de las soluciones para regular estos fenómenos sería, además de continuar con la búsqueda de sustitutos de productos maderables, la reposición con renuevos forestales de la misma especie, acordes a la ubicación de la región deforestada, y si es posible con plantaciones de recolección, como de caucho, chicle, nogales, cocoteros o de explotación extractiva como de encino turco, de cuyas bellotas se obtiene el tanino para curtiduría, árbol palo de rosa, del cual se obtienen aceites para perfumería y el alcanfor como desinfectante y otros más, siempre y cuando la región por reforestar, reúna las condiciones climatológicas y de humedad para el desarrollo de dichas plantas.

En proyectos de reforestación, la Fotogrametría y la Fotointerpretación tienden a ocupar cada una las funciones que les corresponden.

Una de las funciones de la Fotogrametría en proyectos de esta índole, es la de actualizar las cartas y planos existentes o elaborar el levantamiento a falta de información de la zona por reforestar; a la Fotointerpretación le corresponde, después de una minuciosa exploración, delimitar sobre las fotografías las áreas deforestadas, las cuales, el mismo fotointérprete empleando una simbología convencional, clasificará los suelos deforestados de la siguiente manera:

#### **3.1.5.1.3.1 Clasificación de Suelos Deforestados:**

Son suelos deforestados los que por su estructura, composición química y climatológica, están desprovistos de la capa forestal.

<b>Tipos de suelos</b>	<b>Clima</b>	<b>Estructura Física</b>
1. arenosos	cálido	partículas arenosas
2. pantanosos	tropical	lodo de arcilla y arena
3. pedregosos	frío	arcilla, piedra y roca
4. arcillosos	frío	partículas finas
5. calizos	cálido	partículas de cal

### **3.1.5.1.3.2. Clasificación de Suelos Forestados.**

Son suelos forestados los cubiertos por vegetación o con capacidad para ella.

#### **TIPO DE VEGETACIÓN**

1. De Cultivo
2. De Plantación
3. Pastizales
4. Matorrales
5. Montes.
6. Bosques (espesos y ligeros).
7. Selvas.
8. Suelos Talados no Reforestados.
9. Reforestados con Renuevo.
10. Reforestados con Plantaciones.

Con la clasificación delimitada, simbolizada y nomenclaturada en el cubrimiento fotográfico, producto de la labor del fotointérprete, se inicia el vaciado de las fotografías al plano de la región levantada, para efectos de análisis de cada uno de los rodales simbolizados en el plano.

Los suelos de cultivo, las plantaciones, los pastizales, los reforestados con renuevos u otras plantas adaptables al mismo ambiente climatológico y de sus suelos, se descartan del análisis por considerar que unos están fuera del proyecto que nos ocupa y los otros ya reforestados son el producto de otro proyecto.

Por las razones anteriores, el análisis de lo fotointerpretado, comprenderá únicamente las zonas taladas y no reforestadas; los montes y matorrales cuyos suelos estén aptos para alimentar bosques o plantaciones productivas.

El análisis de las clasificaciones anteriores, se desarrollará a partir de las observaciones y mediciones sobre el "plano temático de reforestación". Sobre este plano se calcularán las superficies de cada rodal

clasificado (el talado no reforestado, los montes y matorrales con capacidad de reforestación), la inclinación y perfiles longitudinales, apoyándose en las cotas de sus curvas de nivel, su orientación y situación geográfica.

La superficie es un dato que se requiere para calcular el número de plantas necesarias para la reforestación. Los datos del perfil longitudinal nos dan a conocer si la pendiente del terreno, es propia para el trasplante del renuevo o si es necesario un movimiento de tierra de relleno para nivelar la pendiente del suelo.

El análisis de todo lo expuesto servirá para una toma de decisiones, ya que, si el costo de la obra es igual o inferior al beneficio social dado a conocer, este proyecto de reforestación debe ser un hecho.

### **3.1.6. En El Saneamiento Vegetal, Animal y Humano.**

La conservación de los recursos forestales ha sido una tarea muy difícil y costosa; en la actualidad no se escatiman esfuerzos para lograr el saneamiento de tan útil recurso, del cual dependen millones de hogares del campo en forma directa e indirecta; otros tantos que viven concentrados en las grandes urbes del país.

**Cinco han sido las principales causas por las que ha desaparecido un cuantioso porcentaje de los mantos forestales:**

1. La explosión demográfica que se ha dado a la búsqueda de suelos fértiles para el cultivo de alimento humano y forrajes para animal.
2. La tala sin moderación, carente de un sistema de repoblación con renuevos maderables u otros vegetales productivos.
3. Fenómenos meteorológicos y sismológicos.
4. Accidentes por incendios.
5. Causas de enfermedades (por vejez, contaminación del suelo o deterioro por alimañas ).

Los resultados de esta investigación deberán hacerse llegar a la población desde el punto de vista de sus consecuencias: fisiográficas, como reguladora de clima y lluvias; como medio económico y de esparcimiento. Sus resultados después de exponerlos a la opinión pública, redundarán en beneficio del cuidado y conservación de la flora en general.

En el análisis han de incluirse ejemplos históricos de pueblos convertidos en desiertos, que han emigrado debido a las calamidades que se presentaron después de arrasar con la vegetación que los rodeaba.

La Fotointerpretación en combinación con la Fotogrametría y la mecánica de suelos, se ha de ocupar de localizar tierras de reaprovechamiento para que mediante estudios de laboratorio, satisfagan la necesidad de expansión de suelos de cultivo y en esa forma dejar en libertad el desarrollo de las zonas maderables.

En la tala o incendios, una vez localizados por el método de fotointerpretación y situados en su espacio geográfico por el cubrimiento fotogramétrico, se está en posibilidades de aplicar métodos de

reforestación y de contra incendios. En el último inciso se trata de las enfermedades naturales (por vejez) o incidentales (provocadas por sustancias residuales arrastradas por vientos y aguas o bien por alimañas tales como: hormigas, gusanos y roedores).

La Fotointerpretación con el objeto de localizar nidos de parásitos o sustancias contaminantes destructoras de la flora en general, recurre a tres de las características atribuidas a la fotografía de objetos observados: la forma, tonalidad y la textura. Con estos tres elementos el fotointérprete inicia una clasificación general. Con la tonalidad identifica por su grado de reflexibilidad los cultivos y bosque de hojas anchas y angostas. Con la textura se detectan las áreas de cultivo y de bosques, espesos y medianos. Combinando ambos elementos con el de forma, se logra clasificar cualquier tipo de cultivo o de bosques que se estén observando.

En bosques de latifoliadas se distingue el gris oscuro (propio de las áreas afectadas) y de gris claro el resto forestado; esto se debe a la propiedad reflectiva de la clorofila que poseen los bosques sanos de gran follaje y las manchas de gris oscuro que contrastan con el resto tonal, son parte del bosque, que por su enfermedad ha perdido su clorofila.

La misma observación se hace en bosques de coníferas, en donde las zonas afectadas se descubren por una tonalidad poco más oscura que el resto floral, el cual mantiene mayor reflexibilidad clorofílica por su entero estado físico.

Localizadas las áreas afectadas se rodean y se clasifican empleando una nomenclatura convencional, para en seguida vaciarse sobre el formato fotogramétrico. Reconocido el lugar geográfico por este medio, se toman muestras de suelos y vegetales afectados para que de los resultados del laboratorio, se tomen decisiones sobre las acciones más convenientes que se han de efectuar con el fin de exterminar las alimañas o de recuperar el suelo contaminado. Todo esto indudablemente encaminado también al saneamiento humano y animal.

### **3.2. En El Sector Industrial.**

En el Sector Industrial, estas técnicas se orientan a coadyuvar en la rehabilitación de plantas industriales existentes y en la localización tanto de otras industrias, como de materiales orgánicos e inorgánicos para el abasto de su demanda.

Entre las principales causas tomadas como ejemplo para la rehabilitación de plantas industriales, se pueden mencionar aquellas que se han retirado o están en proceso de retirarse del campo productivo por falta de previsión de un estudio adecuado o alguna falla no detectada en los objetivos de factibilidad.

Con las técnicas señaladas, se propone poder corregir algunas de las fallas substanciales que se detectan en el estudio de prefactibilidad antes mencionado, tales como el abasto de insumos y materias primas no contempladas en el estudio, o que por su escasez o lejanía imprevista, resultan incosteables; también pudiera ser la falta de Planeación Infraestructural (vías de comunicación) o no haber contemplado en el estudio de mercado, los aspectos relacionados con la demanda (bienes o servicios que se han de producir para el mercado), que al encontrarse circundada de competidores, se obstaculiza, limitando su mercado a una pequeña área de consumidores, por lo cual, la Planta no

resulta rentable. También pueden surgir fallas por una equivocada ubicación de la Planta en bajos relieves, provocando constantes inundaciones y por ende autocontaminaciones, por acumulación de desechos tóxicos sin salida, causantes de pérdidas materiales por un lado y clausuras por el otro.

La relación de las tres técnicas con la Industria en mención se confirmará, en cuanto se presente la oportunidad de aplicarse en alguna actividad que sea afín a dicho sector o en casos como los descritos anteriormente, ya sea que intervegan en forma individual o combinándose entre ellas, para mejorar su productividad, así como entre otras ciencias y técnicas que las requieren para el complemento de sus investigaciones o el estudio directo del terreno para sus inversiones, como es el caso del Sector Agropecuario y el de Servicios, que en un estudio de catastro con fines de regularizar la posesión de la tierra, asegurará su inversión el capital privado, ya que al aprobarse colindaciones y mediciones se evitan litigios posteriores a la compra - venta de fincas y predios particulares.

En el caso del Sector Servicios, un estudio de catastro con fines de regularizar la posesión de la tierra, asegurará su inversión el capital privado.

Retomando lo anterior, estas tres técnicas tienen capacidad de apoyo tanto para la rehabilitación, ubicación y abasto de plantas productivas, como para algunos de los temas integrados en los cinco principales estudios relativos a un proyecto de inversión: a) De mercado; b) Técnico; c) Financiero; d) De evaluación económica y, e) Plan de ejecución.

De entre esos cinco principales argumentos del contenido de un proyecto de inversión se menciona el Estudio Técnico, en el que las técnicas mencionadas aportan métodos expeditos, económicos y precisos, en los cálculos para la presentación del estudio técnico relativo a la infraestructura, disponibilidad de la materia prima, tamaño y localización de la planta productiva.

La localización de una planta productiva como parte del anteproyecto definitivo, requiere de un minucioso análisis a nivel macro de los elementos del estudio técnico antes mencionado, el cual ha de partir de lo general, que comprende a grosso modo, la concentración de esos elementos indispensables para llevar a cabo los objetivos de un proyecto determinado en un país o región de alguna parte del mundo.

Del análisis del estudio general, se deriva el particular o estudio de microlocalización física o ubicación de la Planta en el terreno, ya sea urbano o rural, en donde se llevará a cabo el proceso de industrialización de algún producto intermedio o final.

En la macrolocalización, el uso de cartas y mapas a escala entre 250 000 y 2 millones, elaboradas con el método fotogramétrico, es lo idóneo para tal estudio en gabinete. El estudio general se ha de condicionar a los requerimientos de la planta industrial que satisfagan las necesidades del objeto del proyecto, tales como vías de acceso, de abasto y de comercialización de la planta promovente, al interior y al exterior de su país; grado de concentración de la competencia y su ubicación; esto es lo más relevante contemplado a grandes rasgos para la localización a nivel macro.

Del análisis y descripción de los elementos anteriores, se formularán alternativas para la elección definitiva del lugar geográfico en donde quedará instalada la planta en estudio. La mejor alternativa



será la que justifique el éxito del objetivo del proyecto considerando la minimización de costos de producción.

Determinado el lugar geográfico producto de la macrolocalización, con apoyo cartográfico de pequeña y mediana escala, estudiada en forma descendente según el grado de dificultad que se presente, en la búsqueda del espacio geográfico en condiciones óptimas o al menos satisfactorias para el buen funcionamiento de la industria que se pretenda instalar, se continúa con las siguientes etapas:

a) Microlocalización: comprende la descripción de las alternativas, entre ellas, la presentada a nivel macro, en donde se consideran las necesidades locacionales típicas del proyecto.

b) Delimitación y medidas del área necesaria del terreno por ocupar.

c) Descripción geográfica y física (topografía, suelos, climas y calidad de las aguas), de las áreas propuestas como alternativas a elegir.

d) Grado de desarrollo que circunscribe a las áreas propuestas para su elección (infraestructural, poblacional, de servicios públicos y privados).

e) Normas legales institucionales que puedan afectar el establecimiento y operación de la planta, "reglamento sobre el derecho de propiedad y uso del suelo", que puedan ser preventorias para la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

f) Plano con dimensiones y características técnicas del terreno: orientación, perímetro y superficie del terreno. Entre las características técnicas más importantes del terreno, se pueden mencionar su relieve, textura y estructura del subsuelo, éstas características condicionarán de alguna manera la instalación de la planta, las cuales irán de acuerdo a la actividad indicada en el proyecto.

g) Plano de distribución de las instalaciones en el terreno, de acuerdo a las necesidades operacionales del proyecto.

h) Plano de flujo espacial. Este plano ha de contemplar el espacio adecuado para el movimiento de personal, material y equipo, en las instalaciones de proceso productivo.

Estos ocho incisos se han de señalar en un documento que será parte de otro general del proyecto; cada uno de ellos ha de justificar de modo teórico y práctico su contenido.

Para tal efecto, la acción de la Fotogrametría, la Fotointerpretación y la Informática se hace presente; de las dos primeras se obtiene lo práctico y de su análisis lo teórico, que es parte de la justificación de los conceptos de cada uno de los incisos anteriores, que de alguna manera su desarrollo ha quedado inmerso al interior del correspondiente capítulo en este trabajo.

En el estudio de microlocalización de gabinete, la escala cartográfica adecuada fluctúa entre 100 000 y 25 000, las cuales han de irse depurando, después de obtener la información y delimitar sobre las cartas las zonas de interés para el proyecto a una escala cada vez mayor, hasta elegir un perímetro

que reúna tentativamente las especificaciones locacionales del proyecto. A partir de esta localización, se harán otras tantas en sus alrededores en busca de alternativas, una de las cuales ha de reunir las mejores características técnicas de los suelos y una fisiografía adecuada al tipo de actividad industrial.

### 3.3. En El Sector Servicios.

El Sector Servicios esta considerado como el conjunto de factores (infraestructura artística e intelectual), que impulsa el movimiento de cuanto se produce, sea en el medio agropecuario o industrial hacia los centros de comercialización. Entre la infraestructura que da el movimiento geográfico al producto, se localizan tres tipos de tracción, el natural, el animal y el mecánico, según el lugar de origen y del recurso económico de que se trate.

El de tracción natural como un ejemplo entre otros, se da en regiones montañosas en combinación con las acuíferas (ríos), para el arrastre de materia prima maderera; por lo común después de la tracción natural se emplea la animal o la mecánica (tractores y camiones), según las condiciones fisiográficas del terreno y a la infraestructura intelectual le corresponde su administración.

Al referirnos a los recursos económicos, podemos distinguir dos tipos:

1. Los naturales y
2. Los creados por el hombre.

Los recursos naturales como únicos satisfactores humanos, son propios de épocas primitivas en donde la naturaleza subyuga al hombre por su ignorancia. En cambio los recursos artificiales son producto del desarrollo humano, son el resultado de la necesidad o del deseo de tenerlos en conjunción de su esfuerzo, de su técnica y de su ciencia que los ha liberado de su primitivismo. Por tanto, el grado de desarrollo de un pueblo o de una nación, está determinada por dos clases de riquezas: la material y la intelectual; la riqueza material esta manipulada por los hombres que tienen la virtud de crearla, reproducirla y preservarla; la riqueza intelectual, intrínseca en una sociedad, se refleja en su inventiva aplicable a las fuerzas productivas; en sus obras de arte de que se sirve para beneficiarse en sí y parte de su mundo que lo rodea; en su organización y planificación de aciertos en política económica, fiscal y tecnológica canalizadas hacia una planta productiva que sea capaz de superar o al menos competir en el mercado externo.

En las sociedades jóvenes, con escasos recursos de capital y mano de obra calificada en todos los sectores, lo más común es someterse a la naturaleza para compensar su problemática e ir avanzando gradualmente hasta superar tal deficiencia; para ello, se ha de auxiliar de todo lo virgen que la naturaleza le ofrece, en primer término la fecundidad de la tierra y en segundo, las fuerzas naturales hidráulicas, en cuyo conjunto se han de aplicar los recurso humanos de que se dispongan de tal manera, que su progreso se materialice en sus obras de infraestructura, toda ella componente del Sector Servicios a disposición de la producción, circulación y comercialización para el abasto de los centros de consumo.

En la medida que el Sector Servicios disponga, tanto de obras infraestructurales como técnico científicas del intelecto humano (maquinaria, equipo y tecnología), el hombre va imponiendo sus condiciones al medio geográfico, ampliando el espacio para el desarrollo de las actividades

generadoras de empleo, fuentes de riqueza y de su administración, tanto en el campo como en la ciudad.

### **3.3.1. Los Servicios en El Campo y en La Ciudad.**

#### **3.3.1.1. En El Campo. Catastro Rural: Deslindes ejidales.**

Para poder realizar una evaluación catastral rural, es necesaria la Fotointerpretación, logrando así la ubicación, extensión y rangos cualitativos y cuantitativos de los predios rurales, y después proceder a su representación gráfica con una cartografía adecuada.

Entre los factores que deben tenerse en cuenta en la selección de fotografías, figura el número y distribución de los predios por tamaños, considerando el área mínima para que un predio aparezca en el plano o mapa. La precisión que puede obtenerse con fotografías escala 1:20000 es de buena calidad, ya que en esa escala pueden apreciarse predios no inferiores a una hectárea (5 mm por lado).

La exactitud con que ha sido realizado el levantamiento parcelario, se verifica con la restitución fotográfica apoyada en los vértices de cada propiedad; la posición de los vértices en coordenadas suministra el polígono perimetral, dentro del cual se ajusta la subdivisión parcelaria, construida geoméricamente con los datos del terreno.

El levantamiento del catastro rural debe apoyarse en grandes poligonales cerradas de primer orden, que deberán seguir de preferencia: caminos, vías férreas y accidentes naturales. Entre las ventajas que presenta una clasificación tipológica, figura el poder obtener una evaluación de la productividad de la tierra, su ubicación y su extensión. Un catastro rural bien hecho, permitirá seguir una escala de prioridades en relación con la expropiación de terrenos ejidales, considerando ésta como última alternativa para el desarrollo urbano, y la indemnización justa a los campesinos propietarios.

**La clasificación tipológica puede considerarse bajo los siguientes regímenes de propiedad.**

- 1) Ejidal. El ejido está constituido por las tierras y aguas dotadas a los habitantes de un pueblo; es una propiedad permanente e intransferible de un grupo de campesinos. Aunque puede parcelarse y transferirse a los campesinos componentes en forma individual, por el núcleo propietario.
- 2) Comunal. Es similar a la propiedad ejidal aunque puede haber propiedad privada por partición.
- 3) Pequeña propiedad. Forma legal de tenencia de la tierra.
- 4) Propiedad de la Nación. Todas las tierras y aguas cuyo dominio no ha sido transmitido por algún tipo de tenencia.

**En cuanto a la calidad de la tierra que posean, pueden concretarse entre otros aspectos:**

- a) Uso agrícola. (Áreas de Riego y Temporal).
- b) Uso pecuario. (Pastizales).
- c) Uso forestal. (Bosques y Selvas).

Los catastros requieren en el menor tiempo posible, datos que cuantifiquen y localicen los predios, para ello, el método fotogramétrico es el más económico, ya sea, por restitución con aparatos de alta precisión, o por medio de mosaicos rectificadas y ortofotos de las áreas del proyecto catastral.

El empleo de estereomosaicos procesados para determinar áreas, producen resultados confiables de entre 2 y 4% de diferencia, pudiéndose hacer avalúos sin incertidumbre.

La Fotogrametría es recomendable para los levantamientos catastrales, pero existe controversia entre quienes aun no conocen su método de elaboración y de aplicación, considerando que la precisión de la Fotogrametría es mucho menor que la lograda en forma directa con la Geodesia y la Topografía de 1er. orden, pero la práctica ha demostrado que eso es falso, puesto que las bases en su proceso de elaboración son la Astronomía y esas dos ciencias, pudiéndose comprobar con ello su precisión hasta el milímetro, que es suficiente para planos de construcción. Y es más, su rapidez de elaboración, riqueza en detalle y costos bajos, supera a cualquier otro método que se tenga como alternativa.

#### **Las cartas de uso del suelo, proporcionan información sobre 4 aspectos:**

- 1) Clasificación de capacidad agrológica. (Estudios de suelos agrícolas productivos).
- 2) Superficies de suelos improductivos (erosionados, desérticos, arenosos, etc.).
- 3) Obras de infraestructura (físicas e intelectuales).
- 4) Servicios a la población. (Catastral e impositiva).

#### **Estos elementos son útiles por lo siguiente:**

- a) Los terrenos se dividen ya sea para uso agrícola, pecuario y forestal.
- b) Se registran tenencia, ubicación, límites, superficie, caracteres físicos y uso de cada terreno.
- c) Ubicación del predio en relación con:
  - c.1) Las vías de comunicación y líneas de energía eléctrica.
  - c.2) Los centros urbanos y de consumo.
  - c.3) El aprovechamiento hidráulico (superficial y subterráneo).
- d) Ubicación del predio en relación con la zonificación catastral del Estado.
- e) Se organizan y evalúan los impuestos con resultados como los siguientes:
  - e.1) Se logra una evaluación proporcional y equitativa de los terrenos, evitando la evasión de impuestos.
  - e.2) Los rangos de capacidad agronómica permitirán gravar al terreno de acuerdo al mejor uso.
  - e.3) Permite igualar la cuota impositiva en predios de una misma extensión, ubicación y clase de tierra.
  - e.4) La justicia tributaria satisface, y por consiguiente habrá tranquilidad social.

#### **3.3.1.2. En La Ciudad. Catastro Urbano: Elaboración con fines Impositivos y Actualización por Reestructuración de Avenidas y Ejes Viales.**

La Fotogrametría, la Fotointerpretación y la Informática en trabajos catastrales y estudios de su contenido, requieren de personal altamente especializado, las dos primeras para su elaboración por su exigible precisión y la tercera por recaer en ella el centro de acopio de cálculos de superficies prediales, según el grado de urbanización por zonas, para el pago de sus impuestos.

Los planos catastrales urbanos, se caracterizan por mostrar los rasgos físicos de la infraestructura en general, como son: predios, zonas edificadas, servicios públicos, y servicios privados que conjuntados se pueden conocer los caracteres socioeconómicos actuales y su posible desarrollo a mediano y largo plazo.

Un levantamiento catastral tanto rural como urbano, puede elaborarse por el método directo o terrestre y por el fotogramétrico; en el primero intervienen poligonales de precisión y secundarias cerradas y abiertas para materializar los puntos de apoyo necesarios para su elaboración. En el segundo método en mención, se utilizan fotografías aéreas, sobre las cuales se transfieren algunos puntos de apoyo del primer método previamente seleccionados, para complementar el control vertical y horizontal que ha de darle universalidad geográfica a cualquier punto que se requiera del plano.

Por lo general estos planos se elaboran entre escalas de 1:2500 a 1:500, con curvas de nivel a intervalos que fluctúan desde 0.2 hasta 2 metros, con fotografías a escala 1:20000 y sobreposición de 30% lateral y 60% longitudinal en cada línea de vuelo.

**Un catastro urbano nos aporta la siguiente información:**

- a). Sobre las medidas exactas lineales y de superficie de predios y manzanas, así como niveles de construcción (monumentos y edificios).
- b). Densidad de construcciones e infraestructuras.
- c). Datos básicos para la regularización de la tierra y el cálculo de la recaudación fiscal.

Los métodos clásicos para hacer catastro de buena calidad son el topográfico y el fotogramétrico; En ambos métodos se requiere de puntos de apoyo de primer orden, sean de triangulaciones o poligonales.

## **CAPITULO 4**

### **ANÁLISIS DE LA FOTOGRAMETRÍA Y LA FOTOINTERPRETACIÓN COMO TÉCNICAS DE INFORMACIÓN**

#### CAPITULO 4.

##### **Análisis de La Fotogrametría y La Fotointerpretación como Técnicas de Información.**

La importancia del papel que desempeña la producción cartográfica fotogramétrica moderna en la Planificación nacional y regional, así como en la programación de la asistencia internacional a los países en vías de desarrollo como el nuestro, nos obliga a considerar el papel de la cartografía a nivel internacional.

Es decir, no se trata aquí de analizar si la Fotogrametría en colaboración con la Fotointerpretación producen factores económicos positivos, ni si son capaces de evitar gastos infructuosos, sino más bien de comprobar, si estas dos técnicas son capaces de aportar información suficiente y fidedigna para un micro o macrodiagnóstico de planeación y programación respectivamente para los casos antes mencionados y si es posible demostrar, que dicha información es efectos directos de la Fotointerpretación de cuanto nos rodea.

Retomando por su importancia el efecto directo de la Fotointerpretación sobre la naturaleza, podemos concretar que toda información de temas vitales como son los recursos naturales, entre otros, es efecto directo de ella, la cual es aplicable en países ricos como el nuestro en ese tipo de recursos; y en cada caso de explotación, encontramos un claro ejemplo de aplicación en los beneficios y costos.

Es así que hablar de la Fotogrametría o de la Fotointerpretación del futuro se justifica por una observación de carácter muy general: actualmente ha sido admitido por los científicos que sólo hay ciencia donde hay medida; función que se presenta en ambas técnicas fusionadas entre sí o en cada una de ellas.

También se está haciendo ahora tautológico decir que no hay posibilidad de obtener ayuda oficial ni créditos para investigaciones sino en la medida en que se demuestre la relación costo-beneficio. Esta aportación de lo económico al campo científico es una constante de nuestro tiempo.<sup>1</sup>

En el caso concreto de información sobre los recursos naturales en el desarrollo económico, la norma concluyente debe ser que, para mejorar la calidad de la información, se deben preparar programas de acciones con los datos económicos necesarios para ser aplicados en dichos recursos y de sus conclusiones tomar decisiones de inversión u operación; se decide invertir en cuanto el beneficio de los recursos superen a sus costos; o se opta por su operación cuando el resultado de algún programa de acción, exija entre los recursos naturales un valor agregado para salir al mercado.

La única manera de evaluar la potencialidad económica de una oportunidad de inversión en recursos naturales es usar los datos físicos para calcular los beneficios y costos, utilizando las relaciones entre el costo de los insumos y el valor de los productos derivadas de la experiencia real o claramente relacionadas con dicha experiencia.

---

<sup>1</sup> Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Segundo Simposio sobre Fotointerpretación Aérea, realizada del 13 al 15 de marzo de 1967 en Ottawa, Canadá, publicación No. 312, México, 1968.

#### 4.1. La Información sobre Recursos Naturales en América Latina.

La información que existe en América Latina sobre los recursos naturales es bastante limitada, si se la compara con lo que podría llamarse una cobertura completa, especialmente en cuanto a detalle. Examinando la información sobre los recursos naturales de América Latina contenida en aerofotografías, mapas topográficos, mapas geológicos e inventarios de suelos confeccionados en distintas escalas, se puede apreciar que es mayor la proporción de ellos a escala pequeña que a mediana o gran escala.<sup>2</sup>

El siguiente cuadro nos da una clasificación por países según el tipo y la escala, pero debe tenerse presente que los porcentajes que figuran en ese cuadro sólo son aproximados, ya que los materiales en que se basan fueron obtenidos de distintas fuentes y su presentación no es uniforme. La proporción de la superficie total que abarcan los mapas topográficos a mediana escala varía mucho entre los países latinoamericanos, pero llega al 50% o más en la mayoría de los casos. Esa proporción es mucho menor en el caso de los mapas geológicos y aún más pequeña en el de los inventarios de suelos.

Sólo existen mapas topográficos a escala grande para una superficie relativamente pequeña, salvo en algunos países que los han confeccionado por necesidades circunstanciales especiales. Tanto los mapas geológicos como los mapas edafológicos a escala grande abarcan sólo una reducida superficie de América Latina.<sup>3</sup>

La cobertura de los mapas en los países de América Latina es muy pequeña en comparación con los Estados Unidos, donde si bien abarcan una región muy amplia, la cobertura no es total. En los Estados Unidos en 1958 los mapas topográficos a escala de una pulgada por milla o a escala más grande (alrededor de 1:63.000 o más, que correspondería a los mapas a mediana y a gran escala

---

<sup>2</sup> Las principales fuentes en que se resume la cobertura de los mapas en América Latina son el Annotated Index of Aerial Photographic Coverage and Mapping of Topography and Natural Resources, publicado para los diversos países en 1964 o posteriormente por la Organización de los Estados Americanos; y los informes preparados por el Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola, Inventory of Information basic to the Planning of Agricultural Development in Latin America (Washington: Unión Panamericana). Hay un volumen para cada país y un resumen. Los Annotated Indexes se han publicado en los últimos cuatro años. Los Inventories contienen principalmente informaciones sobre el año 1962, aunque se han incluido algunas informaciones posteriores cuando se disponía de ellas al hacer su publicación. En este trabajo se usan principalmente los resúmenes sobre América Latina (1963) América Central (1965), Brasil (1964), Argentina (1963), México (1964) y Perú (1963).

<sup>3</sup> Cabe señalar entre otras fuentes de información sobre América Latina las siguientes publicaciones: CEPAL, Los recursos naturales de América Latina, su conocimiento actual e investigaciones necesarias en este campo, Add. 1: Los recursos minerales y Add. 5: Los suelos, (e/cn.12/670); UNESCO y CEPAL, The soil Resources of Latin America, presentado a la Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina (1965); Oficina Nacional de Evaluación de Recursos -Naturales, La cartografía en el Perú, Lima, 1966.



indicados en el cuadro 1) cubrían el 51% del territorio; en 1966, el 73%; en 1970 el 86% y a partir de 1976 cabe prever que es total. Los mapas topográficos a escala 1:250 000 (clasificación en el cuadro entre los de pequeña escala) abarcan toda la superficie del país.<sup>4</sup>

#### 4. 1.1. Cuadro No.1

**Porcentajes de Superficies representadas en fotografías aéreas y en mapas Topográficos, geológicos y edafológicos en países de América Latina.**

País	Fotografías aéreas			Mapas topográficos			Mapas geológicos			Mapas edafológicos		
	Escala			Escala			Escala			Escala		
	Chica	Media-Grande	%	Chica	Mediana	Grande	Chica	Mediana	Grande	Chica	Median-Grande	%
Argentina	65-70	8 - 10	1 - 2	100	50	15 - 20	65 - 70	15 - 20	1 - 2	75	4 - 6	1 - 2
Bolivia	70-75	*	*	100	2 - 4	1	3 - 4	45 - 50	4 - 5	--	1 - 2	*
Brasil	60-65	20-30	1	100	5 - 8	1	40 - 45	25 - 35	1	--	1	*
Colombia	75-80	15-20	2 - 4	2 - 3	45 - 60	28 - 32	45 - 60	15 - 20	3 - 4	15	2 - 3	*
Chile	75-80	20-25	4 - 5	100	40 - 50	15 - 20	100	4 - 6	1 - 2	8 - 10	1 - 5	*
Ecuador	40	10	--	100	10 - 12	6 - 8	100	4 - 5	*	10 - 12	1	*
Paraguay	45-55	1	--	100	8 - 10	*	100	4 - 5	*	--	--	--
Perú	70	3	1	45-55	14 - 16	1	100	8 - 12	*	4 - 4	1 - 6	*
Uruguay	7-10	3-4	1 - 2	--	1 - 2	4 - 5	100	70 - 75	*	100	*	*
Venezuela	5-70	--	--	100	35 - 40	1	100	10 - 12	5	50	6 - 8	7 - 8
Costa Rica	90	7	1	100	30	25	100	5	4 - 5	10 - 12	4 - 6	*
El Salvador	100	60	--	100	100	5	100	15 - 20	4 - 5	100	25 - 30	1
Guatemala	100	--	--	100	40	10	100	40 - 50	*	100	--	*
Haití	100	4 - 6	4 - 6	100	100	70	100	100	2 - 3	100	5 - 8	--
Honduras	90	15 - 20	1	100	20 - 25	*	100	*	*	60	6 - 7	*
México	60	18	*	100	45 - 50	2 - 4	35 - 40	3 - 4	5 - 6	8	5	*
Nicaragua	90	20 - 25	4	100	30	1	100	3 - 5	*	35 - 40	*	*
Panamá	80	20 - 25	--	100	15 - 18	40 - 45	100	2 - 3	--	100	15 - 18	--
República Dominicana	100	15 - 20	3 - 4	100	50 - 55	15 - 20	100	20 - 22	40 - 45	--	*	1 - 3
América Latina	36	10	1	60	18	20	95	2	0.1	6	3.5	0.5

\* / Menos de 0.5%

Fuente: Inventario de información básica de la Planeación de Agricultura y desarrollo en Latino América.

Cuando observamos el anterior Cuadro No. 1 nos preguntamos ¿que importancia tienen para los programas de información sobre los recursos naturales en diversos países los datos y las comparaciones sobre la cobertura?. El hecho de que la densidad de las estaciones fluviométricas sea mucho menor en los países latinoamericanos que en los Estados Unidos ¿significa que deba hacerse un gran esfuerzo para elevar la densidad?. El hecho de que la cobertura de los mapas edafológicos

<sup>4</sup> Véase Hearings Before Senate Appropriations Subcommittee, 89th Cong., 2nd sess. (1966), Department of the Interior and Related Agencies Appropriations for fiscal Year 1967, Part 1, pp. 577 y 578, y Hearings Before Senate Appropriations Subcommittee, 90th Cong., 1st. sess. (1967), Department of the Interior and Related Agencies Appropriations Fiscal Year 1968, p. 412.

detallados sea muy reducida en casi todos los países latinoamericanos ¿significa que deba aumentarse diez o veinte veces el ritmo de levantamiento de inventarios de suelos?

Aunque es casi seguro que nuestra respuesta sea negativa, lo importante aquí es destacar que los coeficientes de cobertura en sí mismos comprenden una fracción muy pequeña de las informaciones necesarias para decidir si deben ampliarse las investigaciones de suelos, aumentar el número de estaciones fluviométricas, etc. Esos coeficientes sólo dan una idea general del estado en que se encuentran actualmente la información sobre recursos naturales, y esto en forma muy imperfecta.

Sin embargo, para decidir si deben ampliarse o reducirse las actividades de recopilación de datos, evidentemente es necesario saber en qué estado se encuentran los estudios de suelos y otros similares. Quizá no resulte tan evidente que para poder tomar esa decisión sea necesario disponer además de otras informaciones. No se puede evitar hacer una evaluación -aunque sea en forma muy aproximada- de la rentabilidad de los gastos adicionales necesarios para obtener la información.

Esa rentabilidad depende no sólo de las oportunidades físicas que dejará en descubierto una información más completa y adecuada, sino de la capacidad del país para aprovechar y aplicar esa información. Así, en un país donde existan grandes extensiones no explotadas y que no se proyecta explotar durante muchos años, el hecho de que la información sobre los recursos naturales tenga una cobertura reducida no significa que sea necesario ampliar el programa de informaciones. Esto es comparativo al atesoramiento de la moneda dura (la que se revalora con el desliz o devaluación monetaria), pues en ambos casos sólo son rentables como elementos especulativos.

Igualmente, cuando no se cuenta con el personal y la organización adecuados para aprovechar los recursos naturales, el país no se perjudica por la limitada cobertura de información sobre los recursos, esto es, cuando no se tiene planeado explotar los recursos naturales, es incongruente cargar al erario los pagos al personal de una organización para tales fines. Sin embargo, en un largo plazos será necesario avanzar simultáneamente, en ambos campos - el de la información y el de la administración de los recursos naturales - porque ambos tipos de inversiones son complementarias en esta etapa de desarrollo de un país. (Quién a falta de otros recursos, explota sus recursos naturales, cuenta con un repunte para su desarrollo económico integral, en el mediano y largo plazo).

Algunos autores sostienen que como los gastos para reunir información sobre los recursos naturales constituyen una forma de inversión, el ritmo con que se efectúan esos gastos debe guardar relación más bien con el ingreso nacional o la tasa de inversión de un país que con su superficie o alguna norma sobre la "densidad" de la información.

Aún si se pudiera calcular esa relación, variaría mucho entre los distintos países puesto que no hay por qué esperar que la inversión o el ingreso reflejen con mucha exactitud las oportunidades de aumentar las inversiones en información sobre los recursos naturales. Esta afirmación es valedera para el conjunto de informaciones sobre los recursos naturales y con mayor razón cuando se las toma por separado.

Por consiguiente, cualquier principio simple que se aplique para orientar los gastos de inversión en información, como un porcentaje uniforme del ingreso nacional, es demasiado burdo para prestar alguna utilidad. En cambio pueden prepararse pautas que orienten el gasto en información, su

organización y los métodos que habrán de aplicarse de modo que puedan tomarse decisiones mucho más adecuadas en materia de gastos de inversión, aunque la estimación de la rentabilidad sea imprecisa.

#### **4.2. La Fotogrametría y la Fotointerpretación en las actividades de información.**

Sabemos que los problemas de economía en cada campo deben ser resueltos por los especialistas en conjunción con los usuarios de la información. Sin embargo, los problemas de los distintos países y la calidad de los organismos que producen y usan esta información son tan variados que todo análisis de aplicación general resulta trivial y vacuo. Por lo tanto, lo que se describe a continuación son sólo algunos puntos que nos parecen importantes o que suelen descuidarse.

##### **4.2.1. Fotografía aérea.**

Puesto que las fotografías sirven para obtener determinados tipos de información, el programa fotográfico debe depender de los demás programas o estudios, sin olvidar que existe una demanda no gubernamental de la Fotogrametría misma para una gran variedad de usos. ¿Convendría entonces reunir pares estereoscópicos de todo el país, para tener la certeza de disponer de fotografías cuando se las necesite? Esto depende mucho de las circunstancias.

Ante todo, si las fotografías no han de usarse en el futuro próximo, ¿porqué incurrir en gastos prematuros cuando hay tantas necesidades urgentes de capital? Además, los costos de la fotografía bajan y la calidad de las imágenes mejora con el transcurso del tiempo. Por otra parte, no todos los usuarios necesitan fotografías a la misma escala o pares estereoscópicos con el mismo ángulo de visión.

A esto se añade que la información cultural se deteriora con la edad, pese a que las fotografías antiguas tienen valor cuando interesa el cambio entre ellas y las nuevas. Esta última consideración sugiere que es conveniente prever los casos en que se desea medir por medio de fotografías el cambio que causa el paso del tiempo, pues las zonas afectadas deberían incluirse en las fotografías iniciales, tal vez sólo como muestreo.

Por otra parte, si la información derivada de las fotografías aéreas ha de utilizarse como base para la tributación agraria, como en Chile, se necesitarán fotografías de toda la superficie afecta a este sistema, aunque también, como en Chile, tal vez no sea necesario abarcar todo el país.

##### **4.2.2. Mapas expeditos o de exploración.**

Debería ser relativamente fácil tener una idea de la demanda de mapas de uso general. El costo de fabricar cierto tipo de mapas, especialmente planimétricos, será mucho más bajo cuando se disponga de fotografías tomadas por satélites, de modo que no habrá motivos que impidan levantar mapas de todo el país.

Los mapas topográficos, mucho más caros, deben elaborarse a medida que lo exija la demanda. Tendrían prioridad las zonas con futura actividad de construcción, incluida la privada, las obras públicas y las carreteras, lo que favorecerá a las zonas de actividad creciente. En algunos casos se

necesitarán mapas topográficos como base para los mapas temáticos geológicos. Algunas de estas zonas pueden distar mucho de las actuales zonas de actividad económica en expansión (por ejemplo, cuando se necesita información geológica para explorar en busca de minerales ferrosos y no ferrosos); sobre los mismos mapas se pueden obtener datos de la cuantificación y tamaño de los predios por su alta precisión; pero en anteproyectos de campo para determinar del uso actual y potencial de la tierra, es factible por su rapidez y bajo costo, el uso de fotomosaicos y fotografías aéreas rectificadas, supliendo de esta manera los métodos terrestres, más lentos, más caros y menos precisos.

Lo mismo sucede sin duda respecto a la información sobre suelos, sin embargo, tanto información como datos, producto de métodos expeditos, como el recién mencionado y el de triangulación radial, estarán sujetos a las limitaciones de precisión que tienen los levantamientos amplios y rápidos como los antes mencionados.

La información o datos, producto de este tipo de Levantamientos serían muy útiles para cualquier intento de planificación agrícola, sobre todo en agricultores privados, cuyos productos en el corto plazo, responderían a los precios de mercado. También el gobierno puede hacer uso de estos datos, especialmente los relativos al tamaño de los predios y al uso de la tierra, pues suelen tener importancia para posibles programas públicos en el campo y en la ciudad..

Tal vez la información de carácter regional sobre suelos tendría menos utilidad para tal gobierno, pues sería más fructuoso saber de zonas donde el ingreso es muy bajo, cuya inversión daría rendimientos más altos a mediano y largo plazo, entre ellos la educación de jóvenes y adultos en muchos frentes; sin embargo, la información sobre suelos es útil para combatir el avance de la erosión o para una acertada toma de decisiones en momentos críticos (incendios, inundaciones y terremotos).

Cabe hacer notar que los tipos de información que se han examinado sólo muestran partes del sistema agrícola. Para conocer el funcionamiento del sistema, habría que emplear otros métodos a fin de obtener datos sobre la producción y el rendimiento (por cultivos y por ubicación), sobre los insumos y productos (en términos físicos y de valor) de distintos tipos de parcelas según su ubicación.

Pese a que este tipo de información escapa a los límites del presente trabajo, no así el procesamiento de datos por métodos aerofotogramétricos, que para nuestro caso es la más efectiva por económica, ya que permite que un número pequeño de profesionales y subprofesionales bien preparados hagan todo el trabajo sin tener que recurrir a mecanismos ampliamente administrativos ni a personal cuyos objetivos no estén orientados a la producción de datos fidedignos.

Por ejemplo, cuando las series económicas de insumos y productos de las empresas agrícolas se recolectan por muestreo y no mediante estudios de cobertura completa, como sería con la intervención de la fotointerpretación previa, se puede hacer con personal altamente calificado y disciplinado, ya que el muestreo en sí, no es la respuesta a todas las necesidades de información, sin embargo, debe evaluarse como una posibilidad para recolectar todo tipo de datos.

Es así que en muchos casos se considera que hasta los métodos aéreos, que en cierto sentido permiten o parecen permitir una cobertura completa, son más útiles como medio de elevar la eficiencia del muestreo terrestre, o lo que es igual, de reducir el número de muestreos en el terreno que se necesitan para alcanzar un nivel dado de precisión.

La administración de los programas gubernamentales que generan información sobre los recursos naturales en todo momento relaciona el análisis con el problema más general de fomentar el desarrollo económico. Sin embargo la obtención de informaciones de este tipo presenta análogos problemas tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. En el caso latinoamericano han surgido algunas conclusiones de la experiencia de unos pocos países.

Baste considerar el planteamiento hipotético siguiente, que podría resumir sobre la forma de lograr el rápido desarrollo de los recursos naturales y hasta de todo el país: “En el pasado nuestros recursos naturales fueron explotados sin orden ni concierto, procediéndose por tanteos sucesivos; hasta podría decirse que se actuó en forma irracional, pues para poder elegir el mejor camino es necesario contar con un conocimiento previo de la materia.

Otro planteamiento enfatiza: “Afortunadamente, las técnicas modernas nos permiten reunir fácilmente informaciones sobre los recursos naturales y a un bajo costo. Ya no valen las excusas para planificar la explotación de los recursos naturales sobre la base de informaciones incompletas. De ahí que lo primero por hacer, es un inventario exhaustivo de los recursos físicos.

Este consejo, tan prometedor a primera vista, no puede seguirse al pie de la letra, ya que no sólo es imposible hacer un inventario completo de los recursos naturales, sino que tampoco es éste base indispensable para tomar decisiones prudentes sobre el aprovechamiento de los recursos naturales. Al respecto, cabe señalar que las informaciones proporcionados por el proyecto aerofotogramétrico realizado en Chile hace unos años no eran tan completas como se daba a entender en los informes sobre la materia.

Es así, que sea como fuere, se necesitan algunas informaciones, pero lo difícil es saber de qué clase, sobre cuales regiones y con qué grado de detalle. (Todo ello es parte de un anteproyecto fotogramétrico). Igual importancia tiene un aspecto a menudo descuidado: cómo deben organizarse los servicios que reúnen las informaciones y otras dependencias para satisfacer adecuadamente las necesidades y aplicar eficazmente las informaciones obtenidas; lo anterior impone un breve análisis sobre lo siguiente:

#### **4.3. La información como tipo de inversión.**

La acumulación indiscriminada de información no tiene sentido, por ello el problema estriba en saber cuánto debe gastarse en los diversos tipos de información. Como ese desembolso no se traducirá en una satisfacción inmediata de consumo sino que se empleará para producir otros bienes que sí dan esa satisfacción, es evidente que la información, desde el punto de vista del análisis económico, constituye un capital, y que tanto ella como los recursos naturales deben considerarse parte integrante del acervo de capitales de un país. No tiene importancia que los recursos naturales en su origen sean un don de la naturaleza y no producto del hombre. Como suelen no estar en condiciones de prestar servicios productivos mientras no se hayan realizado algunos trabajos adicionales (por ejemplo, determinar sus características), pueden asimilarse a los bienes de capital no terminados.

El acopio de información sobre los recursos naturales forma parte también del acervo de capital. El problema radicaría entonces en sentar algunos principios u orientaciones para administrar esta parte

del acervo de capital, determinando su tamaño y composición y la forma de lograr su mejor aprovechamiento.

No es novedad considerar la información como un tipo de capital, pese a que los no economistas se resistan a veces a aceptar este criterio. Con todo, al insistir en esa definición se va perfilando hacia cuál habrá de ser el mejor método de administrar la información sobre los recursos naturales y a saber organizar los servicios y las actividades de modo que encuadren en el proceso de toma de decisiones sobre inversión por el gobierno y las empresas privadas.

#### **4.3.1. Tipos de Información: sobre recursos naturales; innovaciones técnicas de producción; precios de producción y costos de información.**

Es importante distinguir entre la información sobre los recursos naturales propiamente dicha y la que implica una innovación en las técnicas de producción. Teóricamente, la función de producción es una relación entre productos e insumos, es decir, indica cuánto se puede producir por unidad de tiempo si se combina cierta cantidad de insumos por unidad de tiempo en determinada forma.

Para optar por una u otra combinación de insumos es preciso conocer los precios de éstos y de los productos, y tener los conocimientos técnicos o de ingeniería que se expresan en la función de producción.

La empresa productora hará los ajustes del caso para elevar al máximo las utilidades, es decir, el valor del producto descontado el costo.

Importa señalar que en la función de producción se traduce el estado en que se encuentra la información sobre los procesos de producción. El progreso tecnológico consiste en una modificación del acopio de informaciones de modo que con determinada combinación de insumos sea posible obtener una mayor producción. Podría decirse que se ha mejorado el “estado de las artes prácticas”.

La investigación, cuyo objetivo es modificar las funciones de producción, constituiría así una actividad muy dinámica en cuanto todos los productores podrían aprovecharla, de no mediar restricciones en materia de patentes.

Por el contrario, los desembolsos para reunir información sobre los recursos naturales mediante estudios o inventarios no alteran la naturaleza de la función de producción, ya que no perfeccionan la técnica para convertir un recurso natural en un artículo listo para prestar servicios productivos.

Los gastos por concepto de información (trabajos geofísicos, perforaciones, etc.) que demanda, por ejemplo, el beneficio de un mineral de cobre no son más que un insumo como cualquier otro. Aunque los hombres de ciencia o los especialistas en recursos naturales la llamen “investigación”, en contraste con el caso anterior, esta labor es una actividad de bajo dinamismo en el sentido de que la información que proporciona sólo sirve para una entidad de producción en una zona limitada.

La investigación sobre los nuevos métodos empleados en la búsqueda de recursos minerales o sobre los nuevos métodos de explotación agrícola tiene por objeto modificar las funciones de producción,

pero los gastos que se hacen en las actividades de esta índole no son gastos para generar información sobre los recursos naturales en el sentido que se emplea en este estudio.

Los tipos de actividades de información que se examinan en este estudio, son aquellas que tienden a ser realizadas por organismos especializados. Es decir, nos interesan los programas de recopilación de datos hidrológicos y meteorológicos, el levantamiento de mapas geológicos y las actividades relacionadas con la exploración minera, los estudios edafológicos, los estudios de la capacidad de uso de la tierra, los inventarios de bosques y actividades similares.

Aunque el objeto de la presente investigación no es examinar las técnicas empleadas para realizar el tipo de estudios antes aludido o formular sugerencias técnicas al respecto, debe tenerse presente que los métodos para reunir información han cambiado mucho en los últimos decenios, especialmente desde la Segunda Guerra Mundial.

En general, el uso de métodos mejores está vinculado con el empleo de aviones en mucha mayor escala, especialmente a través de la fotografía aérea, aunque también a través de su capacidad para transportar instrumentos sensibles y livianos a fin de medir variables que antes sólo podían medirse en el terreno, usando instrumentos delicados que a menudo eran de gran peso y de elevado costo.

La aplicación de estos métodos perfeccionados para reunir información ha abaratado mucho los costos, tanto que ahora es posible realizar lo que antes era imposible por sus altos costos.

El hecho de que ahora se pueda reunir tanta información es lo que ha provocado en gran medida las posibilidades de cometer errores -tanto en la asignación de los fondos como de personal cuya productividad puede ser muy superior a lo que indica su sueldo- son tan grandes que es imperioso hacer un examen detenido de esta materia. Es necesario saber exactamente qué información debe reunirse, que importancia tiene para el desarrollo económico y la mejor forma de utilizarla para elevar los ingresos.

#### **4.3.1.1. Costos de información recopilada.**

Los informes sobre los costos de recopilación de informaciones están plagados de imprecisiones. Lo más difícil es especificar los resultados, pues una misma expresión puede referirse a un producto final muy distinto. Por ejemplo, cuando se habla de un mapa de suelos de 1: 20.000, puede tratarse de un estudio en que se han hecho muchas comprobaciones en el terreno o de otro en que casi no se ha verificado la interpretación de las fotografías aéreas.

En los casos examinados son muchos los factores que influyen en el costo y varían enormemente de un lugar a otro. Por consiguiente, los datos representan una precisión muy aproximada obtenida del examen de los costos "típicos" que figuran en las estimaciones disponibles.

#### **4.3.1.2. Costos de la Aerofotografía en Estados Unidos.**

El costo de los estudios aerofotográficos a base de pares estereoscópicos depende de la escala y del tamaño, y de la ubicación de la zona estudiada. En los Estados Unidos el costo de un levantamiento fotográfico a escala 1: 20 000 en una zona más bien grande (por ejemplo 500 millas cuadradas)

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

parece fluctuar entre 2.50 y 5 dólares por milla cuadrada. Las estimaciones calculadas para los estudios efectuados en el norte del Canadá son un poco más altas y en América Latina más altas aún, fluctuando quizá entre 6 y 8 dólares por milla cuadrada.<sup>5</sup> (Datos de los 70's.).

#### 4.3.1.3. Costos aproximados de material fotográfico y control terrestre nacional.

En seguida se dan algunos costos aproximados del material de campo y gabinete que se utiliza en la elaboración de planos y cartas fotogramétricas, los cuales son aportación de:

#### BUSTAMANTE CONSULTORES, S.A. DE C.V. Y DEL INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFIA Y ESTADISTICA.

Por Levantamiento fotográfico				Por compra de fotografías existentes	
Escala	Cubrimiento mínimo	Costo	por km. <sup>2</sup>	Escala	Costo por Fotografía
1:20 000	25 km. Cuadrados	\$ 5 200.00	\$ 208.00	1:20 000	\$ 20.00
1:30 000	“ “ “	\$ 6 305.00	\$ 252.20	1:30 000	\$ 20.00
1:50 000	50 Km. “	\$ 7 660.00	\$ 306.40	1:50 000	\$ 20.00

#### Control Horizontal y Vertical

Control Horizontal	Costo /Punto	Control Vertical	Costo/Punto
Geodésicos	\$ 4 500.00	Niv. Geodésica /km., lineal.	\$ 2 000.00
Astronómicos	\$ 2 000.00	Topográfica /km., lineal.	\$ 1 100.00
Topográficos (Poligonal/km.,lin.)	\$ 1 500.00	Aneroidal /km., lineal.	\$ 100.00

El cuadro anterior nos presenta los costos del material fotográfico original y el existente a escalas diferentes, así como el apoyo terrestre horizontal y vertical de precisiones variables; el costo esta calculado de acuerdo a la escala del Levantamiento fotográfico y a su cubrimiento en kilómetros cuadrados; esto indica que a menor altura, menor cubrimiento y mayor número de fotografías y viceversa.

Para efectos de cálculo, se tomaron los mínimos, tanto de altura de vuelo como de cubrimiento fotográfico en kilómetros cuadrados; luego a partir de un vuelo a escala 1:20 000, sobre una superficie de 25 kilómetros cuadrados, el costo mínimo con equipo puesto en el área de trabajo, es de 5 mil doscientos pesos en moneda nacional; sobre esa misma superficie, un vuelo a escala 1:30 000, registra un incremento de 1 105 pesos; para un vuelo de 1:50 000, el incremento es de 2 460 pesos.

<sup>5</sup> Orris C. Herfindahl, "Los recursos naturales en el desarrollo económico", Editorial universitaria, 1970, Chile.



Estos precios no contemplan los gastos de traslado del equipo al lugar más cercano del centro de operación, ni los gastos de viáticos para el personal de vuelo: pilotos y camarógrafos.

Respecto a la compra de fotografías en existencia, su precio es fijo; para el cálculo del control horizontal y vertical, se tomó el sueldo de tres mil pesos diarios por equipo de trabajo para los puntos fijos y el recorrido en kilómetros lineales para el control vertical, tal como se apunta en el cuadro. Es de hacerse notar que para cada tipo de control se requiere tanto de aparatos de primer orden como de personal especializado, el cual hace base en un punto conocido para ir avanzando hasta el final de lo proyectado.

En este breve análisis sobre el costo fotográfico y el Control Terrestre, no se habla de comparar los costos estado unidenses con los mexicanos por dos simplezas entre otra. La primera es obvia ya que los sueldos en Estados Unidos de América, son muy superiores a los nuestros; por tanto esos productos hechos en Territorio Americano por ese concepto es más caro; la segunda se refiere a la obsolescencia de los costos por ser cotizaciones de los 70's.

#### **4.3.2. La Información en México.**

La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, fundada desde 1833 fue creada como un organismo asesor del Estado para la investigación, el estudio y la divulgación científica del territorio nacional y su problemática. Vale la pena, hacer alusión sobre algunos materiales geográficos, cartográficos y estadísticos que son parte de la historia patrimonial de México.

En 1851 se terminó la Carta General de la República, así como el Atlas y el Portulano. En la Carta se establecen los límites de la división territorial y la línea fronteriza con Estados Unidos en base a los tratados de 1812 y 1828, también contiene tablas comparativas de las principales alturas de la República, mapas reducidos para el estudio de la configuración física del territorio y cartas de sus ríos.

En 1869 se editaron las Tablas Geográfico Políticas del Reino de la Nueva España que elaborara en 1803 y 1804 Alejandro de Humboldt con datos sobre superficie, agricultura, fábricas, comercio, minas, rentas y fuerza militar<sup>6</sup>.

Sin embargo dentro de la participación cartográfica en el desarrollo del país se ha advertido un lento incremento en su aplicación real, ejemplo de ello los tenemos en la Comisión Geográfica Exploradora que fue creada expofeso, en la época porfirista, para el levantamiento topográfico y cartográfico del país, y debe hacerse notar que la toponimia y construcción técnica de estas cartas, fueron de excelente calidad: desafortunadamente dicha Comisión no llegó a finalizar sus trabajos, quedando la cartografía del país incompleta al desintegrarse aquélla.

---

<sup>6</sup> Samano P. Carmen, "150 años de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística" en Bassols Batalla angel (Coord.) Realidades y problemas de la geografía en México. Editorial Nuestro tiempo, 1982, México.

La utilidad principal que se perseguía en la construcción de estas cartas, era con fines estratégicos y para prevenir otra posible intervención extranjera en el país: así tenemos que las cartas de la Comisión cubrían exclusivamente la frontera Noreste y el litoral del Golfo de México. Se publicó la primera carta en 1893 y la última en 1919. Las funciones de la Comisión fueron disminuyendo hasta quedar constituido en Servicio Geográfico Militar y, por ende se redujo notablemente la construcción de cartas topográficas.

**Dadas las dificultades para el levantamiento cartográfico y la falta de apoyo institucional para realizar cartas topográficas, éstas tuvieron un retraso considerable nulificándose su publicación en algunas épocas de la preguerra mundial. Pero en general a partir de los años cuarenta existió un desarrollo notable en la Cartografía, con la utilización de la fotografía aérea, recientemente descubierta, misma que dio paso a la creación de la aerofotogrametría, base cartográfica moderna que permitió un desarrollo representativo en el renglón cartográfico.**

Fueron varias instituciones de carácter privado y público las que iniciaron una nueva era en la producción cartográfica en México cuyo resultado lo tenemos hoy día en el inventario cartográfico que existe en México, y de los cuales mencionamos los más representativos a partir de 1940:

- En 1941 Zepeda Rincón edita su obra “Geografía” y el Atlas de la República Mexicana.
- En 1943 el Comité Coordinador del Levantamiento de la Carta de la República Mexicana inicia la elaboración de la carta 1: 500 000 la cual se termina en 1958 y se publica en 1970.
- La Secretaría de la Defensa Nacional a través de la Comisión Cartográfica Militar realiza:
- En 1951 la Carta General de la República Mexicana 1:100 000.
- En 1955 la Carta topográfica de la Zona Norte del país (el levantamiento es a partir del paralelo 24° latitud Norte) faltando de cartografiar Baja California Sur 1:250 000.
- En 1958 la Carta topográfica: Carta táctica del Valle de México 1: 25 000.
- En 1960 Carta topográfica del Centro-oriente y Centro-occidente del país 1:100 000.
- En 1970 Carta de climas.

Estos datos fueron compilados y procesados por el Instituto de Geografía de la UNAM., y vaciados sobre las hojas 1: 500 000 de la Secretaría de la Defensa Nacional (1970).

En 1981 la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos realizó los estudio: Uso actual del suelo de la República Mexicana, a Escala 1:2 000 000 y el Atlas del medio físico de México.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Aceves G. Mauricio, “Algunas cartas y Atlas recientes”, en Bassols Batalla Ángel (Coord.) Realidades y problemas de la geografía en México, Editorial Nuestro Tiempo, 1982, México.

***RESUMEN, CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES***

## Resumen Y Conclusiones.

A continuación explico lo más importante del contenido de la investigación Titulada: Aplicación de la Fotogrametría, la Fotointerpretación y la Informática en los Sectores agropecuario, industrial y de los servicios en los siguientes términos:

### A) Resumen y Resultados:

Las teorías y los conceptos que se mencionan en el Capítulo 1, están enfocados básicamente a fundamentar el tema de tesis sobre las tres técnicas inmersas en una ciencia como es la economía ; para lo cual la fusión de esas tres técnicas convertidas en planos cartas y mapas o cada una según sus funciones, han de lograr en algunas ramas de esa ciencia hacerlas productivas, y en otras incrementar su productividad.

Para relacionar a la economía con ciencias de la tierra como es la geografía, nos hemos de referir al saber y al conocimiento sobre el mundo y las cosas que sobre él existen: lo ecológico o cultural, de donde se originan determinadas formaciones sociales; como fundamento conceptual se apunta lo siguiente: la relación del conocimiento teórico con los saberes prácticos se aceleran con el advenimiento del capitalismo, el surgimiento de la ciencia moderna y la institucionalización de la racionalidad económica.

Con el modo de producción capitalista se produce la articulación efectiva entre el conocimiento científico y la producción de mercancías, por medio de la tecnología. En este párrafo se patentiza que las ciencias sin apoyo de las técnicas no podrán materializarse. Para el caso de la geografía que es campo abierto para que la Fotogrametría y la Fotointerpretación comprueben su capacidad de productividad en ciencias como la economía a través de una de sus ramas ( la geografía económica ), se puede decir, que la geografía y la economía se relacionan en busca de la cientificidad de fenómenos afines a ambas ciencias, para ello, se han de retroalimentar una de la otra.

En toda ciencia se localiza una técnica afin a ella que es la base de su experimentación para su desarrollo, para ello, se han de conocer sus antecedentes y relaciones con otras ciencias, tal es el caso del Capítulo 2, cuyo contenido conlleva el propósito de conocer su origen, su desarrollo en el tiempo y su utilidad en ciencias y técnicas por su estrecha relación que entre ellas exista; para nuestro caso, tomamos como ejemplo a la Fotogrametría y a la Fotointerpretación.

La Fotogrametría se inicia en forma experimental por los hombres de aquellos tiempos dedicados a las ciencias y a las artes; Lambert experimenta con la Fotogrametría; Laussedat crea el primer aparato para Levantamientos fotogramétricos y Pulfrich agrega a su desarrollo el estereoscopio y el estéreo comparador; otros más como Rost y Bauersfeld, cuyos aparatos que aportan, a la fecha aun siguen en uso.

Como antecedentes de la Fotogrametría, que han dejado huella a través del tiempo, son las que por sus ventajas que presenta la modernidad de sus métodos aéreos, ha desplazado a los métodos terrestres. Con respecto a los antecedentes de la Fotointerpretación, éstos se registran a partir de la Segunda Guerra Mundial cumpliendo funciones de reconocimiento terrestre, a través de fotografías aéreas y aun se sigue ocupando de ello hasta la fecha, pero ahora las fotografías se han sustituido por

imágenes electrónicas desde satélites, las cuales después de su análisis, al instante se pueden reproducir.

Lo relevante de esta técnica se da en cuanto se fusiona con la Fotogrametría en calidad de insumo para darle expresión y lenguaje. Con el perfeccionamiento de los vuelos espaciales en 1972 se obtienen fotografías del Satélite ERTS - 1; con este avance, su reconocimiento es universal. Los de la Informática datan de una época muy reciente, puede decirse que de los 70's., a la fecha, aun cuando sus inicios se remontan a la época del ábaco, en la actualidad el uso de sus programas sintetizan la información, la ordenan y la divulgan por todo el mundo, lo cual dio origen al auge de su gran demanda que ha sido la base de su actual desarrollo.

En cuanto a la relación con otras ciencias y técnica, la Fotogrametría y la Fotointerpretación la tienen con ciencias de la tierra para materializarse en forma de planos, cartas o mapas, de cuya información se obtienen cartas temáticas económicas (agropecuarias, industriales y de servicios); políticas (información de la distribución territorial y sus límites internacionales); culturales (información sobre el desarrollo pasado, presente y futuro del hombre); en cambio la relación de la informática, es universal, es decir, no hay en la actualidad ciencias ni técnicas que escapen al servicio de ella, al menos en alguna de sus funciones para el proceso de su información.

El contenido del Capítulo 3, es alusivo a la aplicación de la Fotogrametría y la Fotointerpretación en los tres Sectores de la economía. En estos Sectores, además de usarse los planos, cartas y mapas, producto de la fusión de esas dos técnicas, ellas pueden aplicarse en forma independiente de acuerdo a sus funciones, tal como en seguida se explica.

La Fotogrametría materializa, mide y ubica geográficamente parte de la altiplanicie de la tierra o de toda ella en su conjunto de acuerdo a sus limitaciones, destacando además todo recurso económico natural o de arte que se pretenda contemplar en el proyecto; y la Fotointerpretación es la encargada de dar expresión y lenguaje a la simbología que se represente.

En el Sector agropecuario, estas técnicas dan a conocer el uso actual de la tierra y del análisis del resto en desuso, se dan alternativas para beneficiarse de su potencialidad.

En el campo ganadero de vacuno, la Fotogrametría y la Fotointerpretación lo proveen de alimentos en épocas difíciles, buscando abrevaderos y pastizales con la aplicación de la "característica de lugar" propia del intelecto del fotointérprete en cuanto a su conocimiento de suelos forestados por su clima, precipitación y altitud; además lo prevén de enfermedades por alimañas y pastos contaminados por aguas residuales, aplicando las características de textura y tonalidad; este mismo método es aplicable para la conservación de bosques y selvas de regiones cercanas a las grandes urbes.

En temas industriales y de servicios su aplicación también es productiva; en la rama industrial pueden ser empleadas en la etapa de la Localización, para el abasto de materiales de construcción y materias primas componentes del producto; en el Sector Servicios, considerado como el impulsor del dinamismo agropecuario e industrial, los estudios fotogramétricos y de fotointerpretación a su alcance motivan su productividad en cuanto reciben los beneficios de la infraestructura física e intelectual que el Sector Servicios maneja. Es así que en un estudio de catastro urbano, aflora para la

industria información sobre sus ventajas y desventajas de su ubicación para su comercialización, abasto de materia prima y competencia del producto.

Un estudio infraestructural en base a un catastro rural, es la alternativa más viable para descentralizar tanto a la industria como a la población, quienes emigran a la ciudad, la una en busca de obtener buenas utilidades con un mínimo de inversión y la otra un trabajo mejor remunerado capaz de satisfacer su necesidades.

El 4o., y último Capítulo, comprende la importancia en el desempeño de funciones de planificación a nivel regional, nacional y aún internacional la producción cartográfica fotogramétrica canalizada hacia programas de asistencia en exclusiva a países en vías de desarrollo, entre los cuales se contempla el nuestro. La finalidad de este análisis es medir desde un punto de vista econométrico o aún de la teoría general de los procedimientos de medición, la factibilidad del estado actual de las técnicas de investigación apoyadas con series estadísticas existentes para distinguir entre otros factores sus efectos, incluyendo en este caso las dos técnicas que nos ocupan, la Fotogrametría y en particular la información directa e indirecta de la Fotointerpretación en vitales temas sobre los recursos naturales en el desarrollo económico, cuya aplicación en países en desarrollo como el nuestro encontramos el ejemplo de lo que es el beneficio costo, resultado importantísimo para obtener ayuda oficial o créditos para cualquier tipo de investigación científica.

Un caso concreto de Beneficio - Costo se tiene en un proyecto de Levantamiento fotográfico para estudios impositivos a través de la tenencia de la tierra. En este proyecto se puede demostrar que el beneficio esta por encima del costo, aun sin llegar a disminuir los costos racionalizando el cubrimiento, esto es, programando los Levantamientos en áreas económicamente activas a escala exclusivas. (Las propias para su fotointerpretación). Sin embargo para fines tácticos generales, siempre será obligatorio en cualquier país del mundo contar con un cubrimiento de cartas a escala 1:100 000 y mapas de 1:500 000 a 1: 2 000 000. Para el caso de México, además de esas escalas, cuenta con una 1:50 000 y otra táctica en elaboración de 1:25 000.

Sobre el tema de la información como tipo de inversión, algunos usuarios consienten que la "acumulación indiscriminada no tiene sentido", por lo que proponen que deben hacerse cálculos para saber cuanto ha de gastarse en cualquier tipo de información; y eso para nosotros los economistas se constituye en un capital, ya que si esa aportación no se traduce en una satisfacción inmediata de consumo, sí se apropia para producir otros bienes que dan satisfacción y en este caso está el acopio de información de los recursos naturales, considerados también como acervo de capital.

Lo anterior no debe confundirse con la inversión en innovaciones técnicas de producción, que en teoría es una relación entre productos e insumos, esto indica el cálculo de producción por unidad de tiempo al combinar cierta cantidad de insumos por unidad de tiempo en forma determinada.

## B) Conclusiones.

### Políticas:

1. La aplicación de la Fotogrametría y la Fotointerpretación para elaborar cartas y mapas, es de la exclusividad del estado, tanto por su capacidad administrativa como por su uso a nivel institucional; sin embargo, existen empresas dedicadas también a ese ramo, las cuales, por falta de mercado maquilan a las instituciones públicas que las requieren.

2. La deficiente divulgación de estas dos técnicas es responsabilidad de quienes tienen su exclusividad y han hecho de ellas, que tanto empresarios como intelectuales desconozcan las ventajas que como técnicas pueden aportarles, aún en detrimento de sus intereses tanto empresarial como del estado, al no dar a conocer la información que celosamente tienen atesorada.

### Tecnológicas:

1. Aun cuando los avances tecnológicos espaciales quieran aplicarse a los métodos fotogramétricos y de fotointerpretación, al menos en el corto y mediano plazo, la fotografía aérea que es la esencia de la aerofotogrametría, no podrá ser sustituida, ya que goza de una gran demanda por la nitidez de la riqueza de su contenido, tanto en recursos naturales como infraestructurales; sin embargo no se deja de reconocer que en cuanto a control horizontal y vertical de gran magnitud es insustituible.

2. La tecnología más reciente a parte del control espacial desde satélites, es el Ortofotoplano que se introdujo a México en la década de los 60's., el cual adolecía del problema de ligas entre los formatos de su producto, lo cual en el mediano plazo se pudo corregir; mas no la restitución altimétrica que se dio en un plazo mayor. Esta ventaja tecnológica ha incrementado su uso, pero nada en la actualidad ha desplazado al método tradicional de hacer planos, cartas y mapas y mucho menos al experto en la técnica de interpretarlas.

3. Las Cartas topográficas difieren de las de reconocimiento, por su precisión, por su uso y por su costo, el cual está en proporción directa a su precisión. Los tres conceptos que la distinguen, se relacionan entre sí, por ser una consecuencia de las otras: de la precisión se deriva su demanda o uso y su precio. Las de reconocimiento por su costo carecen de precisión, pero cumplen con sus fines.

4. Actualmente, a través de la informática se pueden utilizar programas cartográficos temáticos computarizados de información existente de cualquier parte del mundo a través del Internet y otros organismos internacionales de Fotogrametría que existan en otros países.

5. Al aceptar por los científicos que sólo hay ciencia donde hay medida, función que les permite tanto a la Fotogrametría como a la Fotointerpretación dar a conocer con exactitud medidas de longitud y de superficie en conjunto o cada una en su campo de aplicación. Para el caso de la Fotogrametría, los cálculos de medición se hacen sobre sus planos y cartas y sobre fotografías estereoscópicas para el caso de mediciones por Fotointerpretación.

Por el método de Fotointerpretación se logra la acotación óptica, de donde se derivan las equidistancias de las curvas de nivel acordes a la escala del plano o carta fotogramétrica expedita.

## **Económicas.**

1. El empleo del producto de la Fotogrametría y la Fotointerpretación es aplicable en cualquier instancia gubernamental y privada por su contenido particular y universal que concentran, es decir, información del mundo que nos rodea.

2. Las Cartas topográficas y Mapas geográficos por su elevado costo constituyen un monopolio natural del Estado, ya que a la empresa privada no le interesa la competencia de ese ramo por falta de mercado lucrativo; no así al mercado estatal que por su bajo precio y su alto contenido informativo monopoliza la demanda, por tanto, se puede decir, que el beneficio es mayor que su costo en términos sociales.

3. A nivel de planos fotogramétricos las empresas privadas se ocupan de su reproducción con un grado de precisión de acuerdo al tipo de trabajo que se proyecte; en el campo, el costo es más económico por la elasticidad de su precisión; si es en la ciudad sus costos aumentan por la exigencia de su precisión y la problemática que ésta presenta en el desarrollo del trabajo.

4. En casos de maquila de cartas topográficas, las empresas privadas obtienen fabulosas ganancias siempre y cuando se les provea del material de campo terrestre y aéreo que es el más costoso; además, deben contar con personal especializado en aerofotogrametría y cartografía automatizada, desde su Proyección hasta su publicación.

5. Por lo general la técnica de reaprovechamiento de la cartografía existente, es muy económica, la cual se utiliza para trabajos de reconocimiento aéreo en Levantamientos fotográficos y geodésicos, así como también en anteproyectos de información sobre la ocupación y posesión del suelos.

6. La Fotogrametría y la Fotointerpretación en México, tienen un campo de aplicación muy selecto, por lo que la generación de empleos en este ramo, es más técnica que administrativa. Quizá sea esta la razón de su elevado costo de producción.

## **Sociales.**

1. Las Cartas y Mapas se diseñan en busca de obtener algún beneficio para la sociedad en general y en particular a un pequeño grupo de esa sociedad componentes de compañías especializadas en diversas ramas de ciencias de la tierra; ambas sociedades con sus estudios y proyectos cubren sus necesidades, la primera (de gran magnitud) para su uso en general y la segunda de corto y mediano alcance para uso particular o general previo pago de peaje, como son las pistas aéreas y autopistas terrestres, entre otros ejemplos; contribuyendo ambas partes en la generación de empleos tanto de construcción y mantenimiento como de operación y administración.

### **B.1) Conclusiones sobre México.**

A través de este trabajo, puede valorarse lo que la Fotogrametría, la Fotointerpretación y la Informática, con las aportaciones de ciencias y técnicas de la tierra como la Geografía, la Geodesia, la Astronomía y en general las anteriormente contempladas, han logrado en el avance significativo del país, en aspectos fundamentales como:



I) Planos, Cartas y Mapas precisos, con fines diversos.

II) Inventario de los Recursos Naturales del país.

III) Detección de:

a) Suelos potencialmente agrícolas, pecuarios y forestales.

b) Tierras productivas cultivadas o inactivas.

c) Tierras desforestadas.

IV) Planeación y Localización de Zonas Industriales.

V) Ubicación de regiones ganaderas.

VI) Detección de plagas.

VII) Catastros Urbanos y Rurales.

VIII) Estudios de suelos.

IX) Proyectos de irrigación y tantos otros aspectos contemplados en el interior de esta tesis.

Es evidente que Secretarías como la de Comercio y Fomento Industrial, de Comunicaciones y Transportes, de Desarrollo Social, de Educación Pública, Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Pesca, de Turismo, de la Defensa Nacional, de Marina, y Organismos como Petróleos Mexicanos, podrán fundamentarse en todo lo que esta tesis expone, para el logro de resultados satisfactorios, en las distintas áreas de trabajo que les son conferidas.

### **C) Recomendaciones:**

**De acuerdo a las conclusiones anteriores, se sugieren las siguientes recomendaciones:**

C.1. Que el Estado comparta la carga cartográfica a través de una empresa particular que concentre a la pequeña y mediana empresa fotogramétrica en un mediano plazo con tendencias a transformarse en una industria cartográfica en un mayor plazo de maduración, en donde se concentren estudiosos de las ciencias de la tierra y del universo que la rodea.

C.2. Respecto a la deficiente o nula difusión de que son objeto la Fotogrametría y la Fotointerpretación en nuestro medio profesional, es recomendable crear una cátedra al final del ciclo escolar en el corto plazo sobre estos temas, con miras hacia un diplomado para economistas en el mediano plazo, donde encajan todas las materias descritas en esta tesis para hacer de la Fotogrametría, Cartografía topográfica, y de ésta, derivar los Mapas geográficos, los cuales se convertirían en herramientas inseparables de todo economista especializado en Formulación y Evaluación de Proyectos sociales y privados, por el ahorro de tiempo que representa dinero en el uso de la información que contiene del universo, que le es de utilidad en la formulación de sus proyectos.

C.3. Para aplicar la Topografía y la Aerofotogrametría espacial en estudios locales, que es lo usual en empresas particulares, es necesaria la reproducción de fotografías espaciales a escalas acordes al tipo de fotointerpretación que se requiera, es decir a escalas de 1:20 000 hacia abajo (directas, no reducciones) en el mediano plazo y el desarrollo de la percepción remota en lugar del fotoanálisis previo y la posterior clasificación de campo del contenido en la superficie y en el interior de la tierra, en el largo plazo. Lo anterior responde a la actual fotointerpretación en combinación con la gravimetría.

C.4. Para que la Fotogrametría y la Fotointerpretación retroalimenten su tecnología, es necesario que las Sociedades en pro de estas técnicas, Tecnológicos y Universidades promuevan con regularidad Convenciones a nivel mundial, premiando a ponencias innovadoras de alguna de las técnicas antes mencionadas.

C.5. Para que los costos de Cartas y Mapas, productos de la Fotogrametría y la Fotointerpretación se minimicen, es necesaria la compilación de toda información de esa especialidad en un Banco de datos para la adquisición del material de campo que sea necesario en el proyecto de trabajo; con ello se ahorraría tiempo en su elaboración y dinero en sus costos, lo cual abarataría el producto. Esto podría ser un avance para la industrialización cartográfica en el largo plazo.

C.6. Es recomendable que los programas cartográficos temáticos computarizados, sean incluidos como parte de la educación media superior en el corto plazo, ya que a la fecha es muy necesario conocer la geografía de la producción, física e intelectual.

C.7. Como técnicas de reaprovechamiento cartográfico, se pueden incluir las de actualización mediante cubrimientos fotográficos recientes, ya sea por enriquecimiento de nuevas obras; detección de lo destruido por el tiempo o por elementos naturales.

C.8. El control horizontal y vertical de Cartas Topográficas existentes, así como el fotocontrol de las mismas, son aplicables a Levantamientos fotográficos recientes para elaborar planos y cartas de reconocimiento a costos de gabinete, calculando que el costo del material de campo es casi el 50% del costo total del proyecto de un Levantamiento fotogramétrico.

C.9. En cualquier trabajo de reconocimiento es recomendable el uso de las cartas topográficas más recientes; sin embargo, las de reconocimiento actualizadas o reconstruidas y las elaboradas con apoyo horizontal y vertical existente, serán de gran utilidad para que en un corto tiempo se puedan realizar anteproyectos en regiones carentes de cartografía o por cambios radicales en su suelo.

C.10. Los trabajos empresariales sean fotogramétricos o infraestructurales privados, después del usufructo de su vida útil, deberían considerarse de uso común y gratuito, o al menos al alcance de las mayorías, quitando por vez primera la explotación de por vida, vía mantenimiento, tal como sucede con algunas vías de comunicación y centros vacacionales.

**D) B 9 B L 9 O G R A 7 9 A**

**BIBLIOGRAFIA BASICA.**

Aceves G. Mauricio, "Algunas cartas y Atlas recientes", en Bassols Batalla Angel (Coord.) Realidades y problemas de la geografía en México, Editorial Nuestro Tiempo, 1982, México.

Congresos Primero y Segundo Nacional de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia. Ponencias de las siguientes Especialidades. Mexico, 1971, 1973.

Almazán R. Rafael. "Factibilidad de vuelos fotográficos". (Meteorología). (Primer Congreso) 1971

Aguilar Fuentes Luis. "La Fotointerpretación en la tipología agrícola del Catastro rural". (Segundo Congreso), 1973. México.

Colín M. José ; Rojas B. V. y Vera G. Angel. "Administración de la red de área local del Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.". Tesis Profesional de los Lic. en Informática. (Instituto Politécnico Nacional.), 1993.

Arvizu Días Raymundo. "Estación Astronómica de 1er. orden" Tesis Profesional de Topografía y Geodesia. (UNAM), 1973.

Bassols Batalla Angel, "Aspectos teóricos de la geografía económica", en Geografía Económica de México, 5a. Edición Trillas, México 1982.

Díaz Carrillo H. "Fotogrametría y Catastro". (Segundo Congreso), 1973. México.

Dobner K. Horst . "La Aerotriangulación con modelos independientes". (Segundo congreso), 1973. México.

Espinoza H. Alfonso. "Las ventajas del uso de fotografías aéreas a color en el Inventario de recursos naturales del país". (Segundo Congreso), 1973. México.

Espinosa Mondragón S. "La Fotogrametría y la Fotointerpretación en la formación del Inventario Nacional". (Segundo Congreso ), 1973. México.

F. Martínez Fortunato. "Utilización de la fotografía a color y color infrarrojo en estudios de un distrito de riego". (Segundo Congreso), 1973. México.

G. R. Clark. "Estudio de los suelos en el campo". (Segundo Congreso), 1973. México.

Gonzalez Sebastián. "Importancia de la Carta de uso Potencial de la tierra para el Catastro Rural". (Segundo Congreso), 1973. México.

Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Segundo Simposio sobre Fotointerpretación Aérea, realizada del 13 al 15 de marzo de 1967 en Ottawa, Canadá, publicación No. 312, México, 1968.

Leff Enrique, "Ciencia, técnica y sociedad". México, ANUIES, 1977.

Leff Enrique, "Sobre la articulación de la ciencia en la relación naturaleza-sociedad", en Ecología y Capital, Siglo XXI Editores, México, 1994.

Morales Méndez Sivestre José. "Problemas Económicos de México".  
Edit. Mc Graw-Hill. 1994.

Orris C. Herfindahl, "Los recursos naturales en el desarrollo económico", Editorial universitaria, Chile 1970.

Parra García José. "Fotointerpretación en a la localización de aguas subterráneas". (Segundo Congreso), 1973. México.

Padilla Audiac H. "Problemas del Catastro urbano y rural". (Segundo Congreso), 1973. México.

Peña Guerra Felipe. "Principios de Fotointerpretación". (Primer Congreso 1971). México.

Pierre George, La investigación en Geografía Humana. "En Los Métodos de la Geografía", Colección ¿Qué sé?, No. 96, Ediciones oikos-tau, España 1973.

Putman C. William. "Fotointerpretación". (Segundo Congreso), 1973. México.

Raymond E. Davis, F. S. Foote y Joe W. Kelly. "Tratado de Topografía".  
Edit. Aguilar. 1972

Rodríguez Peña Federico. "Fotogrametría, sus aplicaciones al establecimiento de zonas regables y a los Levantamientos Agrológicos". Tesis Profesional. (Escuela de agricultura de Chapingo), 1959. México.

Román Flores David. "Uso actual del suelo mediante fotointerpretación". (Congreso de 1973) México.

Rourker D. John. "Uso de las fotografías aéreas en la clasificación de suelos". (Congreso de 1973). México.

Servicio Geodésico Interamericano. Publicación sobre "Altimetría" (1955).

Servicio Geodésico Interamericano. Publicación sobre "Clasificación de campo". (1963).

Talbert Abrams. "Levantamientos aéreos y fotointerpretación". (Ponencia en el Congreso de 1973). México.

Véase Hearings Before Senate Appropriations Subcommittee, 89th Cong., 2nd sess. (1966), Department of the Interior and related Agencies Appropriations for fiscal Year 1967. Part 1, pp. 577 y 578, y Hearings Before Senate Appropriations Subcommittee, 90th Cong., 1st. sess. (1967), Department of the Interior and related Agencies appropriations Fiscal Year 1968, p. 4º12.

Villanueva Ortíz Benjamín. "La conservación y mejoramiento de los suelos". Ponencia del Segundo Congreso en 1973. México.

Vivó A. Jorge. "Geografía Física". Editorial Herrero. 1978.

**E) A N E X O S**

## ANEXO I. LA FOTOGRAMETRÍA COMO TÉCNICA.

La Fotogrametría se define, como la ciencia que estudia la elaboración de planos y cartas en combinación de la fotointerpretación y en base a mediciones hechas sobre fotografías aéreas o terrestres.

Los primeros ensayos sobre imágenes de objetos, como quedó asentado en los antecedentes de la Fotogrametría, fueron las perspectivas centrales, hechas por Lambert y como se apunta se necesitaron 91 años para iniciar el desarrollo de esa técnica. Dentro de ese período, son importantes las invenciones y descubrimientos de Laussedat, Puflich, Rost, Scheimpflug con su Triangulación Radial y Bauersfeld con su última innovación en aparatos; después se dan a conocer otros de un orden inferior. (Ver ilustraciones del Anexo III.3, III.1 A) Instrumentos).

La Aerofotogrametría o Fotogrametría aérea, es el método que viene a desplazar por su calidad y rapidez a la Fotogrametría terrestre, cuyo levantamiento se hacía con una cámara fotográfica montada sobre un tripié en forma circular o desde diferente ángulo o diámetros, entre una toma y otra, calculando sus sobreposiciones respectivas.

La aplicación de la fotografía a la topografía, dio origen al nombre de fototopografía, que se define como la “aplicación de la Fotogrametría a la Topografía”, la cual se inicia a partir de 1925 en levantamientos de gran magnitud.

**En la elaboración de una carta, se ha de seguir el siguiente proceso:**

### ETAPAS FUNDAMENTALES:

- a) Selección del sistema de proyección.
- b) Programa de vuelo.
- c) Proyecto de Control horizontal.
- d) Triangulación Radial.
- e) Dibujo Planimétrico gráfico.
- f) Proyecto de Control Vertical.
- g) Altimetría o Configuración.
- h) Restitución automática.
- i) Sobrepuesto de vegetación.
- j) Fotoclasificación de campo.
- k) Toponimia
- l) Grabado.
- m) Imprenta y Publicación.

### Desarrollo del proceso:

#### a.1). Selección de Sistemas de Proyección.

Al elegir un sistema de proyección se busca que llene las siguientes condiciones:



- 1) Conservar los ángulos y alterar al mínimo las superficies.
- 2) Conservar las superficies reduciendo al mínimo la alteración de los ángulos.
- 3) Alterar lo menos posible las longitudes o distancias lineales.

Cualquiera de las opciones anteriores se elegirá de acuerdo a las finalidades y ubicación del proyecto; por tanto, las proyecciones equivalentes más usadas son:

- 1) la azimutal de Lambert.
- 2) la cónica de Lambert.
- 3) la cónica de Albers.

Las proyecciones conformes más comunes, son:

- 1) La cilíndrica de Mercator.
- 2) La policónica de Gauss,
- 3) La estereográfica cónica de Lambert.

Es recomendable como el mejor sistema de proyección la Transversa de Mercator, ya que, por ser conforme y equivalente a la vez, y con la gran precisión de la geodesia y la topografía de primer orden, altera al mínimo los datos tomados en el campo.

#### **Descripción y utilidad de la Cuadrícula Universal Transversa de Mercator.**

Esta cuadrícula es un sistema que consta de 2 elementos:

a) Proyección Transversa y b) Cuadrícula Ortogonal; la posición de un punto cualquiera de un mapa queda fijada tanto por sus coordenadas ortogonales en relación a la Cuadrícula, como por sus coordenadas geográficas (Latitud y Longitud).

a.1) Se le dice transversa porque es proyectada sobre un cilindro tangente a la tierra, en base a un Meridiano en lugar de serlo a lo largo del Ecuador.

b.1) La cuadrícula ortogonal es un conjunto de cuadros perfectos.

Este sistema que abarca de 0 a 80° de latitud N y S, fue dividido en fajas de 6°, cuyo origen es el Meridiano Central de cada faja; los valores del Esferoide de Clarke (1866) fueron tomados como base para toda América del Norte; el Sistema de Proyecciones en mención es conforme, ya que dentro de ciertos límites, la forma de las áreas en la superficie terrestre se conserva sobre el mapa, y las distancias y los ángulos medidos en la proyección tienen valores muy próximos a los correspondientes sobre la superficie terrestre.

**Sus ventajas son:**

- 1) Que pueden situarse puntos por coordenadas de cuadrícula y geográficas, así como medirse directamente sobre la carta, distancias y ángulos.
- 2) Se localizan y se sitúan puntos o accidentes, empleando las coordenadas de cuadrícula o las del caneavá geográfico.
- 3) Las tablas para el trazo del caneavá y cuadrícula de cualquier parte del mundo (80° N a 80° S) han sido calculadas y publicadas por el Army Map Service de Washington, para intersecciones de Meridianos y Paralelos de 5' y 7'30" de intervalo.

**b.1). Programa de Vuelo.****Datos necesarios:**

- 1) Area por fotografiar: se conoce mediante el vuelo de reconocimiento.
- 2) Distancia focal de la cámara: la más común es de 15 cm.
- 3) Escala de las fotografías: la que se indique en el proyecto de vuelo.
- 4) Traslape lateral y longitudinal: un mínimo de 30 % lateral y de 60 % longitudinal.
- 5) Velocidad aproximada del avión: para Jet es de 800 km./hora; para bimotor es de 200 km./hora en vuelo de tráfico.
- 6) Condiciones del tiempo: despejado.

**c.1). Proyecto de Control Horizontal.**

Se compilarán para su uso todos los puntos de 1er. orden, obtenidos por triangulación geodésica, además los de las redes de apoyo de 2o. y 3er. orden, como poligonales y observaciones astronómicas con astrolabio; en caso de no contar con el suficiente apoyo se enviarán al campo brigadas para su elaboración.

**d.1). Triangulación Radial.**

Este sistema se aplica cuando se va a llevar a cabo una restitución fotogramétrica por medio del Aeroprojector Múltiple; para ello, se requieren puntos de control al principio y al final de la plantilla elaborada para dicho restituidor.

El apoyo horizontal que se utiliza en este tipo de triangulación, consiste, en puntos de triangulación geodésica, topográfica o vértices de poligonal de 1o. y 2o. orden. El apoyo vertical se basará en cotas determinadas por nivelación geodésica, topográfica, trigonométrica o por lecturas con altímetro.

Estos puntos se localizan en el terreno a través de una descripción y se pican con un alfiler en la fotografía correspondiente.

Picados los puntos de apoyo como se ha mencionado, se les trazará una dirección representada por una regleta metálica de las correspondientes a cada centro de las armazones de las fotografías que los contengan. Las armazones pueden ser de cartulina ranurada o regletas de acero especiales que inciden del punto principal de la fotografía a todos los registrados en ella (puntos principales transferidos, de liga, de pase y de control), las cuales al tenderse se clavan con alfileres sobre una base de cronaflex, mismas que al levantarse, dejan la huella del material punzante usado, los cuales se circulan y colorean con un compás de bomba; en roja los principales, en azul los de pase y liga, en negro con su símbolo correspondiente los de control. Después de este proceso, se fracciona la sábana, producto del tendido de las regletas que han de ser del tamaño proyectado para su publicación. (No mayor de 7' 30'' cuadrados para escalas de 25 mil; de 20' de Latitud x 15' de Longitud para las de 50 mil; de 40 minutos de Longitud por 30 minutos de Latitud para las cartas de escala a 100 mil y de 3 grados de Longitud por 2 de Latitud para las escalas de 500 mil).

El éxito del amarre o liga de las armazones de regletas metálicas dependerá, de la serie de puntos de apoyo horizontales repartidos con regularidad, en la periferia y al interior del cubrimiento fotográfico proyectado, el cual previamente, se ha fijado sobre el plano de restitución y clavado con alfileres sobre el soporte que le sirve de base. (Anexo III.3, III.2 B), ilustración III.2 - b.3).

Al quedar concluida la triangulación radial de la zona proyectada se obtiene una precisión horizontal aceptable, siempre y cuando, el terreno sea plano y las fotografías tengan una inclinación no mayor de 3 grados.

Apoyándose en esta triangulación, se elaboran los fotomosaicos rectificandos; para ello, se han de eliminar los errores derivados de la inclinación de las fotografías, (por el movimiento del avión en el momento de la toma), se utiliza el método de estereo-plantillas, que permite obtener la dirección de cada fotografía por medio de un instrumento estereoscópico que las nivela, eliminándose así el desplazamiento por el banqueo o cabeceo. (Véase Anexo III.3, III.2 B), ilustración III.2 - b.8).

### **e.1). Dibujo Planimétrico gráfico.**

Con el mismo cubrimiento fotográfico de la triangulación radial, se ha de continuar el dibujo o restitución planimétrica, aplicando aparatos o plantillas cuadrículadas. Cualquiera de los dos métodos incluye lo siguiente: el retoque de las fotografías (aplicando la Fotointerpretación), de todos los accidentes naturales y artificiales del terreno.

Para el caso del dibujo con aparatos, este debe ser monocular (skesh master o rectiplanógrafo fairchild), orientando la fotografía pegada a su base, sobre los puntos de la plantilla que es parte de la triangulación radial, que han de ser los mismos del cubrimiento fotográfico. Después de haberse hecho incidir los puntos del plano con los de la fotografía en el aparato, con movimientos manuales, se transfiere al plano toda la información capturada en la fotografía y al terminar se continúa con las siguientes, ligándose entre sí hasta terminar con la última fotografía triangulada.

Para dibujar con plantilla cuadriculada, ésta ha de ser proporcional al tamaño de la fotografía según la escala por restituir, para ello se procede como sigue:

1. Se construye una mascarilla transparente cuadriculada del tamaño de la escala de la fotografía, con ocho cuadros que midan una distancia proporcional a la contenida entre los dos puntos principales transferidos a la fotografía que se va a dibujar (las pares), los cuales corresponden a las fotografías uno y tres, (anterior y posterior de la misma línea). Para orientar la mascarilla cuadriculada, se sobrepone su centro en el puntos principales de la fotografía por dibujar y se alinea con el primer punto transferido, quedando de esa manera orientados los cuadros de la mascarilla para el trazo del dibujo al tanteo, con una proporción aceptable de acuerdo a su escala.

2. Para dibujar la planimetría sobre el plano o plantilla de restitución, producto de la triangulación radial, se construye otra cuadrícula que será proporcional a la escala del plano tal como sigue:

Este procedimiento es el mismo que se sigue para la construcción de ambas plantillas, en lo único que difieren es en los datos que cada una retoma para su construcción: Para la cuadrícula de la fotografía, se toma la distancia que hay entre sus puntos principales transferidos. Construida dicha cuadrícula, servirá de modelo para todo el cubrimiento fotográfico; en cambio la cuadrícula de dibujo, se construirá en base a la distancia que se registre entre los mismos puntos de la fotografía antes mencionada, situados por triangulación radial sobre la plantilla de dibujo. En seguida se traza una línea horizontal de esa medida, la cual se divide en ocho partes iguales del modo siguiente: se toma como vértice el extremo izquierdo de la línea horizontal antes mencionada, desde el cual, se traza otra línea con rumbo S 45 grados Oeste, dividiéndola con un compás en ocho partes iguales y empleando un juego de escuadras, se hace tangencia con los dos primeros puntos del extremo derecho de las dos líneas y deslizando una escuadra sobre la otra, se hace tangencia con el siguiente punto, el cual se transfiere con una huella sobre la línea base horizontal y así se continúa hasta transferir la tangencia del octavo tramo. Terminada esta división, se construye en base a esas medidas, la cuadrícula de dibujo. (Para el caso en el que se disparen de la plantilla en forma notoria los puntos principales transferidos al plano con respecto a los de la fotografía, la distancia de la línea base para construir la plantilla, se toma entre el punto principal de la fotografía y el transferido más disparado).

En este método de triangulación radial, el dibujo planimétrico es la estructura en la que se apoyará la Altimetría para efecto de su configuración con curvas de forma, adaptadas al control vertical distribuido sobre dicha planimetría.

Las curvas de forma se logran como su nombre lo indica, dando forma con un crayón, al relieve impreso en un par de fotografías estereoscópicas, vistas a través de un aparato estereoscópico. Dichas curvas se trazarán por interpolación de las cotas transferidas sobre el contorno del relieve que presente la fotografía, siguiendo una línea imaginaria tangente a las cotas transferidas de la misma altura.

Para acotar un conjunto de fotografías, se parte de dos cotas conocidas con diferencias de altura, la cual se interpola sobre el relieve de la fotografía, con espacios proporcionales a la equidistancia de las curvas según su escala y a la diferencia de las cotas.

Por ejemplo: para escalas 1:50 000, la equidistancia entre las curvas de nivel, es de 50 metros y si se tiene una diferencia entre cotas de 320 metros, serán 6 intervalos por acotar de 50 metros cada uno, por abajo de las cotas que no alcancen los 50 metros. Interpolado este espacio, se transfieren estereoscópicamente esas cotas interpoladas sobre el relieve de la fotografía, a las cuales se les da continuidad en la siguiente fotografía para su acotamiento y así sucesivamente hasta encontrar otra cota conocida, con la cual se hace el ajuste, repartiéndose el error en más o en menos entre el total de las cotas transferidas estereoscópicamente y este método se hace rutinario hasta conseguir acotar la última fotografía de esa línea.

Acotada la primera línea del mosaico, se transfieren las cotas de los extremos a la línea lateral que le sigue, iniciando el proceso de acotamiento de la segunda línea hasta encontrar otra cota conocida (de nivelación geodésica, topográfica o barométrica), repartiendo el error como se dijo anteriormente, y así sucesivamente se sigue hasta terminar con el cubrimiento fotográfico proyectado.

En seguida del proceso de acotamiento estereoscópico, se interpolan las cotas con curvas de nivel coloreadas con crayón rojo y con los mismos aparatos empleados para dibujar la planimetría, se dibujarán las curvas estereoscópicas de forma o a falta de ellos se dibujarán con plantillas cuadrículadas, distinguiéndose una de ellas por su grosor cada 250 metros, denominada curva maestra.

### **f.1). Proyecto de Control Vertical.**

Para un proyecto de esta índole, se requiere suficiente cantidad de puntos, cuyas alturas son determinadas por varios métodos. Si es que se trata de acotamientos para el métodos de triangulación radial, solo basta con un mínimo de 20 lecturas por punto con alfiler, tomadas en distintas horas del día; pero cuando se van a usar en aparatos restituidores automáticos, se han de requerir puntos cuyas alturas hayan sido obtenidas a través de nivelaciones geodésicas y topográficas de 1er. orden.

#### **g.1). Altimetría o Configuración.**

La representación de cerros, montañas, depresiones y en general el relieve de la superficie del terreno, se hace por medio de curvas de nivel, sea por uno u otro método de triangulación conocido y la equidistancia entre éstas, va de acuerdo a la escala de la carta. Para escalas de 500 mil a menos de 1 millón, la equidistancia ideal entre curva y curva, es de 200 metros, con acotaciones en las cimas montañosas de alturas menores a los 200 metros; para escalas de 50 a 250 mil, la equidistancia es de 50 metros; para las de 25 mil, es de 20 metros; para 10 mil, es de 10 metros; para 5 mil, cinco; para 1000, 1 metro y para escalas de 1: 500, se apropia una equidistancia de 50 centímetros, considerada como la mínima para planos de construcción.

#### **h.1). Restitución con aparatos automáticos. Definición:**

Restitución planimétrica, es el proceso empleado para recuperar mediante aparatos automáticos, las dimensiones y formas de las imágenes de objetos y rasgos topográficos impresos en una fotografía en perspectiva (distorsión de ángulos y formas por la lente convexa que las toma), mediante símbolos convencionales, dibujados sobre una plantilla especial que incluye, canevas geográfico y coordenadas de cuadrícula.

La restitución altimétrica o configuración, es el seguimiento que se le da a cada una de las cotas calculadas por el método de aerotriangulación a través del punto flotante, componente principal de cualquier aparato óptico u óptico-mecanismo de restitución automática, como los presentados en las ilustraciones III.1 A.2) y III.1. A.3), del Anexo III.3, los cual, por medio de un mecanismo, transfiere las curvas de nivel imaginarias sobre la plantilla de dibujo, de cuyo conjunto se deriva el relieve del suelo.

#### I. Aereotriangulación con modelos independientes.

La parte analógica de este proceso consiste en: a) Orientación relativa de un par estereoscópico de fotografías y b) Registro de coordenadas de todos los puntos del modelo.

En el caso de un bloque planimétrico sobre terreno plano, los 6 puntos usuales de cada modelo, son suficientes para su liga.

En el caso de un bloque altimétrico, se requiere de un punto más (centro de proyección o punto principal), para determinar la inclinación longitudinal del modelo dos y unirlo analíticamente al modelo uno.

La unión de los diferentes modelos que forman una faja o un bloque, se efectúa analíticamente después de ajustarlo a los puntos de control por el método de mínimos cuadrados, calculando la magnitud de los elementos de escala, azimut, inclinación lateral y longitudinal, y desplazamientos en x, y, z.

El método tiene una aplicación general ya que permite usar:

- 1) Fotografías a escalas grandes y pequeñas.
- 2) Fotografías con diferentes escalas dentro del mismo bloque.
- 3) Líneas de vuelo transversales.
- 4) Diferente traslape lateral.
- 5) Varios traslapes sobre una misma zona.
- 6) Un número arbitrario de puntos de control, de liga, pero que cumplan con el mínimo necesario para resolver las ecuaciones.
- 7) Programas sofisticados de triangulación aérea analítica.

#### i.1). Sobrepuesto de vegetación.

En una carta geográfica, elaborada con métodos automáticos o gráficos, es indispensable que se localicen todos los elementos forestales, tanto naturales como artificiales.

Entre los naturales se consideran: las selvas, los bosques, los montes altos, bajos, chaparrales, los pastizales y mangle.

La forestación artificial comprende: plantaciones, huertos, sembradíos (cafetales y vainillales), parcelas, magucyeras y cañaverales. Todo lo anterior se simboliza de acuerdo a su correspondiente clasificación. (Ver Anexo III.3, ilustraciones III.2.1 - C).

### **j.1) Foto-clasificación de campo.**

Este tipo de fotoclasiificación es común para cualquier tipo de restitución gráfica u óptica - mecánica, que consiste, en el reconocimiento y señalamiento en el campo de los detalles planimétricos, previamente fotointerpretadas, y nomenclaturadas las imágenes de los objetos o detalles tanto naturales como artificiales que se encuentran impresos en las fotografías.

La Clasificación de Campo debe considerarse como una etapa previa a la clasificación de publicación para una depuración de lo menos relevante de su contenido.

Para efectuar con eficiencia la clasificación de campo, el personal deberá requisitar lo siguiente:

- 1) Estudiar constantemente los mapas de consulta y constatar en el campo las reproducciones que sobre él se seleccionen para identificarlos y posteriormente, comparar cualquier detalle topográfico semejante a él, y de esa manera determinar su identidad
- 2) Agilizar su visión selectiva del cubrimiento fotográfico del área en estudio.
- 3) Se especializará en seleccionar lo relevante en cartografía sobre fotografías y en el uso de cámaras fotográficas para tomas terrestres de detalles importantes que no estén a la vista en las zonas de trabajo.
- 5) Aprenderá a tomar notas en formas especiales, como de carreteras transitables todo el año, de ciudades, pueblos, poblados, caseríos, ranchos y todo lo importante de la infraestructura localizada a su alrededor.

Para estos casos, todo clasificador debe usar el máximo de recursos informativos locales para confirmar o corregir el nombre de cualquier detalle.

También debe clasificar en forma precisa la vegetación, ya que sirve con frecuencia de marcas topográficas de referencia: de orientación azimutal o de referencia para la localización de otros detalles, así como también para prevención de zonas inundadas y de explotación de bosques, selvas, plantaciones y huertos.

En resumen, la clasificación de campo con anotaciones precisas en las fotografías, aporta una riquísima información cartográfica compilada, previa a la edición de una carta.

**j.1.1) Equipo y utensilios para el personal clasificador:**

- a) Libretas de anotación.
- b) Claves y Símbolos.
- c) Estereoscopio de bolsillo.
- d) Cinta de 30 metros.
- e) Nivel de mano.
- f) Brújula.
- g) Lápices y plumas rapidograph.
- h) Tintas de diversos colores; lápices de colores.
- i) Mapas de consulta.
- j) Fotografías de la zona de trabajo.
- k) Cámara fotográfica portátil y rollos.
- l) Tarjetas Toponímicas (formatos para llenar).
- m) Binoculares.
- n) Compases
- ñ) Botiquín.
- o) Pala y hacha.

**k.1) Toponimia.**

Así se le llama a la nomenclatura o conjunto de nombres de una carta o mapa y dado que esos nombres constituyen las referencias básicas para manejar la información con el máximo aprovechamiento, debe ser lo más precisa posible.

Para lograr lo anterior, se debe dar seguimiento a los dos métodos que en seguida se proponen:

- a) Por compilación en gabinete y
- b) Por investigación y clasificación de campo en fotografías aéreas.



La Toponimia más exacta es la elaborada con base en fotografías clasificadas en campo, lo cual consiste en recopilar directamente en el terreno los nombres conocidos de todo cuanto exista en la zona predeterminada, anotándolos sobre las fotografías no es a un lado, ya sea de poblados, ríos, cerros y todo lo importante que en la carta se quiera agregar.

La importancia de una Toponimia de calidad se manifiesta en cuanto cualquier persona obtiene su información sin gran esfuerzo o se sirve de ella para auxiliarse en lo que se refiere a orientación y ubicación del lugar en que se encuentre.

El método por compilación consiste, en investigar toda la nomenclatura del original de toponimia que sobre cartas y planos de autoridad reconocida existan, incluyendo la información documental estatal y delegacional.

Todo esto se elabora en una transparencia sobrepuesta al original planialtimétrico de la carta, ajustada por marcas de referencia, o bien en una heliográfica del original mediante la relación respectiva de cada lugar, con nombre, categoría política, municipio, estado, número de habitantes y la autoridad que proporciona los datos; si faltan nombres y detalles importantes que constatar, se envía personal al campo para la compilación y recopilación de toda la información que sea necesaria.

Una vez obtenido el original de toponimia se pasa al pegado de nombres, previa selección de nombres y detalles según su importancia, especificando tamaño de las letras y números que deben llevar y utilizando los símbolos cartográficos establecidos.

Aprobado el pegado de nombres se envía el formato al laboratorio de fotografía, donde se harán negativos de contacto, tantos como sean necesarios según los colores que lleve en la publicación.

### **1.1) Grabado.**

Después de haber revisado, aprobado y aceptado todos los pasos anteriores, se llega a la etapa final que es el grabado.

Se dispone primeramente de un original planialtimétrico que se envía al laboratorio para reducirlo, y obtener un negativo, a escala de publicación, tal como en seguida se ejemplifica:

- 1) De escala 1:80,000 se reduce a 1:100,000.
- 2) De escala 1:40,000 se reduce a 1:50,000.
- 3) De escala 1:20,000 se reduce a 1:25,000.

### m.1) Imprenta y Publicación.

Se envía a la imprenta la carta para su impresión y de ahí a disposición de quien las necesite, que por lo general, son las Instituciones gubernamentales, paraestatales y algunas privadas para estudios y proyectos de esas mismas Instituciones.

#### 1.1. LA FOTOGRAMETRIA CON CIENCIAS Y TECNICAS DE LA TIERRA:

##### 1.1.1 LA GEODESIA.

La geodesia, puede definirse como la ciencia que estudia la forma y dimensiones exactas de la tierra, considerando que ésta no es una esfera, ya que está achatada en sus polos, y se abulta cerca del Ecuador; es por ello que la forma más representativa matemáticamente es un elipsoide de revolución, que se genera al hacer girar una elipse alrededor de su eje menor.

El tamaño del elipsoide se valora por los radios mayor y menor, respectivamente, el ecuatorial y el polar, cuyas longitudes son:  $E_c = 6\,378\,206\text{ m}$ ;  $P_o = 6\,356\,585\text{ m}$ . El achatamiento se calcula por la relación  $E_c - P_o/E_c = 0.00339$ ; estas medidas corresponden al elipsoide clarke 1866, que se usa en América del Norte.

Para conocer la verdadera forma de la tierra, se recurre a cálculos meramente matemáticos, como lo son las medidas de arco que contribuyen a determinar la figura de la tierra con bastante precisión, pero tiene el inconveniente de limitarse a los continentes, ya que es imposible hacerlo en los océanos.

En cambio las observaciones de gravedad pueden hacerse en las islas y en el mar, por medio de submarinos, de modo que puedan abarcar la tierra entera, logrando su contorno con mayor precisión.

La discusión acerca de las medidas hechas en varios arcos, ha conducido a diferentes valores de los semi-ejes del elipsoide de revolución, que es la forma que se atribuye a la tierra.

Dichos elipsoides consideran distintos valores del radio ecuatorial, por lo que se pueden citar entre otros a los siguientes:

1. Bessel  $R = 6377397\text{ m}$  ; excentricidad =  $1/299$
2. Clarke  $R = 6378206\text{ m}$  ; “ =  $1/295$
3. Hayford  $R = 6378388\text{ m}$  ; “ =  $1/297$
4. Hough  $R = 6378270\text{ m}$  ; “ =  $1/297$

También las nivelaciones geodésicas constituyen otro recurso para la investigación de la forma de la tierra, al obtenerse una representación geométrica de la superficie de nivel

Los principales estudios de las propiedades matemáticas del geoido comprenden:

- A) Determinación de Estaciones Laplace en el mayor número de vértices.
- B) Triangulaciones geodésicas que se enlacen con las estaciones Laplace, midiendo bases y ángulos.
- C) Nivelaciones de Precisión.

La importancia de un punto Datum como punto de referencia matemático estriba en que sus valores : Latitud, Longitud y Azimut, son determinados con la máxima precisión posible. Para llevar a cabo lo anterior, se recurre al siguiente trabajo:

507 observaciones astronómicas

265 observaciones de latitud

79 observaciones de longitud

163 observaciones de azimut

A partir de 1946, unificaron en América los trabajos geodésicos, supervisados por el Inter-American Geodetic Survey de E.U.

El objetivo fue realizar una triangulación homogénea desde Alaska hasta la Tierra del Fuego; de esta forma se lograrían los siguientes aspectos:

- 1) Medida de grandes líneas terrestres, para estudios de la forma y dimensiones de la tierra.
- 2) Definición y señalamiento de linderos internacionales y nacionales.
- 3) Elaboración de mapas y cartas, con base en puntos de control terrestre de alta confiabilidad.
- 4) Rigidez de las triangulaciones al prolongarse éstas hasta los límites territoriales de las naciones contiguas, enlazándolas por Comisiones Geodésicas mixtas de ambos países.
- 5) Todo sería hecho con referencia a un cierto elipsoide.

La geodesia por definición, contempla proyectos de áreas extensas cuyos resultados solamente pueden quedar impresos en una serie de cartas distribuidas en las áreas levantadas por la geodesia, de donde se han de derivar los estudios topográficos complementarios para el apoyo vertical y horizontal que retoma la Fotogrametría, para elaborar las cartas planimétricas y topográficas regionales o estatales, que conjuntadas conforman los mapas continentales y aún los mundiales.

Los mecanismos de que se vale la geodesia para sus levantamientos son: la triangulación y la nivelación.

El apoyo horizontal (latitud y longitud) de una serie de puntos situados sobre la superficie terrestre, es el producto de una triangulación geodésica proyectada sobre los lugares en donde se localizan los vértices que fueron estaciones de observación.

La serie de observaciones angulares y mediciones de los triángulos desde sus estaciones, se utilizan para el cálculo de las coordenadas geográficas (apoyo horizontal) al desocuparse después de trabajarse, las estaciones se convierten en uno más de los vértices de la red geodésica a nivel nacional o mundial, a disposición de quien ocupe alguno de los vértices que ella contiene, para liga de sus trabajos.

Para la liga con vértices geodésicos lo usual es trabajar con poligonales topográficas abiertas o cerradas:

**Poligonal Abierta:** Incluye mediciones topográficas de ángulos y segmentos en direcciones varias sobre puntos establecidos.

**Poligonal Cerrada:** son mediciones de ángulos y distancias topográficas que se inician desde un punto hacia otros ya establecidos hasta quedar ligadas con el punto de partida.

#### **ETAPAS DE UNA TRIANGULACION GEODESICA.**

1) Reconocimiento; 2) Monumentación; 3) Mediciones de ángulos y distancias, y 4) Observación del azimut astronómico.

#### **RECONOCIMIENTO.**

La etapa de exploración o reconocimiento, es la primera del conjunto que se considera en el proyecto de la triangulación geodésica y consiste en todo un proceso de localización para una posible estación de observación, de la cual se requiere una visibilidad de 360 grados o al menos una visibilidad libre hacia los dos extremos de la línea base de una triangulación geodésica conocida; para lograr este objetivo, se equipan brigadas de dos o tres individuos y se enumeran como primera, segunda y tercera brigadas. Los jefes de brigada se apoyan en cartas, mapas y en el cubrimiento fotográfico estereoscópico de la zona en reconocimiento, para elegir el posible lugar que se ha de ocupar como estación de observación.

Una vez elegido el lugar, la primera y segunda brigada de campo con su equipo, toman posición en los vértices de la línea base ya conocida y la tercera brigada desde el lugar elegido se comunicará por radio a la primera brigada para que ponga atención al helio que con un azimut precalculado se le enviará; localizado el helio por la primera brigada, contestará por radio haber localizado la señal y contestar con helio para corregir ambos azimutes, los cuales se anotarán en el itinerario.

Terminado lo anterior, se marcan con piedras sueltas los sitios desde donde se tomaron las lecturas azimutales. En seguida la tercera brigada llama a la primera brigada por radio, que debe estar a la escucha, para recibir el helio, repitiéndose la operación anterior hasta asegurar el éxito; en caso contrario, se supone que hay interferencia, cuando el helio no se recibe en ninguno de los extremos de la línea base y esto es muy frecuente, al encontrarse en línea dos elevaciones con escasa diferencia de altura; la opción en estos casos es ocupar la elevación que interfiera el paso de la línea imaginaria trazada por el helio (rayo luminoso de un heliotropo). Lo único que se pide en este caso es que la distancia entre la línea base y esa nueva posición sea mayor de 10 kilómetros y su ángulo hacia los extremos de esa base, sea mayor de tres grados.

## MONUMENTACION.

Se le llama Monumentación al hecho de empotrar sobre roca o un pequeño monumento de grava y cemento una placa de bronce con las leyendas siguientes:

- a) Nombre o razón social de la Institución que ejecuta el trabajo.
- b) Abajo de esta inscripción se graba:
  - M - R No. 1 (Marca de referencia número 1).
  - M - R No. 2 (Marca de referencia número 2).
  - AZ - M - P (Azimut de la Marca Principal).
- c) Arriba del punto central de la placa, se graba el número seriado y nombre que se le dio a el lugar.
- d) El año en que se empotró, que ha de ser el mismo de la observación.
- e) Le sigue el tipo de trabajo levantado y el método empleado que puede ser:
  - e.1) Triangulación Geodésica Electrónica.
  - e.2) Banco de nivel.
- f) Por último, abajo de esta leyenda se graba esta otra: Favor de no destruir esta marca.

## DIFERENTES TIPOS DE MARCAS.

La placa principal se monumenta en el punto marcado por las brigadas de reconocimiento; desde esta placa con una cinta métrica y una brújula se les da distancia y orientación a las placas de referencia y al azimut, las cuales sirven posteriormente para localizar o recuperar la placa principal en caso de destrucción.

## MEDICION.

La etapa de medición consiste en medir distancias electrónicas y ángulos horizontales y verticales con Teodolito T-3; para ello, se ocupa el lugar monumentado, con el equipo de medición de campo y enseres necesarios (catres, cobijas, botiquín, trastos de cocina, agua y alimentos) para ocho días, que es el tiempo mínimo necesario para la observación y cálculos preliminares de un triángulo geodésico.

El personal indispensable para cada brigada se compone de un observador, jefe de la brigada; un calculista subjefe, y un guarda luz, que generalmente es el chofer de la camioneta que los conduce a su destino.

El trabajo se inicia desde las tres primeras estaciones ocupadas; la primera brigada que ocupa la estación No. 1 será la estación transmisora e instalará su distanciómetro cerca de la placa principal y la antena del aparato nivelada y plomeada al centro de dicha placa, dirigiendo su cono hacia la estación opuesta que ocupa la brigada No. 2, convirtiéndose en estación remota o receptora, después de instalar, nivelar y orientar su equipo.

La estación transmisora promedia dos series de tres lecturas y una barométrica en una hoja de registro, enseguida la remota convertida en transmisora, hace las mismas dos series de tres mediciones y una barométrica, las cuales se promedian para luego hacer las correspondientes anotaciones.

De los promedios de ambas estaciones, se calcula un nuevo promedio y se anota la hora final del trabajo.

La operación anterior se repite tres veces al día, por la mañana, por la tarde y por la noche, de cuyos promedios se obtiene el final. Este mismo método se sigue para medir los dos lados del primer triángulo, puesto que el tercero, que fue la base de donde se partió, ya era conocido.

Terminada la medición longitudinal del triángulo, por la noche se continúa con la medición angular, para lo cual ya se niveló, plomeó y se puso andamio alrededor del tripié del teodolito para evitar cualquier movimiento.

Una vez instalado el teodolito en cada una de las estaciones, se inicia la medición sobre las marcas de referencia y del azimut para su corrección y se anota en una libreta especial para ello. Se sigue con la medición angular, avisando por radio o con clave morse a las estaciones que ya pueden empezar a trabajar y cada una inicia dos series de 16 observaciones con tolerancia de tres segundos e intervalo entre serie y serie de una hora; el promedio de ambas se anota como ángulo final.

Terminado el cierre del primer triángulo (la estación 1, mide su ángulo con las estación 2 y la 3; la estación 2, con la 1 y la 3; la estación 3, con la 1 y la 2); se desocupan las estaciones 1 y 2 y la tercera brigada no se mueve de su estación; al tercer día, después de pasar las brigadas 1 y 2 por el campamento base para limpieza de equipo y abastecimiento de material (pilas y acumuladores para los aparatos) y alimentos para el personal, proceden a ocupar las siguientes estaciones, tal como se indicó en la etapa de reconocimiento y se empiezan a medir siguiendo las técnicas anteriores hasta cerrar la triangulación con la última estación monumentada.

#### **OBSERVACION DEL AZIMUT ASTRONOMICO.**

El azimut astronómico, cuando la cadena de la triangulación es de una gran longitud, se observa cada 16 triángulos o en su caso se liga con un monumento de observación Laplace, y si es corta, la observación es intermedia y al final de dicha triangulación.

Estas observaciones son indispensables para dar posición de longitud y latitud a la cadena geodésica de los triángulos en cada una de las estaciones que la componen, la Geodesia cumple así con sus propósitos fundamentales: exactitud en el posicionamiento de múltiples puntos sobre la superficie terrestre.

Los principales procesos geodésicos que se utilizan son:

- a) Observaciones Astronómicas Laplace.
- b) Triangulaciones Geodésicas de 1o., 2o. y 3er. orden.
- c) Trilateración.
- d) Nivelación Geodésica.
- e) Poligonal Geodésica.
- f) Observaciones Gravimétricas.

Los aparatos a utilizar son, entre otros:

- 1) T-4, T-3, T-2.
- 2) Distanciómetros.
- 3) Gravímetros.

Triangulación Geodésica Simple.

Es aquella en que se miden tanto los 3 ángulos como los 3 lados de cada triángulo, por lo que en exactitud es superior a los demás tipos de triangulación; las referencias de inicio y término deben ser datums geodésicos: latitud, longitud y azimut Laplace, y las líneas base y final deben ser medidas 100 veces para la mejor precisión posible.

A través del levantamiento cada par de triángulos tendrá un lado común; en cada triángulo se miden sus lados en 2 series con intervalo de 4 horas, y sus ángulos en 2 series de 16 posiciones cada una, no aceptando más de 1" entre sus promedios. Llenados estos requisitos las figuras están prácticamente rígidas, por lo que los resultados serán precisos.

No hay restricción sobre la forma de los triángulos, sólo se tomará en cuenta que las distancias medidas no sean menores de 10 km., ni los ángulos menores de 3 grados; por ningún motivo se omitirá la medición de ningún lado ni de ningún ángulo.

Habrá observación de Azimut Laplace cada 12 o 20 triángulos para controlar la orientación; el promedio de los cierres de los triángulos de la cadena no debe exceder de + 1" y al llegar a la línea base final, las diferencias en latitud y longitud de toda la cadena, se ajusta por mínimos cuadrados.

Los distanciómetros utilizables son: Distomat DI-50 y Electro-Tape DM-20, con alcances respectivamente de 50 m a 150 km., 10 m a 50 km., con errores de 2 cm + 1/100,000; 1 cm + 1/300,000, lo cual significa que hasta los 50 km. es más exacto el Electro-Tape y a partir de ese valor lo es el Distomat.

### 1.1.2. LA ASTRONOMÍA

Entre las observaciones y cálculos astronómicos más usuales para dar apoyo terrestre horizontal y vertical a un Levantamiento fotogramétrico, se pueden considerar las siguientes:

- a. Posición absoluta de un punto en cualquier parte de la superficie de la tierra.
- b. Ascensión recta y declinación.
- c. Angulo horario, declinación y tiempo civil.
- d. Determinación azimutal.
- e. Ecuaciones fundamentales de trigonometría esférica.
- f. Cálculos de tiempo: día solar y día sidérico.

Los enunciados anteriores se determinan como sigue:

a.1 Para dar posición absoluta a un punto sobre la tierra, se recurre al cálculo de la Longitud y la Latitud de ese punto con respecto al Meridiano de origen (Greenwich).

En trabajos de mediana precisión, la longitud y la latitud necesarias para algunas observaciones astronómicas, se pueden derivar de mapas o cartas topográficos, elaborados por autoridades reconocidas en la materia; pero éstas no tienen validez en trabajos ni de segundo orden; dichas variables se obtienen de la observación directa en el campo con estrellas previamente seleccionadas del Almanaque Maúitico Americano, con aparatos como el T-4.

En los tiempos modernos, en que aumenta notoriamente el valor de las tierras, es indispensable contar con mapas precisos, referidos a un cierto meridiano y al Ecuador y para esto deben hacerse observaciones astronómicas para determinar la latitud y la longitud de puntos desde donde se ha de partir para proyectos de alta precisión destinados a deslindes y a mediciones prediales catastrales.

Los proyectos de gran magnitud, pueden apoyarse en triangulaciones y observaciones astronómicas, siguiendo las especificaciones de la precisión requerida.

Es frecuente exigir una buena precisión en la posición de una frontera entre dos países; es decir, la exactitud en el levantamiento de las fronteras darán una buena calidad a los mapas que con ese fin se elaboren, cuyas Líneas Internacionales serán definidas en base a observaciones astronómicas ligadas a triangulaciones de 1er., y 2do. orden.

La latitud astronómica puede determinarse por dos métodos:

A) En el método Talcott, se observan de 16 a 24 pares de estrellas, una al Norte y otra al Sur en cada par, aproximadamente con la misma ascensión recta y distancia zenital, considerándose la diferencia de las distancias zenitales en cada par, el error probable es menos de  $0''.1$ .

B) En el Sterneck se observan 8 grupos de 8 a 10 estrellas cada uno, de las cuales la mitad culminan al Norte y la otra mitad al Sur, considerándose las distancias Zenitales meridianas; el error probable no debe exceder de  $0''.1$ .

La Longitud astronómica se determina por la comparación de la hora en la estación, con la hora de un Observatorio Astronómico, empleando las señales del radio; el error probable no debe exceder de  $0''.01$ .



En resumen, la Astronomía y la Geodesia unidas a los satélites geodésicos Geociver, modernos, ligeros y precisos en posicionamientos, darán mayor exactitud a los mapas que se elaboren y por consiguiente contribuirán a un mayor progreso de las naciones, al conocer con amplitud sus territorios y la riqueza de sus recursos.

### 1.1.3. TECNICAS DE LA TIERRA, COMO LA TOPOGRAFIA.

#### A. DEFINICIONES.

La Topografía es el arte o técnica de situar accidentes naturales y culturales sobre un plano, mediante mediciones de ángulos y distancias.

La topografía para su estudio se divide en:

1. Planimetría: con este nombre se reconocen los accidentes topográficos (naturales y culturales) a través de símbolos convencionales, los cuales se sitúan sobre un plano con el método de intersecciones de ángulos y distancias.

Los instrumentos propios para este fin, son el Teodolito y la Plancheta. (Ver fig. III.1 - a.4.5) y III.1 - a.4.6), de las Ilustraciones del Anexo III.3, compiladas para este trabajo).

2. Altimetría: es el estudio de la medición vertical y configuración del relieve del suelo, tomando como base un punto de comparación (por lo general el nivel medio del mar o un banco de nivel preestablecido).

3. Agrimensura: es la técnica que se ocupa de la medición de superficies en cualquier parte del macizo terrestre.

Altura o punto elevado con respecto a otro sitio sobre la superficie de la tierra, es la vertical que los separa (medida física o virtual). Raymond E. Davis, la define como "la distancia vertical que existe entre un punto sobre la superficie de la tierra con respecto a un plano arbitrario tomado como superficie de nivel o a una superficie de referencia real" (cota de una red de nivelación) o "imaginaria" (curva de nivel de un plano o carta topográfica transferida al terreno de referencia). El mismo Davis afirma: "toda línea perteneciente a una superficie de nivel, es una línea de nivel". Luego: Desnivel será el resultado de la diferencia de alturas entre dos puntos o la vertical que separa a las "dos superficies de nivel" tangentes a dicho punto.

Nivelar. Es el hecho de medir física o virtualmente los desniveles que se presentan en un área determinada, a través de distancias verticales, tomando como base un punto acotado (altura conocida) o el nivel medio del mar.

Línea horizontal: Es cualquier recta que toque un punto de una superficie de nivel.

Angulo horizontal: Es el formado por dos visuales horizontales dirigidas hacia objetos diferentes desde un punto común llamado vértice o estación.

**Angulo vertical:** Es el observado a través de dos visuales desde un vértice o punto común, una hacia el horizonte y otra hacia el cenit.

**Curvatura o refracción:** Es la parte de la nivelación que consta:

- a) Del efecto de la curvatura de la tierra (este efecto se mide con la vertical que corta a la recta, al horizonte y a la línea de desnivel).
- b) Del efecto sobre las visuales de la refracción atmosférica (si se observa desde un punto un objeto al horizonte, por efecto de la refracción atmosférica, se forma un ángulo aparente entre las horizontales (línea infinita tangente a una línea de nivel) y verdadero (visual del punto tangencial a la línea de nivel y el objeto observado).

**Nivelación directa:** Es medir distancias verticales por diferencia de alturas.

**Nivelación indirecta:** Es el método de medir distancias verticales mediante cálculos trigonométricos que requieren de datos de campo como son los ángulos verticales y distancias horizontales.

**Nivelar con Barómetro:** Es el hecho de medir diferencias de "presión atmosférica", observadas con algún aneroides sobre uno o varios lugares seleccionados anticipadamente

## **B. PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS.**

**Fichas:** agujas de acero.

**Plomada:** pesa en forma de trompo suspendida por un hilo.

**Jalones:** Varas tubulares o de madera con base cónica de acero, pintadas en rojo y blanco por tramos alternados de 30 centímetros; suplen a las miras para mediciones de ángulos o señalamientos de alineaciones para mediciones.

**Rodete:** Cinta flexible de metal para mediciones lineales.

**Banderines:** Para señalamientos en zonas de trabajo (rojo y blanco).

**Mira de nivelación:** Regla de madera de 3 a 6 metros graduada en centímetros, decímetros y metros.

**Brújula:** Mecanismo de aguja magnetizada, montada sobre un limbo graduado y sujeta a un pivote flotante sobre líquido (alcohol o éter); además contiene dos niveles: uno para Rumbos y Azimutes y otro tubular para ángulos verticales positivos o negativos.

**Termómetro:** Se utiliza para medir la temperatura ambiental, elemental para cálculos de medición electrónica.

**Plancheta:** Instrumento que consta de un tablero de dibujo y un anteojo o alidada, que se montan en un tripié de madera.

**Equialtímetro o nivel de anteojo:** Consta de un nivel y un anteojo tubular unidos entre sí, que giran sobre un trípode, útil para medir desniveles o hacer nivelaciones.

**Teodolito:** Instrumento para medir ángulos de 0 a 360 grados, (horizontales o azimutales) y de 0 a 90 grados para ángulos verticales. También mide distancias indirectas estadimétricas; su equipo consta de: 1) un anteojo con giros horizontales y verticales; 2) una brújula magnética y un juego de niveles de burbuja, uno vertical y otro horizontal, todo montado en una sola pieza y para su uso, se instala en un tripié de madera, además contiene un sistema de alumbrado interno, para observaciones astronómicas y triangulaciones geodésicas nocturnas.

**Distomat-D-20:** Es un par de instrumentos electrónicos para medir distancias entre dos puntos: uno de ellos se instala como estación remota y el otro, en la estación receptora, la cual recibe y transmite una serie de mediciones hasta encontrar un promedio constante; después se cambia a receptora la remota y se repite la operación y de ambos promedios se obtiene el final.

**Electro-Type:** También es un juego de dos aparatos para medir distancias, su método es más técnico, cuyas lecturas se registran en formatos especiales de cuyos cálculos se obtiene la distancia final; este aparato se diferencia por su corto alcance de hasta 80 kilómetros contra 160 del Distomat al máximo.

A partir de cualquier marca, placa o monumento de una nivelación de autoridad reconocida, puede quedar ligado un trabajo de altimetría, retomando su elevación y transfiriéndola a cualquier clase de levantamiento topográfico, descrito en este apartado de la técnica topográfica.

Con los elementos antes expuestos, queda confirmada la relación de la topografía con la Fotogrametría, la cual, en trabajos de gran magnitud, ha tenido preferencia por su rapidez, precisión y bajo costo, limitándose la topografía al cálculo del control horizontal y vertical, dejando a la Fotogrametría la etapa Planialtimétrica o "plano topográfico", que corresponde a la etapa final de su proceso.

La topografía, por su parte, como ciencia, como técnica o como arte, es para la Fotogrametría tan necesaria que sin su apoyo perdería su carácter universal, puesto que sin coordenadas y mediciones altimétricas caería a nivel de croquis.

Para que la Fotogrametría sea de aplicación universal, ha de considerar a la topografía en combinación con la astronomía, como sus principales auxiliares en su proceso de elaboración.

La astronomía a través de métodos topográficos, da los elementos para reconocer el lugar que ocupa en cualquier parte del mundo un estudio fotogramétrico. La Topografía se ocupa de dar a la Fotogrametría precisión en su campo de aplicación, mediante mediciones angulares a partir de una base conocida de una triangulación geodésica, como se dijo anteriormente.

Para definir a la topografía se tomó en cuenta su función (como arte) y su objetivo como restituidora, empleando su técnica y equipo especial para ella, luego entonces, la topografía se define como el arte, la ciencia o la técnica que se ocupa de representar y describir sobre un plano todo cuanto exista sobre la superficie de la tierra ya sean rasgos naturales u obras infraestructurales.

#### 1.1.4. LA FOTOGRAFIA COMO TECNICA - ARTE.

En este apartado, además de darse una breve explicación del por qué de su relación con la técnica mencionada, se da una síntesis cronológica de la evolución de la fotografía; además se incluyen conceptos personales, de investigaciones textuales y enciclopédicas sobre definiciones, principios elementales de la cámara fotográfica, películas y de la ciencia que estudia sus lentes.

Después de un análisis se le pueden encontrar a la fotografía sus dos principales categorías: la artística y la técnica.

La fotografía como arte se ocupa de la reproducción de imágenes reales de paisajes naturales y artísticas; de modelajes de objetos, figuras y animales; de rostros y cuerpos humanos para publicidad y exposición o simplemente para álbum de recuerdos familiares.

La fotografía toma el carácter de técnica cuando de sus reproducciones se hacen estudios del campo científico (de la biología, medicina o ciencias del cosmos y de la Tierra).

#### Los elementos de la fotografía se dividen en dos grupos:

Elementos de la cámara: Luz, objeto, lente, obturador (diafragma), cámara oscura, película.

Elementos de Laboratorio: revelado, fijado, lavado, secado y copias positivas.

1. La luz es un elemento indispensable, pues sin ella no es posible obtener ningún tipo de fotografía. La luz se transmite en línea recta a una velocidad de 300 mil k/h a través de un medio homogéneo (de la misma densidad). Cuando pasa de un medio a otro no modifica su intensidad (un rayo de luz nunca se podrá aislar, siempre será un haz luminoso).
2. El objeto, es el elemento de la cámara o sujeto por fotografiar, refiriéndose éste a persona, animal, cosa o paisaje.
3. El lente es otro elemento que dentro de la óptica ocupa el lugar preferencial para su estudio; por lo que algunas de sus teorías y resultados hemos de retomar para el cálculo matemático que en fotogrametría ha de emplearse.
4. Toda lente es un medio de refracción, hecha de cualquier substancia transparente, limitada por dos superficies esféricas y un centro común. El eje de una lente es la perpendicular al plano de la lente que une el centro de curvatura de sus superficies exteriores.

Las lentes convergentes cuyo espesor se va reduciendo del centro hacia su perímetro, tienen la propiedad de concentrar los rayos de la luz hacia el centro de su eje, llamado comúnmente "foco", en cambio, las lentes divergentes cuyo perímetro es más grueso que su parte central, tienen la propiedad de desviar los rayos de luz hacia fuera, alejándolas del eje óptico de la lente. Las lentes convergentes se utilizan para obtener de los objetos, imágenes fotográficas reales a través de la pantalla o formato de la cámara fotográfica; para amplificar las imágenes ópticas (lupas); para corregir defectos ópticos de la vista, entre otras aplicaciones.

Las lentes divergentes producen efectos virtuales, es decir, nunca podrán proyectarse sobre una pantalla. Estas lentes, son propias para corregir la miopía, así como también en oculares (prismáticos o gemelos).

Cuando el objeto se observa a través de una lente convergente desde una distancia finita, la imagen que se proyecta es real e invertida, que es el prototipo de la imagen fotográfica, la cual desde hace 150 años a la fecha, se viene utilizando tanto en cámaras oscuras de cajón como en las electrónicas más sofisticadas.

En las fotografías aéreas, las cámaras son especiales, la más usual es la cámara cartográfica, compuesta de cono y magazine, con una lente, un mecanismo para enrollar la película y un sistema de succión para adherirla al formato.

La lente es una Baush-Lomb Metrogon  $f/6.3$ , con foco de 6 pulgadas y el funcionamiento del obturador es automático o manual para tomas intermedias.

Las películas fotográficas son cintas delgadas de materia plástica emulsionada con material fotosensible (por lo general de bromuro de plata) sobre el cual queda impresa la toma fotográfica.

Las películas varían de acuerdo a su uso, las hay para aficionados y profesionales. Para fines de aerofotografía las películas más comunes son las pancromáticas.

Hay tres tipos de películas pancromáticas.

Tipo A. Las que registran todos los colores de la naturaleza.

Tipo B. Las sensibles al verde y al azul.

Tipo C. Las sensibles balanceadas para capturar el color rojo.

Existen otras marcas de películas como la super 2X con una rapidez de captura más elevada que la pancromática. estas películas por su longitud (118 metros por 23.75 cm. de ancho), se almacenan en carretes, los cuales se instalan en los magazines de las cámaras para ser usados.

### **Proceso de Laboratorio.**

1. Revelado: Es el proceso que tiene por objeto reproducir las "imágenes latentes en las emulsiones" de las películas fotográficas.

El proceso de revelado consiste en baños de un compuesto químico en base a metol, hidroquinona, amido, ácido pirogálico que actúan sobre las sales de plata expuestas a la luz; estas sustancias se combinan con sulfito de sodio, metabisulfito de potasio, entre otras, las cuales evitan la oxidación rápida del reductor, además contiene bórax, carbonato de sodio o potasio, sosa y potasa cáustica que actúan como aceleradoras y otras como el bromuro de potasio que retardan la acción de las sustancias en su conjunto, sobre las sales de plata iluminada.

2. Fijado: El fijador es una sustancia acuosa que contiene de 20 a 30% de hiposulfito de sosa, la cual al actuar sobre la emulsión de bromuro de plata quemada por la acción de la luz, fija la imagen fotografiada.

3. Lavado: Consiste en baños de agua limpia sobre la película impregnada de revelador y fijador, con el fin de eliminar los residuos de sales y disolventes que hicieron posible la impresión de la imagen de lo fotografiado, sobre la película emulsionada convertida en negativo (en donde lo negro aparece como blanco y lo blanco como negro).

4. Secado: En este proceso se elimina la humedad o solventes contenidos en la película, producto del fijador y del agua para el lavado, quedando el negativo listo para su reproducción.

Existen varios métodos para llevar a cabo este proceso, entre los más usuales se pueden mencionar:

- a) Por escurrimiento o sometida a una fuerza centrífuga.
- b) Por evaporación al exponerse la película a una corriente de aire caliente.
- c) Por caldeo sobre secadores de lámparas de rayos infrarrojos.
- d) Sobre tambores secadores, calentados eléctricamente.

## 5. Copias positivas.

Una vez terminado el negativo, se procede a la reproducción de las copias positivas.

La impresión se realiza sobre papel sensible a cualquier fuente de luz, cuyos componentes de plata disueltos en gelatina son análogos a los de la película que dieron origen al negativo; es por ello que a la imagen del negativo impresa sobre la emulsión del papel, se le tenga que aplicar el revelado, fijado y el lavado para una nueva reversión de los colores del objeto fotografiado.

La reproducción de un negativo a positivo se puede hacer de dos formas:

- a) Por contacto directo sobre vidrio o papel emulsionado: esto implica la exposición directa del negativo a la luz, cuya reproducción no irá más allá del tamaño del negativo.
- b) Por proyección del negativo a través de un aparato especial, el cual tiene la ventaja de reducir o ampliar la imagen al tamaño deseado.

Para quienes se dediquen a la fotografía, notarán que los elementos aquí expuestos, no son suficientes para su aplicación a nivel profesional, pues nos faltaría hablar de tipos de películas y papeles emulsionados acordes a su poder de resolución (registro de nitidez), del grado de bromuro de plata en ellos contenida, así como de los diferentes filtros adaptables a los objetivos de las cámaras para regular el paso de los rayos de luz, de diferente longitud de onda, entre otros muchos temas que no se tocan, sin embargo, lo antes expuesto, reúne conocimientos generales para los fines propuestos en trabajos fotogramétricos y de fotointerpretación.

#### 1.1.4.1 LA FOTOGRAFIA COMO TECNICA.

Una fotografía vertical es aquella en la que el eje óptico es normal al plano de comparación, y es afectada por tres movimientos:

- 1) Por cabeceo o inclinación en el sentido del vuelo.
- 2) Por balanceo o inclinación lateral.
- 3) Por derrape o giros derechos o izquierdos sobre la línea de vuelo, generados por la resistencia de las capas del aire; estos movimientos producen distorsiones o deformaciones en las fotografías en uno o en los tres sentidos antes descritos.

Una fotografía oblicua o inclinada es aquella en la que el eje óptico no es normal al plano de comparación, y por lo tanto, entre esta línea y la normal a dicho plano llamada línea nadiral, se forma un ángulo de inclinación.

Comparación entre ambas fotografías:

- a) Las verticales tienen una escala media uniforme que permiten mayor penetración en el terreno y su restitución es más sencilla que con las inclinadas u oblicuas, pero no son tan expresivas como éstas.
- b) Las oblicuas o también llamadas horizontales, cubren mayores superficies de terreno y son más completas en información que las verticales, pero hacia el fondo, disminuye con rapidez la escala, y con ella, el reconocimiento de los detalles. La configuración vertical del terreno como montañas u otras elevaciones se ocultan, disminuyendo la penetración de detalles.

En resumen, utilizando fotografías de ambos tipos, pero limpias, claras y de alta calidad, se lograrán procesos de fotointerpretación relevantes y, por consiguiente, aplicables en estudios de suelos, de medidas en agrimensura y en cartografía; para ello se ha de saber que la escala de cualquier fotografía o mapa es la relación que hay entre la distancia medida en esa fotografía o mapa y la distancia real en el terreno.

Lo elemental que debe saber el identificador, es percibir el tono en las fotografías, que es la base sobre la cual las imágenes fotográficas resaltan por diferencia de sombra, dando lugar a las medidas y formas de los suelos.

En la fotografía aérea la textura se refiere a las microcaracterísticas, que individualmente no son identificables, pero ya en conjunto responden a un resultado visible; por ejemplo: un campo cultivado con maíz maduro, aparece en un tono luminoso, efecto que se debe al conjunto de pequeñas reflexiones correspondientes a cada planta.

La sombra aparece en tonos oscuros y es el factor principal para el análisis de forma y medida; es un valor particular para la identificación de la vegetación en sus diferentes especies y alturas.

La forma de un objeto sobre una fotografía se determina por el grado de tonalidad de los límites de la imagen; en contraste con las tonalidades de las imágenes adyacentes.

Ultimamente la obtención de fotografías aéreas ha sido innovada con nuevas técnicas en las que, la percepción, se hace simultáneamente en varias bandas del espectro electromagnético; las fotografías infrarrojas son frecuentemente utilizadas, porque sus propiedades permiten diferenciar con gran precisión las zonas con mayor o menor humedad, seleccionándolas como posibles áreas de almacenamiento de las aguas subterráneas.

Las fotografías verticales son las más usadas para la construcción de mapas detallados de suelos; los edafólogos levantan en el campo 3 tipos de mapas: 1) con detalles de suelos; 2) reconocimiento de los suelos y 3) reconocimiento detallado de ellos.

Los mapas de reconocimiento muestran los límites observados sobre el terreno, y son menos aproximados que los detallados que muestran todos los límites incluyendo áreas de un suelo dentro de otro.

Los mapas de reconocimiento detallado comprenden el inciso 1 y el 2.

Los mapas esquemáticos de suelos se derivan como complemento, expresando clima, vegetación, geología y forma de la tierra; se usan principalmente para la planeación de regiones vírgenes.

Usando el estereoscopio, el edafólogo dibuja detalles de drenaje, de montañas y traza los límites de las pendientes.

**Un ejemplo del manejo estereoscópico de fotografías se podrá concretar así:**

- 1) Elegir un par estereoscópico de fotografías en las que se localicen detalles bien definidos y que sean comunes.
- 2) Marcar y transferir los puntos principales. (Los centros de cada fotografía)
- 3) Unir dichos puntos principales para obtener el sentido de la línea de vuelo.
- 4) Colocar las fotografías sobre una mesa de tal forma que los detalles comunes de las 2 coincidan.
- 5) Colocar las dos fotografías de manera que las imágenes de un objeto, se encuentren dentro de la distancia interocular que generalmente es de 1, 3/4 a 2, 1/2 pulgadas.
- 6) Colocar el estereoscopio sobre las fotografías y cuando 2 imágenes comunes se fusionan, habrá el efecto deseado: la tercera dimensión.



## ANEXO II. A) Instrumentos, B) Material básico y C) Simbología Universal.

En todo trabajo Fotogramétrico, es necesario contar con los elementos propios acordes a la extensión y precisión del proyecto a realizar, que pueden ser desde un cuarto hasta un primer orden en cuanto a precisión se refiera y la extensión fluctúa, entre la mínima de un plano hasta la mediana de una carta y la máxima de un mapa territorial o mundial, según el uso que se le quiera dar.

los trabajos de cuarto orden, que en extensión no exceden de 50 kilómetro cuadrados, son de exploración y por tanto expeditos, es decir, rápidos de elaborar y esto se consigue aplicando en su elaboración un mínimo de apoyo tanto horizontal como vertical; no así las cartas y mapas que por su extensión requieren de trabajos y cálculos especiales tanto para el alcance de su precisión como para el de compensación de su deformación afectada por la curvatura de la tierra.

Los de segundo orden, ya son controlados con apoyo topográfico complementario de alguna triangulación cercana y con puntos altimétricos de nivelaciones auxiliares, ambos controles serán necesarios al principio, al centro y al final de cada línea de vuelo y en algunas ocasiones sólo basta con los extremos, siempre y cuando se cuente con un aparato de precisión.

Los trabajos de primer orden, son los controlados con tres puntos suplementario de la triangulación mas cercana a la zona del proyecto, mismos que han de ser acotados con métodos altimétricos, los cuales se materializan en el primer par de fotografías estereoscópicas de la primera línea levantada y en la parte intermedia, dos puntos por cada par de fotografías a lo largo de dicha línea fotografiada, obligándose a repetir en el último par estereoscópico de esta línea, la misma cantidad de puntos que se transfirieron en el primer modelo; a partir de lo cual, se puentea lateralmente con aparatos de alta precisión, ligándose con otro juego de puntos semejantes a los anteriores, línea por línea.

Al efectuar la aereotriangulación con estos aparatos, se garantiza un máximo de hasta 5 líneas de tolerancia en el puenteo lateral.

Con el fin de dar a conocer algunos de los instrumentos y material empleado en los procesos de elaboración de cartas o mapas, se da una breve explicación de los mismos, tal como a continuación se describen.

### II.1. A) INSTRUMENTOS:

#### II.1. A.1) INSTRUMENTOS DE GABINETE

El Estereoscopio catóptrico (de espejos): Es un aparato que se utiliza para observar el relieve del suelo impreso en un par de fotografías aéreas, tomadas desde diferente ángulo; esta es una condición para ver la tercera dimensión a través del estereoscopio, además de la observación binocular. Con un ojo, jamás se logrará ver en tercera dimensión. (Ver Anexo III. Figura III.1 - a.1.1).

El coordinatógrafo: Instrumento de trabajo, con el cual se graban, en una plantilla especial o en crónaflex, la cuadrícula de Mercator con sus coordenadas y el canevá geográfico de la zona en estudio, la cual, algunos aparatos como el Múltiplex, el Balplex y el Kelsh, la toma como original para restituir los planos o mapas para ellos proyectados. (Ver figura III.1 - a.1.2 del Anexo III.3).

## II.1. A.2) APARATOS OPTICOS DE PROYECCION:

**Múltiplex:** Sus componentes como se puede observar en el Anexo III. Figura III.1 - a.2.1, son: Proyectores y soporte; mesa de dibujo, mesilla con su índice trazador planimétrico y altimétrico (curvas de nivel) y un pantógrafo como accesorio, para restituir a diferentes escalas.

El Balplex, aun cuando difiere en su construcción del múltiplex y del kelsh, el principio de proyectarse sobre una mesa de dibujo la imagen de dos fotografías estereoscópicas, vistas a través de gafas de color azul y rojo, semejantes a los filtros de los proyectores, pero en forma invertida, es la misma; por ello se localiza entre los de "sistema de proyección ópticos", como el múltiplex y el kelsh, aun cuando el tamaño del formato de la placa de sus proyectores no es el mismo para los tres. Por lo general el kelsh trabaja con placas del tamaño natural de la fotografía (22.5 x 22.5 cm.); el Balplex con placas de 1/2 y el múltiplex con reducciones de hasta un tercio. (Anexo III. Figura III.1 - a.2.2).

**El Kelsh:** Es un aparato que se clasifica entre los estereográficos (método de restitución estéreo binocular), o proyección de sistema anaglifo, (separación de imágenes mediante gafas con filtros de colores semejantes a los de sus proyectores pero invertidos). Sus componentes son:

1. Un bastidor rectangular sobre un soporte, en cuya extensión superior, se encuentra montada la barra porta proyectores.
2. Los proyectores, que trabajan tanto con diapositivas al tamaño natural de la fotografía como con reducciones.
3. Una mesa de dibujo con mesilla y punto flotante, con el cual se trazan los detalles planimétricos y se calcula la altimetría, materializandola gráficamente al mismo tiempo con curvas de nivel.
4. Las gafas para la observación tridimensional, son accesorios compuestos de material transparente de colores (rojo y azul), que responden a los mismos colores de los filtros de los proyectores, pero en forma invertida. Sin dicha combinación, no se logra ver la tercera dimensión, que es indispensable para que el índice de la mesilla siga el contorno del relieve virtual disperso en la mesa de dibujo y restituya por medio de un pantógrafo adaptado a dicha mesilla, la planimetría y la configuración del suelo.

El Kelsh, es un aparato útil para puentear apoyo terrestre, (horizontal y vertical), utilizando el método de la aerotriangulación. (Ver el Anexo III. Figura III.1 - a.2.3).

El Kelsh, es un aparato de trazado estereoscópico, (trabaja mediante dos fotografías estéreas, impresas cada una en placas de cristal), el formato del portaplacas es del tamaño del negativo, el cual se puede reducir para trabajos de mayor precisión.

El Kelsh, el Múltiplex y el Balplex, como aparatos estereográficos de sistema anaglifo, son tres ejemplos del sistema óptico, cuyas imágenes fotográficas se proyectan sobre una superficie circular anteriormente ya se hizo referencia. Todos ellos cumplen con lo fundamental que requieren los aparatos estereoscópicos automáticos para la elaboración de cartas o mapas topográficos.

El primer requisito fundamental se refiere a la compensación de los movimientos del avión en el momento de la toma fotográfica, tales como el cabeceo (movimiento que sufre el avión sobre su eje vertical al encontrar a su paso la resistencia propia de las capas atmosféricas); el banqueo, movimiento lateral izquierdo o derecho sobre su eje horizontal, motivado por leves corrientes de aire. Y el derrape, derecho o izquierdo es causado por fuertes corrientes de aire, que tratan de arrastrar a el aparato hacia la dirección que soplan; con los altibajos que sufre el avión, al encuentro con bolsas de aire, (vacíos en las capas atmosféricas), se altera la escala de la fotografía previamente proyectada.

Para compensar cada uno de estos movimientos, los aparatos cuentan con un método de eliminación de la distorsión, conocida como método de orientación relativa y absoluta; después de su aplicación sobre el cubrimiento fotográfico, la proyección de las imágenes de cada modelo se fusionan en el espacio, casi a la altura media de la mesilla, formando una sola imagen en relieve, (Ver la Figura III.1 - a.1.5.1, Anexo III.), sobre la cual, el índice flotante hace tangencia para trazar las curvas de nivel y restituir los detalles virtuales observados en dicha maqueta.

### III. A.3) APARATOS OPTICO - MECANICOS (De proyección óptica)

En todo instrumentos estereoscópicos de trazado automático<sup>1/</sup>, se requiere de lo siguientes:

1. Adopción del sistema de proyección.
2. Apropiar el mejor sistema de observación, Astronómico o Topográfico.
3. Buscar el mejor sistema de medición electrónico.
4. Adaptar el sistema o mecanismo de trazado a los recursos de que se dispongan: de proyección si se dispone de aparatos como el Múltiplex, Balplex o kelsh, los cuales para el trazado utilizan un pantógrafo y un tablero de dibujo; si se dispone de aparatos más sofisticados como el Autógrafo Wild, o el Estéreo - Planígrafo Zeiss, cuyo sistema de trazado esta en base a un coordinatógrafo; con estos instrumentos, la imagen estereoscópica se pasa al plano de restitución a la escala deseada.

<sup>1/</sup>. Instrumentos estereoscópicos automáticos. Así se les conoce a los instrumentos con las siguientes características:

- 1) Cuando tienen la capacidad de compensar los movimientos de cabeceo y banqueo que sufre el avión al momento de la toma fotográfica.
- 2) Cuando mide cotas y traza curvas de nivel, mediante fotografías estereoscópicas.
- 3) Cuando convierte las proyecciones perspectivas de las fotografías en proyecciones ortogonales y a la escala del plano o mapa al momento de su restitución.

FUENTE: TRATADO DE TOPOGRAFIA  
 AUTOR : RAYMOND E. DAVIS, F. S. FOOTE Y JOE W. KELLY.  
 EDIT. : AGUILAR. (Páginas 919 a 921).

4.1. Entre los sistemas de proyección más comunes, se pueden mencionar los siguientes:

- Los sistemas ópticos, al cual corresponden el Múltiplex, el Balplex y el Kelsh.
- Sistema mecánico. A este sistema pertenecen el Autógrafo Wild A - 7 y el Autógrafo WILD - A 9.
- El sistema óptico - mecánico, como el Aerocartógrafo, que no se menciona por ser una combinación de ambos sistemas.

El Autógrafo Wild. Modelo A - 7: este instrumento estereoscópico de origen Suizo opera con fotografías estereas, verticales y oblicuas aéreas y terrestres, con inclinación de 0 a 30 grados y por inversión de ejes Y y Z, de 60 a 90 grados, cuyos formatos miden 22.5 x 22.5 cm., los cuales están sujetos a los siguientes principios:

- El del Paralelogramo Zeiss para fijar las distancias entre los proyectores o cámaras, de tal manera, que se pueda operar para efectos de triangulaciones en una u otra fotografía del par estereoscópico.
- El de su proyección, que es mecánica. Este principio se aplica por medio de varillas que giran al rededor de un puntos, el cual corresponde al centro de la fotografía.

Este aparato modelo A - 7, esta diseñado para trabajos de aerotriangulación y toda clase de restitución de alta fidelidad, cuya observación se logra con un microscopio binocular a través de un sistema de lente - prisma que proporciona una visión ortogonal sobre toda la superficie fotografiada; el aparato acepta distancias focales fotográficas entre 98 y 215 mm., que por lo general son tomadas con cámaras de precisión, normales o de campo de gran magnitud y su distorsión la compensa a través de los mecanismos que tiene integrados, los cuales son movidos por un pedal en forma de disco y un juego de manivelas; los índices flotantes son vistos a través del microscopio binocular, los cuales tienen movimientos paralelos al plano de las fotografias, siendo éstas iluminadas con lámparas dirigidas y filtros de color; su sistema de observación es muy semejante al del aparato Estereoplanígrafo C - 8, ya que también esta provisto de un mecanismo inversor para que los diapositivas y negativos, sean vistos en forma directa; ya sea, intercambiando las imágenes de izquierda a derecha y viceversa en los oculares o invirtiendo las imágenes a través de prismas, todo ello para fines de aerotriangulaciones con imágenes estereoscócas consecutivas.

El ocular es regulable a la distancia interpupilar del operador, compensándose de esta manera los errores de los ejes visuales.

A este aparato se le pueden adaptar los siguientes accesorios:

- a). Un impresor eléctrico que registra las coordenadas de una triangulación o catastro.
- b). Un coordinatógrafo que cambia la escala de la imagen estereoscópica a la del plano, carta o mapa mediante engranes de multiplicación regulable. Figura III.1 - a.3.1 del Anexo III.3.

El Estéreo - Planígrafo Zeiss C - 8. Este aparato de alta precisión, es de origen alemán; su especialidad, además de la aerotriangulación con valores computarizados, son las cartas con fines catastrales y de obras técnicas de infraestructura (como el de medir perfiles en levantamientos fotogramétricos de caminos); para tales fines, utiliza las fotografías estereoscópicas de 23 x 23 cm.,

tanto aéreas como terrestres, verticales y oblicuas a escalas diferentes. El equipo de este aparato comprende:

- Un contador de copias
- Un registrador de valores de coordenadas.

El Estereoplanígrafo C - 8, opera bajo el principio de proyección óptica y sistema proyector.

La proyección óptica, se aplica a través del sistema de imágenes sobre puestas que dan la impresión de una maqueta imaginaria, producto de la fusión del par de fotografías estereoscópicas vistas a través del binocular adaptado al aparato.

El sistema proyector esta provisto de dos portavistas con iluminación universal, al cual están integrados un juego de lentes y espejos o índices medidores. Sus portales y portaplastas pueden intercambiarse, las cuales están adaptadas para eliminar la distorsión de las fotografías, vistas a través de su sistema de observación, compuesto de un ocular, dos varillas guías verticales, un juego de prismas inversores (para vistas directas) de diapositivas y negativas, lo cual facilita el intercambio de proyecciones que hace posible la extensión lateral de los apoyos horizontal y vertical.

El sistema de medición de este aparato, comprende:

- Un índice óptico medidor.
- Un dispositivo tridimensional de cursores guiados por mecanismos transmisores.
- Un contador impresor para el registro automático de posiciones geográficas.

Este sistema de medición tiene un ajuste de aproximación eléctrico y dispone de un mecanismo de dos manivelas y un pedal para afinar sus mediciones y como utiliza el principio de "Porro - Koppe", el operador ve en perspectiva el par estereoscópico. Este aparato también acepta la conexión de un coordinatógrafo. (Ver figura III.1 - a.3.2, del Anexo III.3).

El Autógrafo Wild A - 9, Figura III.1 - a.3.3, Anexo III.3, es un aparato estereográfico que como los anteriores, esta clasificado entre los instrumentos de primer orden y su función es la misma, la confección de cartas y mapas de alto nivel de precisión con material aéreo - estereográfico, tanto de gran amplitud como de superamplitud, cuyos formatos de restitución son de 1/2 de los normales (22.5 x 22.5 cm.), que se reducen en el proyector de diapositivas Wild U - 3, el cual corrige al mismo tiempo la distorsión de la fotografía, esto es, ejerce los mismos movimientos que los portaplastas del aparato, tal como se observa en la figura III.2 - b.8, del Anexo III.3.

Lo práctico de ese aparato, es que opera tanto con grandes y pequeñas escalas mediante un trazador electromagnético sobre un papel especial (crónaflex), muy resistente a la elasticidad, colocado en una mesa de 70 x 70 cm.; ese trazador es un accesorio del Autógrafo que esta conectado a una transmisión de engranes. Para trabajos de aerotriangulación se le conecta el coordinatógrafo Wild EK - 5, mismo que aparece en la ilustración del aparato.

Las vistas ortogonales de las fotografías, son idénticas a las descritas en los aparatos anteriores; así como también el sistema de los índices flotantes (siempre colocados abajo de los portaplacas y encima de los puntos de suspensión de las varillas de guía); así como también que, durante la elaboración del mapa, los índices se mueven paralelos a los planos de la fotografía, las cuales se ven aumentados 10 diámetros sus imágenes a través de su microscopio binocular.

Con respecto a trabajos de aerotriangulación, su método es muy semejante al de los anteriores ya que también ocupa fotografías estereoscópicas consecutivas y se pueden intercambiar entre sí las imágenes en los oculares (la derecha a la izquierda y al revés) o por medio de prismas las imágenes pueden intercambiarse por medio de giros.

En este aparato las coordenadas X y Y se registran sobre una escala de vidrio intercambiable de los contadores, las aproximación de 0.01 en mm y la altura (Z), en metros; los ángulos de orientación relativa también se graban sobre escalas graduadas con 0.01 grados de precisión y el dibujo se opera sobre una mesa con un punzón electromagnético conectado al instrumento en su transmisión de engranes. Para trabajos de aerotriangulación se emplea el coordinatógrafo Wild EK - 5.

#### II.I. A.4) INSTRUMENTOS DE CAMPO:

**Cámara fotográfica aérea:** Como su nombre lo indica, esta cámara se utiliza para las tomas del cubrimiento fotográfico. (Ver figura III.1 - a.4.1, Anexo III).

**El Altimetro:** Instrumento que se utiliza para medir la altura de vuelo de los aviones. Los más comunes son hechos en base al principio de la presión atmosférica, la cual disminuye en proporción a la altura; con este principio funcionan los barómetros y los altímetros, con la diferencia, de que estos últimos, están adaptados para registrar en lugar de la presión atmosférica, lecturas altimétricas. (Sin ilustración).

Actualmente el altímetro es usado en aparatos pequeños y exclusivamente para vuelos diurnos con ambiente despejado; fuera de estos requerimientos, es peligroso su uso, ya que la altura de vuelo se calcula a partir del nivel medio del mar y no del nivel medio del terreno, por lo que el piloto en vuelos de noche o de día con neblina espesa, pierde contacto con el terreno sobre el cual vuela, sobre todo en el montañoso. Para este tipo de vuelos, es recomendable el Altimetro de sondeo ultrasonoro (radar), el cual indica la distancia real entre el avión y cualquier obstáculo que se encuentre en su alrededor.

**La Brújula.** (Ver figura III.1 - a.4.3, Anexo III). Este instrumento se utiliza en la medición de Rumbos y Azimutes magnéticos, cuyos componentes son los siguientes:

- a) Limbo graduado de 0 a 90 grados tanto en sentido Norte como en sentido Sur; el Este y Oeste (E y W), están invertidos.
- b) La línea de mira, dirección Norte - Sur, de la cara graduada.
- c) Una aguja imanada, la cual, al enfilar la mira hacia un punto, determina un rumbo o un azimut magnético cuando el limbo de la brújula, contiene una doble graduación, además de la descrita; otra de 0 a 360 grados, sobre la cual se miden los azimutes.

La Brújula Brunton de bolsillo, se convierte en nivel de mano, Clisímetro o Eclímetro colocado de canto, cuyos ángulos verticales, se miden sobre su nonio (dispositivo para medidas de precisión); tanto las medidas horizontales como las verticales, se observan a través de un espejo que refleja la carátula.

El Estereoscopio de bolsillo: Figura III.1 - a.4.4. Anexo III.). Este instrumento de trabajo es el más sencillo, el cual consiste en dos lentes montados sobre una tira de baquelita con dos orificios circulares del tamaño de los lentes, una distancia interpupilar ajustable entre 65 y 75 milímetros de centro a centro de los lentes y sirve para localizar los puntos materializados sobre el terreno, ya sean mojoneras o el control horizontal y vertical, así como también para identificar detalles dudosos. Por ejemplo, el diferenciar el trazo de un ferrocarril con el de una carretera.

La Plancheta: Es un instrumento de dibujo que consiste, en un tablero para apoyarse; una alidada paralela a una regleta con giro de 360 grados. Es de uso fácil, ya que se inicia desde un punto en el papel que corresponde al materializado en el terreno, sobre el cual se coloca la Plancheta para visar a los distintos puntos seleccionados, registrándose las intersecciones en el papel, dadas por la alidada y las distancias se calculan según la escala proyectada para trabajar. La Plancheta es muy útil para el relleno de detalles planimétricos. (Ilustración III.1 - a.4.5, en el Anexo III.).

El Teodolito y sus accesorios: El Teodolito es un instrumento de usos múltiples, tanto mide ángulos horizontales y cenitales como también prolonga alineaciones y mide distancias por medio de la estadia. (Ilustración III.1 - a.4.6 ubicada en el Anexo III.). El Teodolito para sus mediciones, requiere de varios accesorios, tales como los siguientes:

Estadia: Mira o regla graduada en decímetros y centímetros, que al colocarla verticalmente sobre un punto de la tierra, pueden medirse ángulos y distancias desde otro punto, observadas con cualquier instrumento de anteojo reticulado, tales como el Teodolito, niveles y estadímetros. (Sin ilustración).

Rodete: Cinta métrica para medir distancias. (Sin ilustración).

Aguja: Es una varilla de acero, con punta en uno de sus extremos y 30 centímetros de longitud, la cual se utiliza para marcar el extremo de cada cinta métrica medida, con ello se checa la distancia, multiplicando el total de agujas por la longitud de la cinta utilizada. (Sin ilustración).

Mira de Nivelación: Así se le llama a una regla de madera, graduada en doble decímetros, que sirve para hacer nivelaciones y puede ser de una o varias piezas. (Sin ilustración).

Jalón: Es una varilla de madera o de metal con punta de acero, cuyos segmentos están coloreados en forma alternada, en blanco y rojo y se utiliza para mediciones lineales y angulares. (Sin ilustración).

## II.2. B) MATERIAL BASICO PARA RESTITUCION DE CARTAS Y MAPAS.

Fotografías aéreas estereoscópicas: Las fotografías, producto de todo un proceso, representan la materia prima en la elaboración de mosaicos, planos y mapas fotogramétricos, cuyas escalas varían de acuerdo a las necesidades del proyecto. Para un estudio o proyecto fotogramétrico, el proceso fotográfico está considerado como su primera etapa.

En la figura III.2 - b.1, del Anexo III, se presenta un juego de fotografías estereoscópicas, en las cuales, al fijar los ojos en un punto común del par de fotografías (el ojo izquierdo en el punto de la fotografía izquierda y el derecho en el punto de la fotografía del mismo lado) y acercando y retirando lentamente el juego fotográfico de los ojos, se logra ver la estereoscopia natural o sea las imágenes en tercera dimensión o relieve del suelo sin el apoyo de un estereoscopio.

Foto - Índice: Figura III.2 - b.2, Anexo III. La segunda etapa del Levantamiento fotográfico, es la elaboración de este índice, ya que la primera son las tomas fotográficas desde el avión que incluye el revelado y su reproducción por línea de vuelo (conjunto de fotografías tomadas sobre un mismo rumbo).

El Foto - Índice se elabora sobreponiendo las fotografías longitudinalmente hasta cubrir el 60% de sobreposición que existe entre cada una de ellas; en seguida se pegan con algún adhesivo y al terminar con el traslape longitudinal, se continúa con el lateral, para ello, se imita lo anterior, pero ahora, en sentido lateral se traslapan las líneas en su 30% de sobreposición que cada fotografía rigurosamente debe registrar para asegurar su liga con la línea lateral, sea a la derecha o a la izquierda.

El objetivo de elaborar un Foto - Índice, es precisamente el de detectar los posibles huecos que resulten después de terminar el Levantamiento fotográfico, ya sea por falta de sobreposición longitudinal, (tomas fotográficas no calculadas sobre terreno montañoso, en el sentido de vuelo del avión) o lateral, (tomas fotográficas de la segunda línea o sea, la de regreso con vuelta a 180 grados), que en alguna parte del vuelo, no se hizo contacto con el extremo de la primera línea por alguna causa natural, (desviación por vientos fuertes imprevistos) o por fallas del camarógrafo aéreo que no le dio buen uso al visor (instrumento que sirve de guía para dar sobreposición a las tomas del mosaico fotográfico entre línea y línea); también puede darse el caso, sobre todo en regiones costeras, de que el exceso de nubes pueda ocasionar como en los otros casos, vuelos complementarios de rellenos o de reposición de fotografías de escasa visibilidad.

Método de triangulación radial: Figura III.2 - b.3, del Anexo III. En esta figura se ilustra un tendido de regletas metálicas sobre una plantilla con Cuadrícula de Mercator, Canevá geográfico, control horizontal y vertical, distribuido en lugares estratégicos de la plantilla, mismos que fueron transferidos a las correspondientes fotografías y de ellas a sus armazones, las cuales quedaron sujetas sobre esos puntos por medio de agujas de acero, controlando de esta manera al resto de las regletas, las cuales, también fueron sujetadas por agujas y al ser levantadas dieron origen a una plantilla de restitución planimétrica de un cuarto orden de precisión.

Mosaico controlado o restituido: Al conjunto de fotografías, recortadas por los bordes y ligadas entre sí de tal manera, que no se pierda la continuidad de la porción del terreno que represente, se le llama Mosaico fotográfico. Si este mosaico se orienta y se apoya en puntos de control elaborados sobre el terreno que cubre, se le llama Mosaico Controlado o Restituido; de lo contrario, cuando carecen de control o éste es muy reducido, se les llama Mosaicos directos o no controlados. (Figura III.2 - b.4, en el mismo Anexo anterior).

Plano de restitución: Este plano o plantilla original, es de un material resistente a las deformaciones por cambios de temperatura o de humedad, sobre la cual se dibuja la Cuadrícula Transversa de



Mercator, el Canevá geográfico y puntos de la red de apoyo (de Sistemas de triangulaciones, poligonales y nivelaciones). Ver plantilla sobre el coordinatógrafo en Anexo III, figura III.1 - a.1.2.

Cartas y mapas existentes: Son de gran utilidad, sean centrales o aledañas al proyecto, pues de ellas se retoma todo tipo de control para un anteproyecto de cualquier índole: Cartas o mapas planimétricos (Anexo III, figura III.2 - b.6.1). Esta figura ilustra la restitución de arroyos, ríos, caminos, carreteras, fincas y poblados, mas no el relieve del suelo y tan solo por ello se les llama Planimétricos.

Carta Planialtimétrica o Hipsográfica: Así se le denomina a las restituciones que contienen tanto la planimetría como la altimetría del relieve del terreno, conformado con curvas de nivel. (Ver Figura III.2 - b.6.2. Anexo III).

Mapa topográfico: (Figura III.2 - b.6.3, Anexo III). Un mapa topográfico, mediante símbolos, representa lo siguiente:

- a) Como característica principal, el relieve del suelo configurado con curvas de nivel.
- b) Todos los accidentes naturales y culturales localizados en una superficie de la tierra no mayor de 100 kilómetros cuadrados, como son:

- La orografía; la hidrografía; la infraestructura y los recursos naturales del suelo y subsuelo.

Reductor de placas: Con este instrumento se reducen las fotografías sobre un cristal emulsionado, a la escala deseada, según el aparato para el cual las placas se han destinado. (Ver Figura III.2 - b.7).

Rectificadora - reproductora: Este aparato, al mismo tiempo que rectifica las fotografías, las reproduce, para elaborar posteriormente los Mosaicos rectificadas. (Figura III.2 - b.8, Anexo III). Los Mosaicos elaborados con fotografías no rectificadas, se les conoce como Mosaicos de contacto.

Mosaico rectificado: En la figura III.2 - b.9, del Anexo III, se ilustra como ejemplo un Mosaico rectificado aun no controlado; para ello, le falta el recorte de los bordes a las fotografías a fin de dar continuidad a los detalles del terreno fotografiado y ajustarlas al control de la plantilla previamente establecido.

## II.2.C) SIMBOLOGIA INFRAESTRUCTURAL, HIDROGRAFICA, OROGRAFICA, FORESTRAL, CONTROL Y LIMITES FRONTERIZOS.

### c). De infraestructura en comunicaciones:

c.1) Alámbricas: Líneas de alta y baja tensión y telefónicas. (Figura III.2.1 - c.1).

c.1.1) Inalámbricas: Redes telegráficas, microondas, bips y de cómputo.

c.2) Comunicaciones terrestres:

Carreteras y caminos, desde Super carreteras hasta de 4º. Orden. (Ilustraciones III.2.1 - c.2.1).  
Puentes de carreteras y ferroviarios. Ilustración III.2.1 - c.2.2.

c.3) Comunicaciones ferroviarias:

Estaciones y vías de ferrocarril. Figuras III.2.1 - c.3.1.

c.4) De comunicaciones aéreas:

Aeropuertos. Figura III.2.1 - c.4.1.

c.5) Asentamientos humanos:

Culturales, religiosos y deportivos. Figura III.2.1 - c.5.1.

c.6) Recursos no renovables.

Minas metálicas y energéticos. Figura III.2.1 - c.6.1.

c.7) Recursos hidrográficos:

Corrientes permanentes e intermitentes, saltos, diques, represas y lagunas. (Ver III.2.1- c.7.1).  
Canales, acueductos, túneles, tanques de aguas tratadas y ciénegas. (Ilustraciones III.2.1 - c.7.2).

c.7.1) Elementos oceánicos:

Muelles y áreas de prevención peligrosa para la navegación. (Ilustraciones III.2.1- c.8.1).

c.8) Cubierta forestal:

Bosques y regiones selváticas, matorrales, huertos y pinares. (Ilustraciones III.2.1 - c.9.1).  
Tundras, nipas, sabanas, pastizales, arrozales y zonas sujetas a inundación.

(Ver ilustración III.2.1 - c.9.2 del Anexo III).

c.9) Control Horizontal y Vertical:

Geodésicos, astronómicos, puntos de nivelación y de aerotriangulación (Ilustraciones III.2.1- c.10.1).

c.10) Relieve del terreno:

Curvas de nivel, rayado y sombreado. (Ver curvas de nivel en ilustración III.2.1 - c.11.1). El rayado y sombreado son para dar forma al relieve (Sin ilustraciones).

c.11) Límites fronterizos: Internacionales, estatales, municipales y parques Nacionales.  
(Ver Ilustración III.2.1 - c.12.1).

### **ANEXO III. ILUSTRACIONES Y FIGURAS.**

#### **III.1 - A) INSTRUMENTOS FOTOGRAFICOS Y TOPOGRAFICOS.**

#### **III.2 - B) MATERIAL BASICO DE RESTITUCION.**

##### **III.2.1 - C) SIMBOLOGIA CONVENCIONAL.**

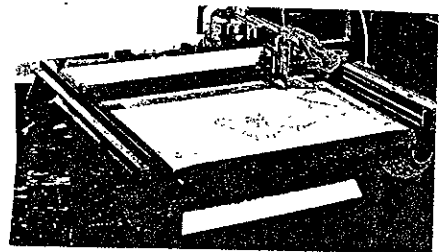
## III.1 A) INSTRUMENTOS

## III.1. A.1 INSTRUMENTOS DE GABINETE

## a.1.1) ESTEREÓSCOPIO CATOPTRICO (DE ESPEJOS)

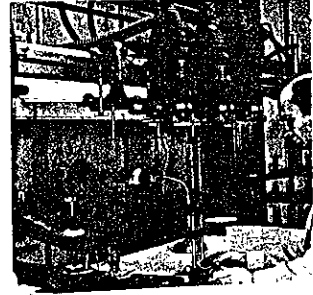


## a.1.2) COORDINATOGRÁFO

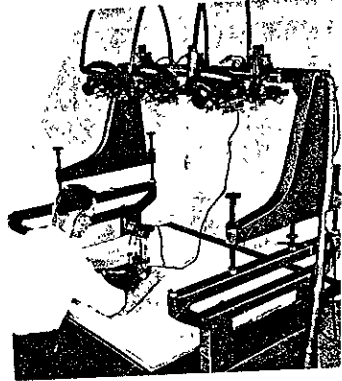


### III.1. A.2) APARATOS OPTICOS DE PROYECCIO:

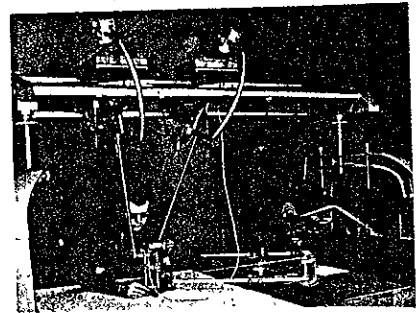
#### III.1 - a.2.1) MULTIPLEX



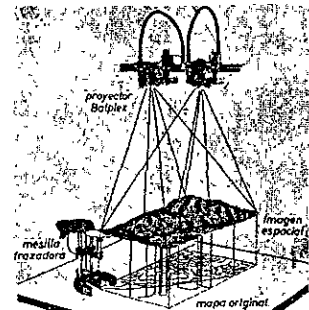
#### III.1 - a.2.2) BALPLEX



#### III.1 - a.2.3) KEELCH

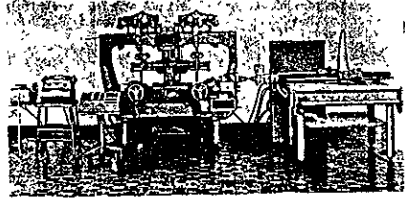


#### III.1 - a.2.4) PROYECCION TRIDIMENSIONAL

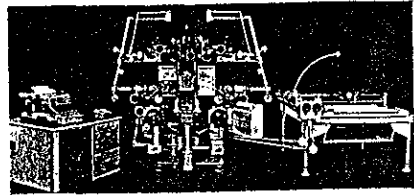


### III.1. A.3) INSTRUMENTOS OPTICO - MECANICOS

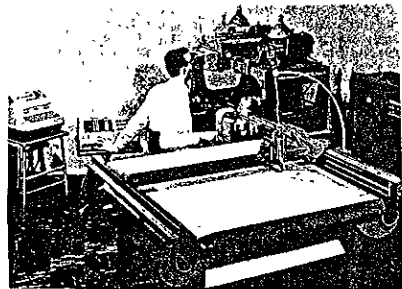
III.1 - a.3.1) AUTOGRAFO WILD A - 7



III.1 - a.3.2) ESTEREO - PLANIGRAFO  
C - 8

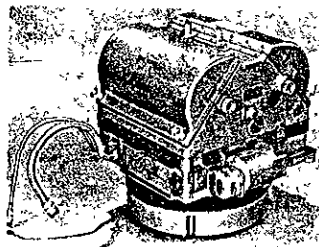


III.1 - a.3.3) AUTOGRAFO ESTEREOGRAFICO  
WILD A - 9



### III.1. A.4) INSTRUMENTOS DE CAMPO

III.1 - a.4.1) CAMARA FOTOGRAFICA AEREA

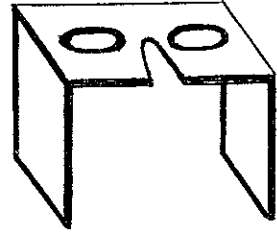


III.1 - a.4.3) BRUJULA BRUNTOS

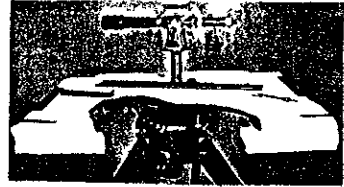




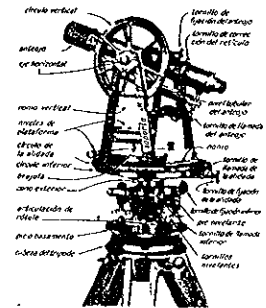
III.1 - a.4.4) ESTEREOCOPIO DE BOLSILLO



III.1 - a.4.5) PLANCHETA

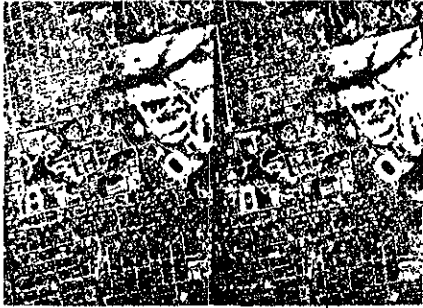


III.1 - a.4.6) TEODOLITO

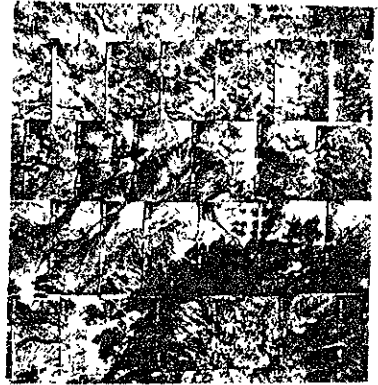


III.1 - a.4.6.1) PROTECCION CONTRA EL SOL



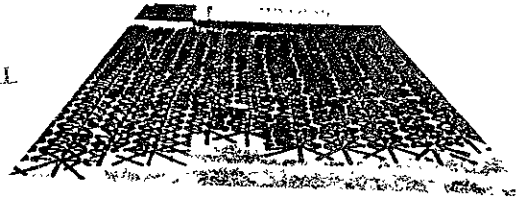


III.2 - b.1 DOS MODELOS DE FOTOGRAFIAS ESTEREOSCOPICAS



III.2 - b.2 FOTO - INDICE

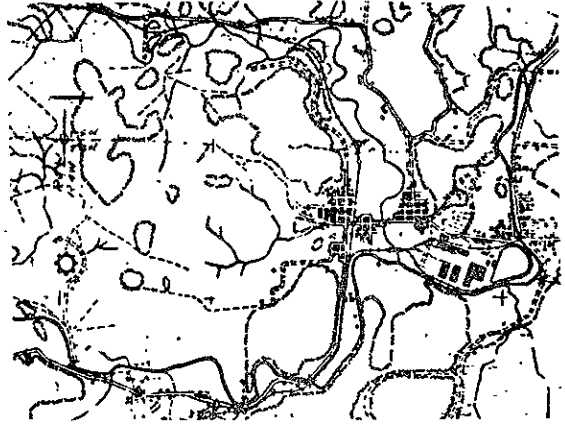
III.2 - b.3 TRIANGULACION RADIAL



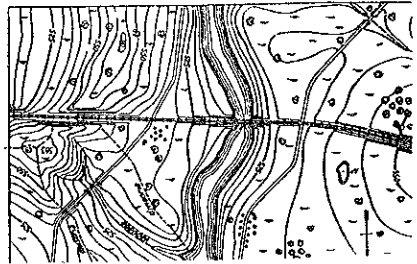
III.2 - b.4 FOTOMOSAICO AEREO CONTROLADO



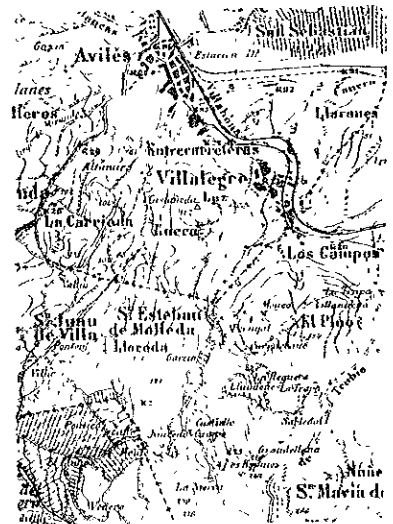
III 2 - 5.6.1 MAPA PLANIMETRICO



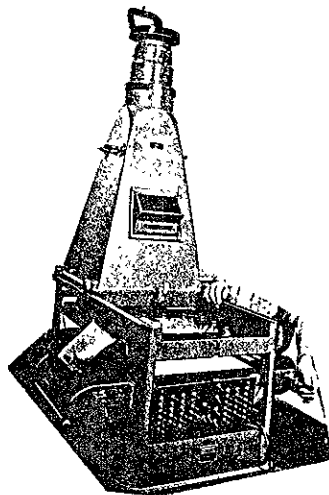
III 2.1 - 5.6.2 RESTITUCION PLANIALIMETRICA



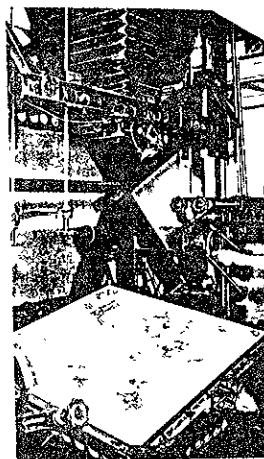
III 2 - 5.6.3 MAPA TOPOGRAFICO



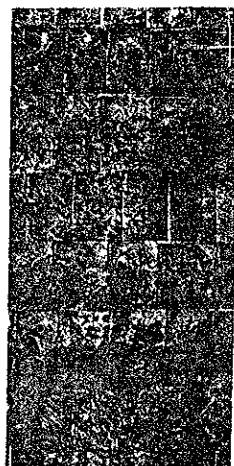
III.2 - 6.7 REDUCTOR ESPECIAL DE PLACAS



III.2 - 6.8 RECTIFICADORA PRODUCTORA



III.2 - 6.9 MOSAICO RECTIFICADO



III.2.1 (C) SIMBOLOGIA

C. DE INFRAESTRUCTURA EN COMUNICACIONES

III.2.1 - c.1 ALAMBRICAS

ACCIDENTES	E.C. 1/25	MANUSCRITO DE RESTITUCION O COMPLICACION		DIBUJO GRABADO (Escala de colores)		ILUSTRACIONES
		Simbolo	Especificaciones	Simbolo	Especificaciones	
Línea eléctrica baja o alta tensión (rotular la clase)	A		Resaca mano		0.40 0.40 0.80 0.15	
	B				0.40 0.40 0.80 0.15	
	C				0.40 0.40 0.80 0.15	
Línea telefónica o telegráfica (rotular según el caso)	A		Resaca mano		0.60 1.25 0.15	
	B				0.40 1.05 0.15	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
<b>III.2.1 - c.2.1 CARRETERAS Y CAMINOS</b>						
Vereda sendero	A				1.20 0.15	
	B				0.40 0.20	
	C				1.20 0.15	
Camino de herradura o huella	A				0.42 0.55 0.20	
	B				0.42 0.55 0.20	
	C				0.42 0.55 0.20	
Carretera sin pavimentar angosta transitable en tiempo seco	A				0.35 0.40	
	B				0.35 0.40	
	C				0.35 0.40	
Carretera sin pavimentar angosta transitable todo el año	A				0.50 1.50 0.15	
	B				0.50 1.50 0.15	
	C				0.50 1.50 0.15	
Carretera pavimentada, dos o más vías	A		Resaca mano		0. PL. Dep. Geol. y Trans. No. 51 0.30 0.15	
	B				0.30 0.15	
	C				0.30 0.15	
Autopista, carretera pavimentada, dos o más vías con separador	A		Resaca mano		0. PL. Dep. Geol. y Trans. No. 51 0.30 0.15	
	B				0.30 0.15	
	C				0.30 0.15	
Puente en carretera o camino (rotular según la clase)	A				0.50 0.55 0.15	
	B				0.50 0.55 0.15	
	C				0.50 0.55 0.15	

A Escala 1:25,000 a 1:100,000  
 B Escala 1:100,000 a 1:250,000  
 C Escala 1:250,000 a 1:500,000

III.2.1 C.2.2 PUENTES DE CARRETERA Y FERROARRIL

ACCIDENTES	Escala	MANUSCRITO DE RESTITUCION O COMPILACION.		LENGUA GRABADA (Separación de columnas)		ILUSTRACIONES
		Símbolo	Especificaciones	Símbolo	Especificaciones	
Pase elevado o pase subterráneo ferroviario de carretera	A					
	B					
	C					
Puente ferroviario	A					
	B					
	C					
Túnel ferroviario	A					
	B					
	C					
<b>III.2.1 - C.3.1 ESTACIONES Y VIAS DE FERROCARRIL</b>						
Desviadero, trocha normal o ancha	A					
	B					
	C					
Estación ferroviaria Ubicación conocida Ubicación desconocida	A					
	B					
	C					
Patio ferroviario	A					
	B					
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Vía sencilla, trocha normal o ancha en diseño o en construcción (rotación al círculo o de crevallera según el caso)	A					
	B					
	C					
Mesa giratoria	A					
	B					
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
<b>III.2.1 - C.3.2 AFRENTADOS</b>						
Aeropuerto	A					
	B					
	C		Dibujar a Mano		AMS CH No. 354	

A Escala 1:25,000 a 1:100,000  
 B Escala 1:100,000 a 1:250,000  
 C Escala 1:250,000 a 1:500,000

**III.2.1 - c.5 ASENTAMIENTOS HUMANOS**

ACCIDENTES	Escala	MANUSCRITO DE REPRESENTACIÓN O COMPILACIÓN		DIBUJO GUARADO (depreciado de metros)		ILUSTRACIONES
		Símbolo	Especificaciones	Símbolo	Especificaciones	
Edificio con cualquier lado mayor de 5.10 (rotular solo la columna "C": Escuela, Monasterio, Iglesia, etc.) Según el caso	A		Trazar escuela Monasterio Iglesia		0.50	
	B				4.10	
	C	-		-	9.70	
Escuela que no exceda de 0.50 x 0.50	A	Z	No está simbolizado		0.70 1.00' 0.50 0.50	
	B	Z			0.70 1.00' 0.50 0.50	
	C	-		-	0.50	
Escuela que exceda de 0.50 x 0.50, pero con ningún lado mayor de 5.10	A		Trazar escuela		0.70 1.00' 0.50 0.50	
	B				0.70 1.00' 0.50 0.50	
	C	-		-	0.50	
Escuela con cualquier lado mayor de 5.10	A		Trazar escuela Colocar el nombre		0.70 1.00' 0.50 0.50	
	B				0.70 1.00' 0.50 0.50	
	C	-		-	0.50	
Áreas urbanizadas	A		No está simbolizado		0.70 1.00' 0.50 0.50	
	B				0.70 1.00' 0.50 0.50	
	C				0.70 1.00' 0.50 0.50	
Iglesia con cualquier lado mayor de 5.10	A		Trazar iglesia Colocar el nombre		0.70 1.00' 0.50 0.50	
	B				0.70 1.00' 0.50 0.50	
	C	-		-	0.50	
Hospital o casa de salud	A		No está simbolizado		0.70 1.00' 0.50 0.50	
	B	-		-	0.70 1.00' 0.50 0.50	
	C	-		-	0.50	
Sitios arqueológicos o ruinas que no excedan de 0.50 x 0.50 (rotular cuando sean ruinas)	A	Ruinas	Ruinas y ruinas		0.70 1.00' 0.50 0.50	
	B	Ruinas			0.70 1.00' 0.50 0.50	
	C	-		-	0.50	
Vivienda en peñasco	A	-	No está simbolizado		0.70 1.00' 0.50 0.50	
	B	-			0.70 1.00' 0.50 0.50	
	C	-		-	0.50	

III.2.1 - c.6 RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

ACCIDENTES	Nº DE CASO	MANUSCRITO DE RESEPCION O COMPILACION		DIBUJO GRABADO (Dimensiones de dibujo)		ILUSTRACIONES
		Simbolo	Especificaciones	Simbolo	Especificaciones	
Mina de cielo abierto, mina subterránea, perforación vertical u horizontal (rotular según el caso)	A	Vertical	Rotular a mano	Vertical	6 Pt. Nueva Geol. Cond. C/L-104 J	
	B	Horizontal		Horizontal	A.M.S. Cat. No 35A	
	C	Subterránea		Subterránea		
Área pequeña con numerosas minas de cielo abierto o minas subterráneas (rotular según el caso)	A	Numerosas minas	Rotular a mano	Numerosas minas	6 Pt. Nueva Geol. Cond. C/L-104 J A.M.S. Cat. No 35A	
	B	Numerosas minas		Numerosas minas	A.M.S. Cat. No 35A	
	C	No está simbolizado		No está simbolizado		
Área extensa con numerosas minas de cielo abierto o minas subterráneas (rotular según el caso)	A	Minas abiertas	Rotular a mano	Minas abiertas	6 Pt. Nueva Geol. Cond. C/L-104 J	
	B	Minas subterráneas		Minas subterráneas	A.M.S. Cat. No 35A	
	C	No está simbolizado		No está simbolizado		
Pozos, Petróleo, Gas, Sal, etc., excluyendo agua (rotular según el caso)	A	Pozo	Rotular a mano	Pozo	6 Pt. Nueva Geol. Cond. C/L-104 J 0.07 0.10	
	B	Pozo		Pozo	0.20 0.25	
	C	Pozo		Pozo	0.40 0.10	
Tubería de gas o petróleo subterránea (rotular según el caso)	A	Oleoducto	Rotular a mano	Oleoducto	6 Pt. Nueva Geol. Cond. C/L-104 J 2.25 0.40 0.15	
	B	Oleoducto		Oleoducto	2.85 0.40 0.15	
	C	Oleoducto		Oleoducto	0.40 1.00 0.15 0.15	
Tubería de gas o petróleo superficial (rotular según el caso)	A	Oleoducto	Rotular a mano	Oleoducto	0.15	
	B	Oleoducto		Oleoducto	0.15	
	C	Oleoducto		Oleoducto	0.15	
Tanque Gasolina, Petróleo, Gas, Agua etc. cuya dimensión mayor exceda de 1.66 (rotular según el caso y trazar a la escala)	A	Gas	Rotular a mano	Gas	6 Pt. Nueva Geol. Cond. C/L-104 J 0.10	
	B	Gas		Gas	0.10	
	C	No es aplicable		No es aplicable		
Tanque Gasolina, Petróleo, Gas, Agua etc. que no exceda de 0.80 en su mayor dimensión (rotular según el caso)	A	Gas	Rotular a mano	Gas	6 Pt. Nueva Geol. Cond. C/L-104 J 0.05	
	B	Gas		Gas	0.05	
	C	No está simbolizado		No está simbolizado		
Tanque Gasolina, Petróleo, Gas, Agua etc. que no exceda de 1.66 (rotular según el caso y trazar a la escala)	A	Gas	Rotular a mano	Gas	6 Pt. Nueva Geol. Cond. C/L-104 J 0.10	
	B	Gas		Gas	0.10	
	C	No es aplicable		No es aplicable		

A Escala 1:25,000 a 1:100,000  
 B Escala 1:100,001 a 1:250,000  
 C Escala 1:250,001 a 1:500,000



ELEMENTOS HIDROGRAFICOS

III.2.1 - c.7 RÍOS, RÁPIDOS, SALTOS, PRESAS Y LAGUNAS

ACCIDENTES	Escala	MANUSCRITO DE RESTITUCION O COMPILACION		DIBUJO GRABADO (Separación de colores)		ILUSTRACIONES
		Símbolo	Especificaciones	Símbolo	Especificaciones	
Lecho seco que excede de 100 de ancho, con cauce permanente	A		Puntos dibujados 1:400		0.20" / 0.40" / 0.80"	
	B					
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Corriente que desaparece	A				1:80 / 30" / 0.20"	
	B				1:40 / 60" / 0.20"	
	C				1:100 / 90" / 0.20"	
Río	A					
	B					
	C					
Saltos raudales o rápidos pequeños (rotular según el caso)	A		Rotular según el caso		0.20" / 0.40" / 0.80"	
	B				0.20" / 0.40" / 0.80"	
	C				0.20" / 0.40" / 0.80"	
Saltos, cascadas raudales o rápidos grandes (rotular según el caso)	A		Rotular según el caso		0.10" / 0.20" / 0.40" / 0.80"	
	B				0.10" / 0.20" / 0.40" / 0.80"	
	C				0.10" / 0.20" / 0.40" / 0.80"	
Diqze pequeño con caudal	A		Rotular según el caso		0.20" / 0.40" / 0.80"	
	B				0.20" / 0.40" / 0.80"	
	C				0.20" / 0.40" / 0.80"	
Represa de mampostería con caudal sobre la misma	A		Rotular según el caso		0.20" / 0.40" / 0.80"	
	B				0.20" / 0.40" / 0.80"	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Lago, laguna permanente	A		Rotular según el caso		0.20" / 0.40" / 0.80"	
	B				0.20" / 0.40" / 0.80"	
	C				0.20" / 0.40" / 0.80"	

A Escala 1 25,000 a 1 100,000  
 B Escala 1 100,000 a 1 250,000  
 C Escala 1 250,000 a 1 500,000

III.2.1 - c.7.1 ELEMENTOS HIDROGRAFICOS

III.2.1 - c.7.2 CANALES, ACUEDUCTOS, TUNELES Y TANQUES DE AGUA RECICLABLE

ACCIDENTES	Escala	MANUSCRITO DE RESTITUCION O COMPILACION		DIBUJO GRABADO (Preparado de autor)		ILUSTRACIONES
		Símbolo	Especificaciones	Símbolo	Especificaciones	
Canal navegable o de riego usase el símbolo de línea doble o el símbolo de línea sencilla, (trazar según el caso)	A	Canal Abandorado	-----	0.20	E. M. Norm. Geom. Geol. C.I. 204	
	B	Canal navegable	====	0.20		
	C	Canal Abandorado	-----	0.25		
Acueducto	A	Acueducto	-----	0.25	E. M. Norm. Geom. Geol. C.I. 204	
	B	Acueducto	-----	0.75		
	C	Acueducto	-----	0.75		
Túnel de acueducto	A	Túnel de acueducto	-----	0.10	E. M. Norm. Geom. Geol. C.I. 204	
	B	Túnel de acueducto	-----	0.20		
	C	Túnel de acueducto	-----	0.75		
Acueducto subterráneo	A	Acueducto subterráneo	-----	0.75	E. M. Norm. Geom. Geol. C.I. 204	
	B	Acueducto subterráneo	-----	1.00		
	C	Acueducto subterráneo	-----	1.00		
Aqueque (usar el símbolo de línea doble o el símbolo de línea sencilla, el símbolo permanente o el símbolo intermitente (trazar según el caso y "aqueque" en la restitución)	A	Aqueque	-----	0.20	E. M. Norm. Geom. Geol. C.I. 204	
	B	Aqueque	-----	0.25		
	C	No se aplica		No se aplica		
Acueducto elevado	A	Acueducto elevado	-----	0.75	E. M. Norm. Geom. Geol. C.I. 204	
	B	Acueducto elevado	-----	0.75		
	C	Acueducto elevado	-----	0.75		
Tanques de filtración	A	Tanque de filtración	[Grid]	0.10	E. M. Norm. Geom. Geol. C.I. 204	
	B	Tanque de filtración	[Grid]	0.10		
	C	No está simbolizado		No está simbolizado		
Ciénaga costera o marisma	A	Ciénaga costera o marisma	[Wavy lines]		E. M. Norm. Geol. C.I. 204	
	B	Ciénaga costera o marisma	[Wavy lines]			
	C	Ciénaga costera o marisma	[Wavy lines]			
Ciénaga o pantano	A	Ciénaga o pantano	[Wavy lines]		E. M. Norm. Geol. C.I. 204	
	B	Ciénaga o pantano	[Wavy lines]			
	C	Ciénaga o pantano	[Wavy lines]			

A Escalas 1:25,000 a 1:100,000  
 B Escalas 1:100,001 a 1:250,000  
 C Escalas 1:250,001 a 1:500,000

### III.2.1 c.8 ELEMENTOS OCEANICOS

#### III.2.1 - c.8.1 MUELLES Y AREAS DE PREVENCION DE PELIGRO EN LA NAVEGACION

ACCIDENTES	Escalas	MANUSCRITO DE RIESGOS (Función o Complejación)		DIBUJO GRAHADO (Representación de colores)		ILUSTRACIONES
		Simbolo	Especificaciones	Simbolo	Especificaciones	
Acora peligrosa para la navegación	A	Peligrosa para la navegación		Peligrosa para la navegación	0.40	
	B	Peligrosa para la navegación		Peligrosa para la navegación	0.60	
	C	Peligrosa para la navegación		Peligrosa para la navegación	0.80	
Roca al descubierto o a flor de agua, peligro para la navegación	A					
	B					
	C					
Grupo de rocas al descubierto o a flor de agua (cuando el aren sea pequeña sin simbolo, rotúlase "Roca al descubierto")	A				0.50	
	B				0.70	
	C				0.90	
Roca al descubierto o a flor de agua	A					<p>MAREA ALTA</p> <p>MAREA BAJA</p>
	B					
	C					
Roca sumergida, peligrosa para la navegación	A				0.50	
	B				0.70	
	C				0.90	
Roca sumergida (el número indica la profundidad de la roca en metros)	A				0.50	
	B				0.70	
	C				0.90	
Roca sumergida a una profundidad conocida en metros	A	2 Roca		2 Roca	0.50	
	B	2 Roca		2 Roca	0.70	
	C	2 Roca		1 Roca	0.90	
Muelle que no exceda de 0.40 de ancho según la escala	A	Muelle		Muelle	0.25	
	B	Muelle		Muelle	0.75	
	C	No está simbolizado		No está simbolizado		
Muelle que exceda de 0.40 de ancho según la escala	A	Muelle		Muelle	0.10	
	B	Muelle		Muelle	0.10	
	C	No está simbolizado		No está simbolizado		

A Escala 1 25.000 a 1 100.000  
 B Escala 1 100.001 a 1 250.000  
 C Escala 1 250.001 a 1 500.000

## III.2.1 - 2.9 CUBIERTA FORESTAL

### III.2.1 - c.9.1 BOSQUES, SELVAS, MATORRALES Y HUERTOS

ACCIDENTES	Escala	MANUSCRITO DE RESTITUCIÓN O COMPLICACIÓN		DIBUJO GRABADO (Reproducción de colores)		ILUSTRACIONES
		Símbolo	Especificaciones	Símbolo	Especificaciones	
Selvas o bosques, opcional	A		Dibujar a mano		A.M.S. Sic-Pal 1p.1	
	B		Dibujar a mano		No está simbolizado	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Matorral denso, opcional	A		Dibujar a mano		A.M.S. Sic-Pal No.183	
	B		Dibujar a mano		No está simbolizado	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Matorral ralo, opcional	A		Dibujar a mano		A.M.S. Sic-Pal No.212	
	B		Dibujar a mano		No está simbolizado	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Huertos, plantaciones temporales (rotular según el caso)	A		Dibujar a mano		1 Pl. Horta Gub. Com. C.A. 199 I A.M.S. Sic-Pal No.201	
	B		Dibujar a mano		No está simbolizado	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Huertos, plantaciones permanentes (rotular según el caso)	A		Dibujar a mano		A.M.S. Sic-Pal No.136 4 Pl. Horta Gub. Com. C.A. 199 I	
	B		Dibujar a mano		No está simbolizado	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Palmar	A		Dibujar a mano		A.M.S. Sic-Pal No.198	
	B		Dibujar a mano		No está simbolizado	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	
Pinar	A		Dibujar a mano		A.M.S. Sic-Pal No. 5 11	
	B		Dibujar a mano		No está simbolizado	
	C		No está simbolizado		No está simbolizado	






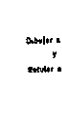
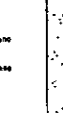













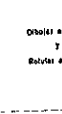
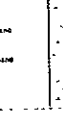











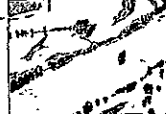
A Escala 1:25,000 a 1:100,000

B Escala 1:100,001 a 1:250,000

C Escala 1:250,001 a 1:500,000

## CUBIERTA VEGETAL

## III.2.1 - c.9.2 TUNDRAS, NIPAS, SABANAS Y PASTIZALES

ACCIDENTES	MANUSCRITO DE RESTITUCION O COMPILACION		DIBUJO GRABADO (Representación Geométrica)		ILUSTRACIONES
	Simbolo	Especificaciones	Simbolo	Especificaciones	
Tundra	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p> 	<p>Dibujar a mano</p>	<p>Tundra</p>	<p>A. P. Army Map Serv. Cont. C.A. No. 7 A.M.S. Stk-Pat. No. 141</p>	
Tetral	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p> 	<p>Dibujar a mano y Borrar a mano</p>		<p>Stk-Pat. Army Map Service No. 117 A.P.S. Stk-Pat. No. 111</p>	
Nipa	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p> 	<p>Dibujar a mano</p>		<p>A.M.S. Stk-Pat. No. 177 (en la hoja de bosque)</p> <p>A.M.S. Stk-Pat. No. 171 (en la hoja de desierto)</p> <p>No está simbolizado</p>	
Sabana herba tropical	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p> 	<p>Dibujar a mano</p>		<p>A.M.S. Stk-Pat. No. 175</p> <p>No está simbolizado</p>	
Fr. «tanzil» (Fruto h. verde)	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p> 	<p>Dibujar a mano y Borrar a mano</p>		<p>Stk-Pat. Army Map Service No. 181</p>	
Arroyales	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p> 	<p>Dibujar a mano</p>		<p>A.M.S. Stk-Pat. No. 181</p>	
Terreno sujeto a inundacion	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p> 	<p>Dibujar a mano</p>		<p>A.M.S. Stk-Pat. No. 181</p>	

PUNTOS DE CONTROL

III.2.1 - c.10 CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL

ACCIDENTES	ESCALA	MANUSCRITO DE RESUMIENCIÓN O COMPLICACION.		DIBUJO GRABADO (Separación de colores)		ILUSTRACIONES
		Símbolo	Especificaciones	Símbolo	Especificaciones	
Punto a vértice de edículo	A	Mirador △		Mirador △		
	B	Mirador △		Mirador △		
	C	Mirador △		Mirador △		
Punto de control horizontal adyacente a marca terrestre o sobre carretera o ferrocarril	A					
	B					
	C					
Punto Topográfico Punto de nivelación en combinación con punto de control horizontal	A	▲ 20		▲ 70		
	B	▲ 10		▲ 20		
	C	▲ 10		▲ 20		
Punto de nivelación auxiliar	A	× 20		× 20		
	B	No esta simbolizado		No esta simbolizado		
	C	No esta simbolizado		No esta simbolizado		
Punto astronómico	A	⊕		115		
	B	⊕		145		
	C	⊕		170		
Punto de aerotriangulación	A	○ 217				
	B	○ 217		○ 217		
	C	○ 217		○ 217		
Punto estereoscópico	A	1 118				
	B	1 118		1 118		
	C	1 118		1 118		

A Escala 1:25 000 a 1:100 000  
 B Escala 1:100 000 a 1:250 000  
 C Escala 1:250 000 a 1:500 000

## III.2 - c.11 RELIEVE DEL TERRENO

### III.2.1 - c. II.1 CURVAS DE NIVEL

ACCIDENTES	Escala	MANUSCRITO DE RESTITUCION O COMPILACION.		DIBUJO GRABADO (Separación de líneas)		ILUSTRACIONES
		Simbolo	Especificaciones	Simbolo	Especificaciones	
Curva de nivel indise, a) cruzada	A B C					
Curva de nivel indise	A B C					
Curva de nivel micrométrica	A B C					
Curva de nivel suplementaria	A B C					
Falla geológica	A B C					
Os presiones	A B C					

A. Escala 1:25.000 a 1:100.000  
 B. Escala 1:100.001 a 1:250.000  
 C. Escala 1:250.001 a 1:500.000

### III.2.1 - c.12 LÍMITES FRONTERIZOS

#### III.2.1 - c.12.1 LÍMITES INTERNACIONALES, ESTATALES Y MUNICIPALES

ACCIDENTES	Clase	MANUSCRITO DE RESTITUCIÓN O COMPILACIÓN		DIBUJO GRABADO (Operación de colores)		ILUSTRACIONES
		Símbolo	Especificaciones	Símbolo	Especificaciones	
Límite internacional	A	---	---	---	Símb. No. 107 2.25 0.10 0.10 0.80 0.10 0.10 1.60 0.10 0.10	
	B	---	---	---	2.00 0.10 0.10 0.80 0.10 0.10 1.60 0.10 0.10	
	C	---	---	---	2.25 0.10 0.10 0.80 0.10 0.10 1.60 0.10 0.10	
Límite de estado, departamento o equivalente	A	---	---	---	4.00 0.10 0.10 4.00 0.10 0.10 4.00 0.10 0.10	
	B	---	---	---	4.00 0.10 0.10 4.00 0.10 0.10 4.00 0.10 0.10	
	C	---	---	---	4.00 0.10 0.10 4.00 0.10 0.10 4.00 0.10 0.10	
Reserva o parque (rotular según el caso)	A	---	---	---	1.25 0.10 0.10 0.25 0.10 0.10 1.00 0.10 0.10	
	B	---	---	---	1.25 0.10 0.10 0.25 0.10 0.10 1.00 0.10 0.10	
	C	---	No está simbolizado	---	No está simbolizado	
Límite de municipio o equivalente	A	---	---	---	0.40 0.10 0.10 0.80 0.10 0.10 0.40 0.10 0.10	
	B	---	---	---	0.40 0.10 0.10 0.80 0.10 0.10 0.40 0.10 0.10	
	C	---	No está simbolizado	---	No está simbolizado	

A Escala 1:25,000 a 1:100,000  
 B Escala 1:100,001 a 1:250,000  
 C Escala 1:250,001 a 1:500,000