

Maestros de la
Agrimensura

|

Severiano Gustavo Bartaburu

Maestros de la **Agrimensura**

*Con pruebas del pasado,
se construyen el hoy y el futuro*

Córdoba
2013

La reproducción de este libro, ya sea total o parcial, en forma idéntica o con modificaciones, escrita a máquina por el sistema Multigraph, mimeógrafo, impreso, etc., que no fuera autorizada por esta Editorial, es violatoria de derechos reservados. Toda utilización debe ser solicitada con anterioridad.

Bartaburu, Gustavo

Gustavo Bartaburu. - 1a ed. - Córdoba : Editorial de la Provincia de Córdoba, 2013.

214 p. : il. ; 22x15 cm. - (Maestros de la agrimensura; 2)

ISBN 978-987-3622-00-7

1. Agrimensura. I. Título.

CDD 333.08

Fecha de catalogación: 11/10/2013



Editado por la
Editorial de la Provincia de Córdoba

Av. Rosario de Santa Fe N° 650 - Córdoba Capital - CP 5000,
Edificio "Centro Cívico" 8vo. Piso. Tel/Fax: 0054- 0351 – 5243174.
editorialdelaprovinciadcordoba@cba.gov.ar

Diseño y Animación Flash:

Marco Javier Lio

Impreso por:

ADVOCATUS

Obispo Trejo 181 - Córdoba
editorial@eadvocatus.com.ar

Queda hecho el depósito que previene la ley 11.723

Impreso en Argentina



GOBIERNO DE LA
PROVINCIA DE
CÓRDOBA

**GOBIERNO DE LA
PROVINCIA DE CÓRDOBA**

Gobernador

Dr. José Manuel de la Sota

Vicegobernadora

Cra. Alicia Pregno

Ministro Jefe de Gabinete

Dr. Oscar Félix González

Secretario de Asuntos Institucionales, Regionales y Legislativos

Sr. Fernando Boldú

Director General de Asuntos Legislativos

Sr. Guillermo Sopranzi

Director General del INCAM

Sr. Enrique Pires

Secretario de Participación Ciudadana

Sr. Marcelo Cáceres

Secretario de Coordinación y Gobierno

Ab. José Emilio Ortega

Director General de Asuntos Municipales y Comunas

Sr. Roberto Clavero

Director General de Administración

Cr. Rodolfo Darío Koch

Directora de Jurisdicción de Asuntos Legales

Ab. Mgter. Norma Bonifacino

Directora de Jurisdicción de Asuntos Legales Municipales

Ab. Miriam Capone

Director de Jurisdicción de Recursos Humanos

Ab. Walter Marangonzín

Asesora de Gabinete con rango de Directora de Jurisdicción

Lic. Viviana María Sbarato

Asesora de Gabinete con rango de Directora de Jurisdicción

Ab. Patricia Elena Messio

Subdirector de Jurisdicción de Relaciones con la Comunidad

Lic. Marcos Pablo Speranza

AUTORIDADES

**COLEGIO DE
AGRIMENSORES**

Presidente

Ing. Agrim. Raúl Horacio Grosso

Vicepresidente

Ing. Agrim. Sergio M. Sosa

Vocales Titulares

Ing. Agrim. Horacio Di Marco (a cargo de Tesorería)
Agrim. Carlos Enrique Bianco (a cargo de Secretaría)
Ing. Agrim. Guillermo César Turco (vocal por el interior)
Ing. Agrim. Susana Fiddiemi

Vocales Suplentes

Ing. Agrim. Sergio Fabián Luna
Ing. Agrim. Silvia del Valle Gómez (vocal por el interior)
Ing. Agrim. Omar Belisle
Ing. Agrim. César Angel Cuyaubé

Comisión de Homenaje

Ing. Agrim. Carlos Tatián
Ing. Agrim. Armando del Bianco
Agrim. José María Gamboni
Ing. Agrim. Enrique Jorge Debiase

Colaboradores

Ing. Agrim. Luis Antonio Bosch
Ing. Geodesta Geofísico José María Ciampagna
Ing. Agrim. Lorenzo Samper

INDICE

Prefacio	13
Prólogo	15
La Agrimensura en la Universidad Nacional de Córdoba	
1. Nuestros Primeros Científicos	20
2. La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas	22
3. Los Profesores del Siglo XIX	24
4. Los Profesores del Siglo XX	27
5. Instituciones Pioneras de la Agrimensura	31
6. Algunas Reflexiones para el Final	31
El Plano de Mensura	
Presentación	33
1. Introducción	33
1.1. La mensura	33
1.2. El Plano de Mensura	34
1.3. Antecedentes Históricos	35
1.4. Características Propias	36
2. Confección del plano de mensura	37
2.1. Escalas	37
2.2. Formato	38
2.3. Soporte del Dibujo	39
2.4. Escritura	40
2.5. Contenido y Diagramación	41
2.6. Composición del Dibujo	45
3. El plano de mensura en el catastro	47

4. El plano de mensura en la propiedad horizontal	49
4.1. Origen Legal de la Propiedad Horizontal	49
4.2. El Edificio	50
4.3. Mensura de las Unidades de Dominio	51
5. Bibliografía	55
Aclaraciones	56

Cartografía: Compendio de temas

Prólogo	59
1. Proyecciones cartográficas	59
1.1. Desarrollo sobre el Cilindro	59
1.2. Proyección Mercator	61
1.3. Proyección Mercator especial	65
1.4. Proyección Gauss o transversal Mercator	68
1.5. Proyección Gauss - Krüger	73
1.6. Proyección U.T.M.	76
2. Elección de una proyección	77
A. Finalidad, de la carta o del mapa	77
B. Extensión de la zona a representar	78
C. Ubicación geográfica de la zona a representar	80
3. Representación del relieve topográfico	81
4. Cartas catastrales	86
El Registro Gráfico	87
1. Base Geométrica	87
2. Escalas (Programa de Escalas)	88
3. Formato y División en Hojas	89
4. Soporte del Dibujo	90
5. Símbolos y Signos Convencionales	91
6. Identificación Parcelaria	91
7. Contenido de la Carta Catastral	92
8. Actualización Catastral	93
9. Complemento del Registro Gráfico	94
10. La Carta Catastral Automatizada	96

Simbología cartográfica

La Información	101
La imagen Cartográfica	103
La Simbología Cartográfica	104

La elección de los Signos	105
Utilización de los Signos Cartográficos	106
Los signos Cartográficos Convencionales	112
Bibliografía	114

Mojones que hacen historia

Descripción geográfica	115
Una tradición de siglos	118

Formación Académica del Agrimensor

A modo de introducción	121
Interés público de la cartografía	121
Resumen	121
Formación académica del agrimensor	122
Cartografía topográfica	125
Carta Básica	125
Cartografía temática	128
Cartas Derivadas	128
Geodesia y mediciones especiales	130
Conclusiones	131

La Ética del Agrimensor

a. Introducción	133
b. Síntesis histórica	134
c. Etica de las profesiones	136
d. Etica del agrimensor	137
e. Códigos de ética	139
f. Tribunales de disciplina	141
g. Conclusión	141

La Carta Topográfica

Severiano Gustavo Bartaburu (edición 1994)

1. Introducción	143
2. Características técnicas	146
2.1. Fotografía Aérea y Carta	147
3. Escala de la carta topográfica	149
4. Sistema de proyección cartográfica	157
5. Formato y división en hojas	162

6. Numeración y designación de las hojas	171
7. Imágenes cartográficas	173
a. Forma	175
b. Tamaño	176
c. Orientación	177
d. Color	179
e. Valor	181
f. Grano	182
8. Signos convencionales	183
Signos de Implantación Puntual	188
Signos de Implantado Lineal	188
Signos de Implantación Zonal	190
9. La generalización cartográfica	191
Introducción	191
Técnica de la Generalización	193
Consideraciones Finales	199
10. Representación del relieve topográfico	202
11. Carta topográfica automatizada	215
12. Calidad de una carta topográfica	222
1. Exactitud	223
1.1. Calidad de la información	223
1.2. Exactitud Planimétrica	224
1.3. Exactitud Altimétrica	230
2. Claridad	232
3. Expresión	234
Bibliografía	235
Severiano Gustavo Bartaburu	237

PREFACIO

La Colección “Maestros de la Agrimensura”, se publica en el marco de un convenio suscripto entre la Editorial de la Provincia de Córdoba y el Colegio de Agrimensores, con el objeto general de *“establecer un marco institucional de colaboración recíproca para promover la edición y divulgación de obras, en soporte papel y/o electrónico, editadas por ambas instituciones y formalizar un vínculo de intercambio de publicaciones para el aprovechamiento mutuo de los resultados de transferencia de las mismas”*. A través de este instrumento de concertación, el sello institucional de la provincia y el colegio referenciado se comprometieron en el esfuerzo común de editar un Libro Homenaje a los Maestros de la Agrimensura de la Provincia de Córdoba Tito Livio Racagni, Víctor Hanshürgen Haar, Héctor Bernardo Oddone y Gustavo Bartaburu, en aras de fomentar la tutela y divulgación de este importante acervo científico, histórico y técnico que conforma el patrimonio cultural de la provincia de Córdoba.

Esta colección, se integra por cuatro ejemplares, cada uno dedicado a un maestro de la Agrimensura, en el que se compilan sus principales artículos y producción intelectual.

De este modo la Editorial de la Provincia de Córdoba fomenta y fortalece el vínculo entre la comunidad y el Estado, generando canales institucionales para la divulgación del conocimiento y consecución del bien común.

Ab. Mgter. Federico Robledo (h)
Ministerio Jefatura de Gabinete
Provincia de Córdoba

Ab. Esp. José Emilio Ortega
Secretario de Coordinación y Gobierno
Director Editorial
Ministerio Jefatura de Gabinete
Provincia de Córdoba

PROLOGO

En el marco de las celebraciones correspondientes a los fastos del 400 aniversario del nacimiento de nuestra Universidad Nacional de Córdoba, la Comisión de Homenaje a los Maestros de la Agrimensura, creada por el Colegio de Agrimensores de Córdoba decidió publicar los trabajos legados por estos maestros y presentarlos en el ámbito pertinente: la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de nuestra Universidad, fundada en 1876 con los Doctorados en Ciencias Naturales y la carrera de Agrimensura, donde estos Maestros ejercieron la docencia.

En esta oportunidad, esta Comisión decidió homenajear a los agrimensores TITO LIVIO RACAGNI, VICTOR HANSJÜRGEN HAAR, HECTOR BERNARDO ODDONE y SEVERIANO GUSTAVO BARTABURU; los tres primeros ya han fallecido pero, al decir de Tácito, “no con el cuerpo mueren las grandes almas”, todos ellos siguieron las enseñanzas del ilustre Profesor Ing. Juan Jagsich, llevando los estudios de la Agrimensura en la Universidad Nacional de Córdoba a los elevados sitios que ocupa dentro de las Facultades y Escuelas de todo el país y de Latinoamérica. Se los considera maestros de la Agrimensura por el reconocimiento de todos aquellos que fueran sus discípulos, se los reconoce en una dimensión superior, como auténticos sabios y poseedores de un elevado sentido de la vocación, predicando con la virtud del ejemplo.

Estos Maestros brillan por su alto prestigio académico, por su intelecto y por la convicción de sus ideales, destacándose en toda ocasión por la predisposición para dirigir, encaminar, corregir, evaluar y evacuar cualquier pregunta o duda de sus discípulos.

Los volúmenes de sus trabajos, publicados por la Imprenta del Gobierno Provincial, son cuatro libros correspondientes a cada uno de los Maestros, que recopilan artículos, conferencias, ensayos y estudios, precisando con toda cla-

ridad la especificidad de la profesión y el rol que el Agrimensor tiene en los Estados modernos.

Al decir borgeano: “Ojalá seamos los lectores que estos libros aguardan”.

*Comisión de Homenaje a los Maestros de la Agrimensura
Colegio de Agrimensores de la Provincia de Córdoba*

La Agrimensura en la Universidad Nacional de Córdoba

En noviembre del año pasado, la ESCUELA DE AGRIMENSURA de la Universidad Nacional de Córdoba, programó un acto académico para conmemorar los 125 años de creación de las cátedras de TOPOGRAFÍA y de AGRIMENSURA LEGAL, acto que finalmente fue suspendido

Al ser invitado para exponer en tal evento, tomé el compromiso de preparar alguna síntesis histórica relacionada con los objetivos perseguidos, cuyo trabajo requirió algún esfuerzo que estimo de utilidad para colegas y estudiantes, que deseen profundizar en nuestros orígenes académicos y profesionales en el ámbito de la Universidad Nacional de Córdoba

Con esa finalidad he decidido reproducir este modesto aporte, que sólo pretende hilvanar algunos aspectos históricos a través de los cuales sea posible honrar de alguna manera, a aquellos distinguidos científicos que fueron pioneros en nuestra carrera, legándonos sus conocimientos para beneficio de muchas generaciones de Agrimensores.

Hemos creído oportuno presentar esta síntesis, con motivo de conmemorar el DIA DEL AGRIMENSOR. No sin aceptar mis limitaciones para abordar con mayor acierto todos los detalles históricos que adornan a la existencia de la Agrimensura Cordobesa. Afortunadamente, distinguidos colegas e investigadores, se han ocupado de producir valiosos trabajos en este campo, que constituyen verdaderas fuentes de información e inspiración para colegas y estudiantes

Todo cuanto seamos capaces de sintetizar en esta oportunidad está, felizmente, documentado razón por la cual se abre la posibilidad de realizar estudios más profundos que deberían formar parte de nuestro propio historial.

1. Nuestros Primeros Científicos

Retomemos ahora, el origen de las causas que motivan esta síntesis, vinculada al nacimiento de las cátedras de Topografía y de Agrimensura Legal en nuestra carrera de Agrimensura. Trataremos de hacerlo retrocediendo un poco en el tiempo, por la importancia histórica que reviste el origen de la formación científica de la misma.

La Dra. María Cristina Vera de Flachs, en su publicación titulada “La Ciencia Joven: El nacimiento de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas” ⁽¹⁾ realiza una inteligente síntesis del estado de las ciencias en Europa, principalmente en Alemania hasta la segunda mitad del Siglo XIX, para luego expresar textualmente: “Durante la presidencia de Mitre, DOMINGO FAUSTINO SARMIENTO, que conocía las falencias de la Argentina en este aspecto, decidió que había llegado el momento en que el país hiciera suyos los progresos científicos de los pueblos adelantados del orbe”.

La visión de futuro del Gran Educador lo lleva a encarar la formidable aventura de orientar el progreso de la joven República a partir del desarrollo de la ciencia, base indiscutible de consolidación de un porvenir venturoso

Para referirnos al comienzo de la realidad que significó esta posición de Sarmiento, nos remitiremos al libro de reciente publicación titulado “La Academia Nacional de Ciencias en el Siglo XIX” Tomo II, por el Lic. Luis Tognetti ⁽²⁾. Del Capítulo: “Los Primeros Académicos, transcribimos:” GERMAN BURMEISTER, se estableció en forma definitiva en nuestro país en 1862. Había nacido en Prusia en 1807. Sus estudios de grado los cursó en la Universidad de Halle donde obtuvo el título de médico en 1829, doctorándose un año más tarde con una tesis sobre entomología demostrando su inclinación hacia las ciencias naturales”.

Luego de importante labor científica como resultado de distintos viajes a América del Sur y ya radicado definitivamente en Argentina, Burmeister es designado director del Museo Público de Buenos Aires por el General Bartolomé Mitre, entonces Gobernador de la Provincia, generando una gran influencia por su labor sistemática que fundamenta la ciencia moderna de

¹ “El nacimiento de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas”, María Cristina Vera de Flachs, Universidad Nac. de Córdoba, 1995.

² “La Academia Nacional de Ciencias en el Siglo XIX”, Tomo II, Luis Tognetti, 2004.

nuestro país, haciéndose acreedor de fundada confianza en las autoridades de gobierno.

Es necesario destacar que, el 4 de setiembre de 1869, fue sancionada la Ley Nacional N° 322, promulgada por Sarmiento el 11 de setiembre del mismo año, autorizando la contratación de hasta veinte profesores, dentro o fuera del País destinados a las ciencias especiales de la Universidad de Córdoba y de los Colegios Nacionales Según describe el Dr. Telasco García Castellanos en su libro “Sarmiento y su influencia en Córdoba”⁽³⁾, esta ley y su fecha de promulgación se consideran origen de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Por lo tanto, esa destacada Institución Científica tiene hoy cumplidos su 135 años.

Según consta en el Boletín de la Academia Nacional de Ciencias del año 1874⁽⁴⁾, el Ministro Dr. Nicolás Avellaneda envió una nota al Dr. Burmeister con fecha 14 de octubre de 1869, en nombre del Presidente de la República y con autorización del Congreso, en algunos de cuyos párrafos expresa: “... De este modo, me limitaré a recordar a Ud. Que hemos arreglado lo siguiente:

1°. Establecimiento de una Facultad de ciencias matemáticas y físicas de la Universidad de Córdoba.

2°. Que esta Facultad principiará de ser desempeñada por ocho profesores distribuidos del modo siguiente:

Dos profesores de Matemáticas

Uno de Física

Uno de Química

Uno de Mineralogía y Geología

Uno de Botánica

Uno de Zoología

Uno de Astronomía

3°. Que los siete profesores se harán venir de Alemania bajo la dirección y encargo de Ud., dejando la Cátedra de Astronomía para ser desempeñada por una de las personas que dirigirán en la misma Ciudad de Córdoba, el Observatorio Astronómico (...continúa la nota....)

³ “Sarmiento - Su influencia en Córdoba”, Telasco García Castellanos - Academia Nac. De Ciencias - 2da Edición 2004

⁴ “Academia Nacional de Ciencias”, Boletín Informativo año 1874

De esta manera, Burmeister cumple con el mandato y al promediar el año 1870 comienzan a llegar a Córdoba los primeros profesores contratados provenientes de Alemania, que según un documento que he consultado en la Academia Nacional de Ciencias, fueron:

MAX SIEWERT (químico) y PABLO G LORENTZ (botánico)

Pocos meses después:

ALFREDO STELZNER (geólogo) y HENDRIK WEYENBERG (zoólogo)

En los primeros meses de 1873 se designa a:

CARLOS SCHULTZE SELBACK (físico) y a CRISTIAN AUGUSTO VOGLER (matemático)

De esta manera quedó formado el primer cuadro profesional”

Según la publicación que hemos citado de la Dra. Vera de Flachs, figurarían además,

ALFREDO DOERING y JORGE HIERONYMUS.

Estos noveles científicos que formaron un grupo extraordinario en el orden académico se desempeñaron en forma brillante en cada área en que les tocó actuar, aun cuando no fue siempre la de su propia especialidad. Produjeron trabajos de verdadera trascendencia a pesar de inconvenientes tanto internos como externos que debieron afrontar. Seguramente no resultaba fácil coordinar el dictado de clases con prolongados periodos de campañas en tareas de investigación, sobre todo si se tienen en cuenta las dificultades que generarían las comunicaciones y los traslados con los precarios medios técnicos de aquella época.

De la visión académica del Dr. Manuel Lucero, por entonces rector de la Universidad de Córdoba, surge la necesidad de considerar a la Academia Nacional de Ciencias como entidad científica de investigación quitándole funciones de carácter docente propias de una facultad donde se pueda acceder a carreras universitarias de grado

Esta concepción del Dr. Lucero, es seguramente la que promueve la creación de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, precursora de la actual FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES. De nuestra Universidad Nacional.

2. La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

En efecto, por Decreto del Presidente Nicolás Avellaneda, de fecha 14 de Octubre de 1876 fue creada la nueva facultad dependiente del Rectorado de

la Universidad Nacional de Córdoba. El Reglamento de la institución fue aprobado el 13 de Marzo de 1878, entrando así en pleno funcionamiento regular.

Este Reglamento está transcrito en la Revista Especial editada por la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales con motivo del 75 aniversario de su fundación, con material preparado y redactado en un trabajo por demás meritorio del Secretario de la Facultad Ing. Ernesto Garzón.

De la lectura del Reglamento, surgen claramente los “Objetivos de la Enseñanza”, entre los cuales destacamos el Punto 3°: FORMAR AGRIMENSORES NACIONALES”. Más adelante, el Capítulo III° titulado” ESTUDIOS PARA LA CARRERA DE AGRIMENSOR NACIONAL” establece las condiciones de ingreso, y a continuación en el ART. 7° se fija el PLAN DE ESTUDIOS como sigue.

Matemáticas aplicadas a la Agrimensura.

Teoría de los Instrumentos.

Ejercicios prácticos de mensuras y nivelaciones.

Agrimensura Legal.

Dibujo Topográfico

Medio año de elementos de Geología Mecánica y Óptica de la Física Experimental.

El título profesional a emitir era el de AGRIMENSOR NACIONAL, seguramente para diferenciarlo de los Agrimensores Provinciales .designados por el Departamento Topográfico de la Provincia creado en 1862, cuyas particularidades las describe con acierto el Prof. Consulto de la Universidad Nacional de Córdoba, Agrim. Tito Livio Racagni en publicación titulada “Autonomía Académica para la Agrimensura”⁽⁵⁾.

El mismo autor, al referirse a la creación de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas expresa: “No obstante que a la fecha de creación de la Facultad, solo revistaban ilustres profesores de física, química, mineralogía, botánica, zoología , y matemáticas superiores, era notable que la Universidad Nacional de Córdoba, a más de la formación de profesores para la enseñanza media, en estas disciplinas había sentido la necesidad de preparar agrimensores. PRIMERA CARRERA PROFESIONAL UNIVERSITARIA DE NUESTRA

⁵“Autonomía Académica para la Agrimensura”, Tito Livio Racagni, Dep. de Agrimensura, Universidad Nac. de Córdoba, 2002.

FACULTAD, destinados a la administración científica de la tierra argentina, para consolidar la estructura jurídica sobre el suelo por intermedio de la GEOMETRÍA LEGISTA, como fundamento del progreso económico y social que demanda un estado de derecho, ineludible en la concepción de la organización política de un país moderno”.

3. Los Profesores del Siglo XIX

Los profesores disponibles no resultaban suficientes para cubrir las necesidades docentes de la nueva Facultad. De allí surge que “se produjo el arribo del segundo grupo de científicos alemanes, que se unieron a los que quedaban en la Docta para desempeñarse en la recientemente erigida Facultad de Ciencias Físico Matemáticas” según lo expresa la Dra. Vera de Flach en su publicación ya citada

El Agrimensor y Abogado D. Alberto Lloveras, que en vida fuera nuestro Profesor de Agrimensura Legal, al referirse a este episodio en su libro “La Agrimensura” hace la siguiente descripción: “Revistaban como profesores de la Academia y por consiguiente pasaron a ser fundadores de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, como profesores titulares los siguientes:

De Física	Dr. Oscar Doering
De Química	Dr. Adolfo Doering
De Topografía	Dr. Arturo Seelstrang
De Minería	Dr. Luis Brackebusch
De Botánica	Dr. Jorge Hieronymus
De Zoología	Dr. Hendrik Weyenberg
De Matem. Sup.	Dr. Francisco Latzina

El primer Decano fue el Dr. Oscar Doering puesto en posesión el 24 de julio de 1878

Luego dice Lloveras en el citado libro: “El día 5 de Marzo de 1879 se EXPIDIO EL PRIMER DIPLOMA DE AGRIMENSOR A DON PROSPERO LEBEAU y el 22 de Marzo de 1889, el primer diploma de Ingeniero Civil a Don Carlos S. Cuadros.”

Al Dr. ARTURO Von SEELSTRANG se le confía el dictado de la TOPOGRAFÍA a partir del 13 de noviembre de 1879. Fue Brackebusch quien

lo interesó para que aceptara este cargo ya que sus méritos así lo justificaban. Seelstrang estaba en Argentina desde 1863 realizando el trazado de varias poblaciones, así como el tendido de ramales ferroviarios, siendo además, suficientemente reconocido por sus trabajos cartográficos, como veremos más adelante.

A Seelstrang se le encargó también, el dictado de AGRIMENSURA LEGAL en sesión del Consejo de la Facultad del 8 de Marzo de 1882, cuya resolución expresa: "... debido a que había escudriñado todas las leyes del País y demás disposiciones relativas a Agrimensura Legal y que por consiguiente era el más adecuado para desempeñar la cátedra de ese ramo" ⁽⁶⁾.

Sobre algunos aspectos biográficos de Arturo Seelstrang hemos extractado del antes citado libro "La Academia Nacional de Ciencias en el Siglo XIX-Tomo II -2004" lo siguiente: ARTURO SEELSTRANG nació en Prusia en 1838. Arribó a la Argentina en 1863 dedicándose a realizar relevamientos topográficos para distintas compañías ferroviarias. En 1875 formó parte de la comisión encargada de explorar la zona costera del Chaco. Sobre esta misión existe un libro titulado "Informe de la Comisión Exploradora del Chaco" en la biblioteca de la Academia Nacional de Ciencias.

Arturo Seelstrang arribó a Córdoba como ingeniero jefe del trazado del ramal a Totoralejos del Ferrocarril Central Norte En 1880 la Facultad lo distinguió con el título de Doctor Honoris Causa, siendo además designado miembro de la Academia Nacional de Ciencias, de la que más tarde formó parte de la Comisión Directiva como vocal.

Fue miembro del Instituto Geográfico Argentino para quien confeccionó el "Atlas de la República Argentina", en el que trabajó durante siete años, entre 1886 y 1892 año este último de su publicación. Así mismo, realizó un importante trabajo complementario denominado "Alturas de la República Argentina" que consistió en ordenar por sus coordenadas geográficas y alturas sobre el nivel del mar, de más de 2000 puntos fijos, muchos de ellos determinados con anterioridad por Oscar Doering Este material se encuentra también, en la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. El "Mapa Hipsométrico de la República Argentina," también elaborado por Seelstrang no pudo publicarse entonces por razones, al parecer, económicas.

⁶ "Revista de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales" - Número Especial, Ernesto Garzón, Universidad Nac. de Córdoba, 1951.

ARTURO SEELSTRANG murió en Córdoba el 30 de noviembre de 1896.

No es casual que la TOPOGRAFÍA fuera originalmente encargada al mismo profesor que AGRIMENSURA LEGAL, pues existe entre ellas una mutua dependencia .cuando la primera sea utilizada en su condición de geometría práctica, en el acto de mensura para materialización del derecho territorial. Así lo entendieron los fundadores de la Facultad con toda razón. Que la Agrimensura aun sostiene como principio elemental de su función específica

Ya por la época de creación de estas materias en nuestra Facultad, según hemos tratado de relatar, el Doctor en Jurisprudencia Juan Segundo Fernández .publicaba en la Revista de Legislación y Jurisprudencia, Bs. As. 1869, el siguiente concepto: “Entre las ciencias que, como la Medicina Legal por ejemplo, vienen a jugar un rol más o menos importante en las decisiones de la justicia humana, ninguna hay a quienes la ligen vínculos tan estrechos con el derecho como la AGRIMENSURA , en todo lo que concierne a la determinación de la propiedad territorial : su unión es tan íntima e indisoluble , que se hace imposible sean suplidos por agentes extraños, los conocimientos especiales que debe poner el juez para decidir con conciencia” (7).

El Dr. Lloveras en su libro “La Agrimensura” que hemos citado anteriormente, expresa: “... El derecho se vale de la Agrimensura para interpretar, ubicar, y demarcar títulos de propiedad en el terreno. El Agrimensor debe determinar cuál es el lugar sobre la superficie de la esfera terrestre que corresponde a las enunciaciones del título, y este lugar es único, pues los títulos de propiedad carecen en absoluto del don de ubicuidad” (8).

Naturalmente, la Topografía como aplicación práctica de la Geometría sobre el terreno, también sirve para ofrecer a la ingeniería, a la arquitectura, a la arqueología, a la geología y a otras ciencias, las bases del conocimiento métrico del terreno, sin componentes de orden legal, Pero cuando el objetivo es la mensura, no puede estar separada del derecho

En nuestro trabajo “El Plano de Mensura”, ensayábamos el siguiente concepto: “La Mensura es un acto de levantamiento territorial que tiene por finalidad determinar en forma cierta la aplicación del derecho de propiedad en el espacio geográfico correspondiente , fijando con precisión los límites, su for-

⁷ “Revista de Legislación y Jurisprudencia” - Juan Segundo Fernández - Buenos Aires - 1869. (Citado por Lloverás en 8).

⁸ “La Agrimensura” - Alberto M Lloveras - Universidad Nac.de Córdoba - 1952.

ma geométrica y sus dimensiones , todo lo que quedará documentado en el Plano de Mensura” Agregábamos a continuación, una definición actualizada de mensura como resultado de las deliberaciones realizadas en el Ministerio de Educación de la Nación por todas las Escuelas de Agrimensura de las Universidades Nacionales y Privadas : “La mensura es una operación de agrimensura compuesta por un conjunto de actos tendientes a investigar, identificar, determinar, medir, ubicar, representar y documentar las cosas inmuebles y sus límites, conforme con las causas jurídicas que los organizan y a relacionarlos con los signos de la posesión”

La TOPOGRAFÍA, aplicada a la OPERACION DE MENSURA, es parte de la Geometría Territorial, como la designan varios autores. Sin esta ciencia no pueden establecerse y menos materializarse los LIMITES TERRITORIALES, que son, en definitiva, el resultado de la compleja evolución de la humanidad.

Al respecto, el Prof. Agrim. Bernardo Luis Toledo expresa: “...los límites territoriales están íntimamente vinculados con el derecho y más que hechos geográficos o cartográficos , son hechos jurídicos y que se establecen por tratados, acuerdos, convenciones entre partes para separar causas jurídicas relacionadas en el espacio terrestre” ⁽⁹⁾.

Queda en evidencia que la interpretación de las causas jurídicas definen el límite en cualquier orden: desde la Nación hasta la PARCELA, pero la Geometría Territorial lo ubica, mide, materializa y representa. AMBAS son incuestionablemente, COMPLEMENTARIAS.

4. Los Profesores del Siglo XX

No sería justo, que al recordar lo orígenes de nuestras cátedras de TOPOGRAFÍA Y AGRIMENSURA LEGAL , olvidáramos a quienes sucedieron en el tiempo al primer profesor de las mismas que hemos evocado Me estoy refiriendo al Profesor de Topografía ING JUAN JAGSICH y al Profesor de Agrimensura Legal Dr. ALBERTO LLOVERAS, con el debido respeto hacia otros docentes que también fueron parte importante de la historia de estas

⁹ “Tratado de Catastro Territorial” - Bernardo L Toledo y A.O. Pappalardo - Universidad Nac. de Santiago del Estero – 1998.

cátedras, es mi intención en esta oportunidad, recordar a quienes fueron mis profesores, para los que guardo eterna admiración y agradecimiento por todo lo que aprendí de ellos, abrigando la esperanza que nuestros jóvenes colegas y estudiantes de agrimensura conozcan y valoren el origen del prestigio que nuestra ESCUELA tiene dentro y fuera del País.

En nuestra época de estudiantes universitarios veíamos al Ing. JAGSICH, como un alemán muy alto, imponente, sabio, de profundos ojos celestes, cuya sola presencia imponía respeto y admiración. Naturalmente, entre el estudiantado flotaba siempre una incógnita sobre la personalidad de este hombre, tan importante por su peso académico en la Facultad, por su acento alemán y por su habilidad para transmitir sus profundos conocimientos en las materias que dictaba. Pero Jagsich no era alemán, era de origen Croata. Había nacido en el año 1886 en un pequeño pueblo llamado Oslip (Uzlop), en la zona fronteriza entre Hungría y Austria, en un hogar de campesinos dedicados al cultivo de la vid y elaboración de vinos. Después de estudiar en distintos colegios secundarios siempre fuera de su pueblo de origen, decidió orientarse hacia las ciencias de la tierra a cuyos fines ingresó a la célebre Escuela Superior Técnica de Zurich Suiza donde cursó topografía, cartografía, geodesia etc. Y obtuvo su título de Ingeniero Agrimensor en el año 1909.

Apenas recibido, inicia su carrera docente en el mismo Instituto Politécnico en las cátedras de Topografía y Dibujo Topográfico. Hace algunos años tuve la fortuna de visitar ese INSTITUTO donde se conservan trabajos efectuados por Jagsich como modelos de perfección técnica y valor artístico de exquisita belleza.

Por esa época, Jagsich se desempeñaba como Director de Estudios Cartográficos en la zona de Mont Blanc, en el valle del lago de Ginebra y a su regreso de campaña tomó conocimiento que la Provincia de Córdoba en Argentina solicitaba un ingeniero especializado en Topografía y Geodesia. Así resulta contratado y se incorpora al Departamento Topográfico de la Provincia en el año 1912, para iniciar su tarea con trabajos de gran calidad y envergadura, como el relevamiento topográfico del Lago San Roque, la confección del Registro Gráfico Catastral de la Provincia, el estudio de la proyección cartográfica adecuada para el territorio provincial, los métodos para la determinación de coordenadas geográficas para la fijación de puntos etc. Todos trabajos que durante muchos años fueron modelos de enseñanza para sucesivas generaciones de alumnos de la ESCUELA DE AGRIMENSURA

Sin embargo Jagsich estuvo siempre atraído por la docencia, así es que en el año 1918 fue nombrado Profesor Titular de Topografía de nuestra Univer-

sidad, Después lo fue de Dibujo Topográfico, Cartografía, Geodesia y Astronomía para, finalmente ser distinguido como Profesor Extraordinario, en que se desempeñó hasta su muerte el 3 de abril de 1956. Ya, a partir de 1940 era miembro titular de la Academia Nacional de Ciencias, a la que también perteneció Seelstrang.

No vamos a detallar la obra de Jagsich, ni la cantidad de trabajos académicos que elaboró porque no tendríamos espacio. Todo puede valorarse en la metodología de la enseñanza de la Geometría Territorial que desarrolló con un sentido tan práctico como armónico, que nos legó para ser transmitido a tantas generaciones de agrimensores que se han desempeñado en su actividad profesional con éxito probado. No puede olvidarse su extraordinaria habilidad para presentar el problema a resolver, las distintas formas de solucionarlo, siempre por” aproximaciones sucesivas “, la metodología a utilizar, la acotación previa de los errores posibles, la mejor manera de efectuar las mediciones y el análisis final de los resultados. Esa forma de transmitir el conocimiento, pone en evidencia su robusta y acrisolada capacidad científica, utilizando como herramienta lo que no todos utilizan: el sentido común que evita toda exageración desgastante y hace de la Geometría Territorial en sus distintos niveles una ciencia de fácil manejo y gran utilidad.

Por muchos años el Ing. Juan Jagsich fue Profesor de Meteorología en la Escuela de Aviación Militar de Córdoba, desarrollando otra inquietud científica que lo apasionaba En este campo ha producido, más de 70 trabajos producto de sus investigaciones y publicado su libro titulado “Meteorología Física”, cuya segunda parte sobre Meteorología Geográfica , quedó inconclusa a su muerte

No podemos dejar de considerar que hasta el año 1956 la Agrimensura se cursaba en esta Facultad en tres años con Trabajo Final y acusaba falencias en algunas disciplinas necesarias para otorgar una capacitación profesional acorde a las exigencias de la época Fue el Prof. Jagsich quien diagramó e impuso un nuevo Plan de Estudios de cinco años de duración incorporando nuevas e importantes materias ,hasta ahora no estudiadas en forma completa sino como partes de otras existentes, como Fotogrametría, Agrología, Valuaciones, distintos cursos de Agrimensura Legal, etc. Cambiando también el título profesional académico por el de Ingeniero Agrimensor.

Este Plan 1956, que de alguna manera contribuimos a armar con la dirección del Profesor Jagsich, dio un muy buen resultado y ha servido de inspiración a otras Universidades como Catamarca, Santiago del Estero, San Juan

etc. Lamentablemente la muerte sorprendió a su inspirador el mismo año en que el Nuevo Plan entró en vigencia.

El otro distinguido Profesor que queremos recordar es el Abogado y Agrimensor Don ALBERTO MIGUEL LLOVERAS, que fuera encargado del dictado de AGRIMENSURA LEGAL hasta mediados de 1955. De Lloveras conservamos sus enseñanzas y un respetuoso recuerdo.

En la presentación de uno de sus libros “El Condominio por Confusión de Límites en el Código Civil Argentino”, que fuera editado por la Dirección de Catastro de La Rioja en el año 1983, es decir más de veinte años después de su muerte, el distinguido colega Agrim. Italo Mercol, hace una semblanza del autor de donde hemos extractado algunos aspectos biográficos.

El Profesor Lloveras nació en la ciudad de Río Cuarto, Córdoba, en 1898. Estudió Agrimensura en nuestra Facultad de donde egresó en 1931, obteniendo también el título de abogado.

A partir de 1936 se desempeñó en forma ininterrumpida en la Dirección General de Catastro de esta Provincia, cubriendo todo el escalafón hasta llegar a ser su Director General, en donde dejó trabajos de Agrimensura Legal y aspectos administrativos de gran valía, como el “Anteproyecto de Instrucciones Generales Para Peritos Agrimensores” y muchos otros .

Simultáneamente, fue Profesor de Matemáticas en el Colegio Nacional de Monserrat y Profesor Titular de Agrimensura Legal desde donde escribió y publicó trabajos de relevancia en el campo del derecho territorial, Citaremos algunos: “El Perito en el Proceso Civil”, “El Catastro Territorial”, “La Agrimensura” todos libros que lamentablemente hoy están agotados pero que debería procurarse su reproducción para uso de estudiantes y profesionales.

En otras Instituciones, fuera de la Universidad, fue el autor de la Ley de Catastro de La Rioja, escribió “Examen Crítico de la Reglamentación Nacional de Mensuras” etc.

Toda la obra escrita por Lloveras, es aún hoy elemento de consulta permanente y resulta difícil no encontrar citas suyas en cualquier trabajo sobre Agrimensura Legal, no sólo porque su producción responde a un profundo conocimiento del tema sino que utilizó siempre el lenguaje más adecuado para la comprensión de los textos con los que pudo cristalizar sus objetivos docentes llegando con éxito a sus alumnos.

5. Instituciones Pioneras de la Agrimensura

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, creada como hemos expresado, por Decreto Nacional del 14 de Octubre de 1876, dio origen a la actual Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales que, por lo tanto, ha cumplido, a octubre pasado 128 años.

La original Facultad se CREO CON LA CARRERA DE AGRIMENSURA que ha continuado sin interrupción hasta nuestros días. Debe ACLAMASE entonces, nuestra MAYORIA DE EDAD EN EL NIVEL ACADEMICO, que nos coloca en paridad con las instituciones más prestigiosas y pioneras en el uso de la Geometría Territorial de nuestro País

Adviértase que el 2004, fue declarado por el Centro Argentino de Cartografía “ AÑO DE LA CARTOGRAFIA ARGENTINA “, porque en él se han producido los siguientes acontecimientos:

125 años del Instituto Geográfico Militar Argentino. 125 años del Servicio de Hidrografía Naval Argentina, 100 años del Servicio Geológico Minero, 100 años de Automóvil Club Argentino

Todas estas instituciones pioneras en la elaboración de nuestra cartografía, una de las áreas fundamentales de la Agrimensura. Estos acontecimientos dieron origen al Segundo Congreso de la Ciencia Cartográfica, recientemente realizado en la ciudad de Buenos Aires.

Pero también se cumplieron los 135 años de la creación de nuestra Academia Nacional de Ciencias, como hemos expresado antes.

En otro orden, el año 2004 ha sido testigo por los 100 años de presencia argentina en la Antártida. No son extrañas a la Agrimensura en sus diferentes campos, las importantes tareas que allí se realizan con ponderable esfuerzo de los integrantes de cada comisión

6. Algunas Reflexiones para el Final

Hemos tratado de esbozar estas secuencias históricas, con el ánimo de evocar los orígenes de la carrera de Agrimensura en la Universidad Nacional de Córdoba, y rendir homenaje a nuestros distinguidos precursores en la enseñanza de las materias básicas de esta profesión que componen el conjunto que el Prof. Racagni, con acierto, denomina la Geometría Legista.

Los profesores que hemos recordado fueron, sin lugar a dudas, arquetipos de alto prestigio, que seguramente debieron afrontar las consecuencias propias de las relaciones humanas; pero las mismas fueron superadas, para dejarnos una Escuela de prestigio consolidado que es necesario mantener en ese nivel, procurando, a la vez, la superación necesaria que asegure un futuro promisorio para esta profesión milenaria

Por voluntad de Dios, merecida o no, hemos vivido lo suficiente para ser testigo activo de su crecimiento, desde abajo, lentamente, con avances y retrocesos, y con no pocos sacrificios que significaron, muchas veces, renunciamientos personales. Por eso creo que tenemos derecho a reclamar la consolidación de todo lo logrado. No resistiríamos que por razones individuales o sectoriales se comprometiera de nuevo su futuro.

Quien, pienso yo, no guarda en su memoria la moraleja de aquel relato de nuestra maestra de la primaria cuando el leñador le indicaba a su hijo: “Toma una varilla de madera y verás que fácil se quiebra. Toma dos y comprobarás que ya no es tan fácil. Toma ahora un haz de varillas, por delgadas que sean y no podrás destruirlo”. Unidad es fuerza, esa es la condición fundamental que exigen las instituciones para perdurar con éxito en el tiempo. Sus integrantes deben conformar una estructura compacta, más allá de las diferencias de opiniones que son necesarias, pero que no deben comprometer las bases de la tolerancia mutua en bien del objetivo común.

Esa estructura, y no otra, es la que nos garantizará que cada año acumulemos mejores posiciones para recordar **CON JUSTIFICADO JUBILO NUESTRO DIA DEL AGRIMENSOR**

Córdoba, 23 de abril de 2005

El Plano de Mensura

Presentación

Toda tarea de Agrimensura tiene por etapa final la confección de los documentos gráficos que informen sobre el tema desarrollado con claridad, exactitud y armonía.

Estos documentos utilizan el lenguaje especial que proporciona la Expresión Gráfica, campo particular del DIBUJO TOPOGRAFICO que estudia los métodos y leyes que rigen la Teoría de la Imagen.

Entre estos documentos gráficos, el PLANO DE MENSURA ocupa un lugar de relevante importancia, por cuanto representa los hechos territoriales discretos de carácter jurídico y su relación con el espacio geográfico, como resultado de la MENSURA, operación que los identifica, delimita y mide.

Los distintos enfoques del problema, aquí propuestos, permitirán orientar un estudio más profundo del tema. Lograr que el lector active su interés en tal sentido, cubrirá todas las aspiraciones del autor.

Córdoba, Octubre de 1990

Prof. S.G. Bartaburu Ing. Geógr. - Agrim.

1. Introducción

1.1. La mensura

La Mensura es un acto de levantamiento territorial que tiene por finalidad determinar en forma cierta la aplicación del derecho de propiedad en el espacio geográfico correspondiente, fijando con precisión los límites, su forma

geométrica y sus dimensiones todo lo que quedará documentado en el PLANO DE MENSURA.

Recientemente, en reunión nacional de Escuelas de Agrimensura de las Universidades Nacionales y Privadas argentinas, se ha resuelto:

“La mensura es una operación de Agrimensura compuesta por un conjunto de actos tendientes a investigar, identificar, determinar, medir, ubicar, representar y documentar las cosas inmuebles y sus límites, conforme con las causas jurídicas que los organizan y a relacionarlos con los signos de la posesión’.

1.2. El Plano de Mensura

El Plano de Mensura es entonces el resultado documental de la operación de mensura y reviste, por lo tanto, importancia fundamental.

Resulta interesante analizar el valor documental de este medio de información territorial, que será utilizado como antecedente descriptivo de los límites ciertos de la propiedad y por lo tanto es el complemento imprescindible de los nuevos títulos de dominio que se generen a partir de la operación de mensura.

En ese sentido, debe ser considerado un instrumento legal relacionado directamente con el derecho de propiedad, en virtud de su origen y de la consecuencia real de su utilización en la descripción de tal derecho.

La figura jurídica por la cual puede considerarse al Plano de Mensura como instrumento público, encuadra en lo expresado por el Art. 979 Inciso 2° del Código Civil que se refiere a instrumentos extendidos por funcionarios públicos en la forma que las leyes hubieren determinado.

Por lo tanto el Plano de Mensura adquiere carácter de instrumento público, cuando es aprobado por funcionarios competentes de las Direcciones Generales de Catastro y cuando es protocolizado por los Registros Generales de las Provincias.

En las provincias argentinas donde el Agrimensor sea instituido Oficial Público por ley. el Plano de Mensura adquiere el carácter de instrumento público con la firma del profesional.

Debe advertirse, además, que el Plano de Mensura encuentra su origen en un hecho o un acto jurídico desde que el propietario o poseedor encomienda la operación de mensura afianzado en un derecho de propiedad.

Podemos así expresar con los autores Bibiloni, Carol y Bueno Ruiz (“Agrimensura y Derecho”-Edic. Fotoplax):

- 1) “El Plano (de Mensura) implica un instrumento privado en cuanto es representativo de la actividad profesional con fines jurídicos”.
- 2) “El Plano (de Mensura) adquiere el carácter de instrumento público cuando el mismo ha sido aprobado por autoridad administrativa o judicial competente.

1.3. Antecedentes Históricos

Parece remontarse a unos 40 siglos a. C. la época de construcción de un verdadero plano catastral de Babilonia, representado sobre una tableta de arcilla. Si bien no responde al concepto específico que hoy tenemos, puede considerarse el dato histórico más antiguo de un levantamiento territorial.

Sin embargo deben considerarse verdaderos planos de mensura las representaciones gráficas a que daban lugar la reposición de los mojones o “términos” de los predios cubiertos por las aguas en las crecidas anuales del río Nilo en el antiguo Egipto.

Desde Herodoto, el padre de la historia, nos han llegado descripciones de la magnitud del fenómeno geográfico que producía cada inundación, barriendo todo signo material de límites de posesiones pero dejando a cambio el fertilizante imprescindible para un intenso aprovechamiento anual.

Naturalmente la reposición de esos signos cada año implicaba partir de un documento gráfico existente, de donde debe deducirse la existencia de planos con la representación de los límites de las posesiones.

La influencia de Egipto en el mundo conocido fue notable en éste y en otros sentidos por lo que el concepto del plano descriptivo de la propiedad debió trascender en otras latitudes.

Veamos entonces, cómo se origina el Plano de Mensura en América y cómo llega a nuestros días.

Según Pedro Vergés en su trabajo “La Agrimensura y la formación de Agrimensores-Cien años de Agrimensura Argentina”, el primer agrimensor que tuvo Buenos Aires fue Francisco Bernal “experto en cuestiones de medir y “amojonar”, incluido entre los expedicionarios por el Adelantado Juan Ortiz de Zárate para cumplir la Legislación de Indias sancionada por España a poco del Descubrimiento de América, que cubría aspectos del uso y subdivisión de la tierra. Naturalmente el trazado de nuevas ciudades y dentro de éstas la asignación de predios implicó la confección de los planos correspondientes.

Con el nacimiento de la Nación Argentina; los primeros gobiernos patrios vislumbraron la necesidad de dictar reformas a la economía territorial orientadas principalmente a la ganadería, alentando la expansión de las explotaciones hacia las enormes extensiones de tierra virgen.

Y allí el Agrimensor se introduce en forma prioritaria en el principio del desarrollo territorial con sus mensuras incorporando en los Planos de Mensura grandes extensiones que pasan a integrar el patrimonio productivo de una Nación que nace.

Hicieron planos de mensura como agrimensores de aquella época, entre otros, Felipe Senillosa, Nicolás Descalzi, Feliciano Chiclana, Octavio Pico, Raymundo Pratt etc. etc.

Y desde ellos hasta nuestros días, el Plano de Mensura ha sido y será la expresión del conocimiento técnico-científico y de los fundamentos jurídicos que le dan origen y en consecuencia traduce en su lectura la personalidad profesional de su autor.

1.4. Características Propias

El Plano de Mensura tiene características propias muy diferenciadas respecto de otros planos técnicos.

Si lo comparamos con el plano topográfico, veremos inmediatamente que éste es un documento informativo sobre las características topográficas de la superficie del terreno y las modificaciones o construcciones introducidas por el hombre en el espacio geográfico de existencia visible, utilizando exclusivamente el lenguaje gráfico a través de un conjunto de símbolos, cuya posición y relaciones permite obtener valores numéricos compatibles con la escala del plano, mediante los cuales se define la forma geométrica en sus tres dimensiones de los detalles representados.

El Plano de Mensura, en cambio, informa básicamente sobre la posición planimétrica del límite de la parcela, su forma y dimensiones y la relación que corresponde con las parcelas colindantes con arreglo al derecho de propiedad, utilizando para ello el lenguaje gráfico-numérico.

El plano de un proyecto de arquitectura contiene la descripción técnica completa que informa sobre el resultado de la imaginación, que permitirá llevar a la realidad la concepción intelectual del autor, únicamente si el edificio se construye y resulta semejante al proyecto. El Plano de Mensura, en cam-

bio, es el resultado de una pericia que define como se ejerce un derecho acordado sobre la superficie de la tierra, de existencia real, y que se basa en el relevamiento previo de los componentes geográficos que se relacionan con ese derecho.

Lo mismo sucede con planos de Ingeniería mecánica o aeronáutica y otros que detallan la forma, como debe construirse un determinado producto final para que resulte igual que el proyecto y adquiera recién existencia real.

2. Confección del plano de mensura

2.1. Escalas

La elección de la escala del Plano de Mensura responde a la necesidad de representar la operación de mensura en una sola hoja de papel cuyo tamaño tendrá que adecuarse a las exigencias de su utilización como documento gráfico relacionado con la extensión y la forma geométrica de la propiedad.

No sucede lo mismo con los planos topográficos ya que éstos pueden cubrir zonas extensas aún a escalas muy grandes recurriendo a la descomposición en tantas hojas como sea necesario.

El Plano de Mensura debe presentarse como una expresión gráfico-numérica de los límites de la propiedad los que quedarán representados en el dibujo a la escala adoptada pero también definidos por sus valores lineales, angulares y superficiales cuya expresión adquiere importancia relevante por encima de la propia exactitud gráfica. Esto no significa que el plano pueda dibujarse fuera de escala, precisamente porque ambos conceptos, el gráfico y el numérico son complementarios.

Nuevamente, aparece aquí, una diferencia notable con el plano topográfico ya que en éste debe primar por sobre todo la exactitud de la escala en virtud del concepto de expresión gráfica pura a través de un conjunto de símbolos cuya relación permite deducir distancias, ángulos o superficies de los detalles representados sin que esos valores aparezcan numéricamente expresados.

En cuanto se refiere a la expresión numérica de la escala de un Plano de Mensura, es preferible utilizar los denominadores clásicos que resulten divisibles por 2, 4 ó 5, independizándose de la relación de escalas que corresponde a los planes cartográficos y catastrales del sector donde se ubica la mensura.

Pero es necesario advertir que una escala demasiado grande implica aumentar el tamaño del plano y con ello la incomodidad de su manejo sin que signifique haber logrado una mayor precisión gráfica uniforme para todo los detalles del límite, salvo parcelas muy pequeñas y de forma regular pero que aún en este caso no resulta justificable. Naturalmente, que la elección de la escala del Plano de Mensura está relacionada con su claridad, siendo ésta una de las condiciones básicas a cumplir como se verá más adelante.

Es prudente considerar, por último, que el conjunto de elementos informativos que conforman la estructura del Plano de Mensura, requieren el uso de distintas escalas pues no es lo mismo el detalle a representar en la descripción geométrica del límite de la parcela, es decir la mensura propiamente dicha, que la información esquemática de la ubicación gráfica en el entorno geográfico donde se encuentra la propiedad.

2.2. Formato

Como se ha expresado, el Plano de Mensura se confecciona en una sola hoja teniendo en cuenta que es un documento generalmente integrante de un legajo administrativo y por lo tanto su tamaño debe adecuarse a esta finalidad.

El formato final debe preferirse apaisado, respondiendo sus dimensiones a las normas I.R.A.M., particularmente a la serie Ao, cuyas características son las siguientes:

Si designamos con la letra “a” el ancho del plano y la letra “b” el alto debe cumplirse la siguiente relación:

$$a = b \sqrt{2} \quad 1)$$

La serie Ao tiene por característica la siguiente relación en sus dimensiones a partir de las cuales se generan distintos tamaños según la necesidad:

$$a \cdot b = 1\text{m}^2 \quad 2)$$

Reemplazando en 2) el valor de “a” que indica la expresión 1) se deduce el valor base de “b” = 0,841. Reemplazando ese valor en 2) se obtiene el valor base de “a” = 1,189.

Partiendo de la relación base $a \cdot b = 1 \text{ m}^2$ y aplicando los criterios indicados se obtiene la serie base A_0 que es la siguiente:

a = 1,189	b = 0,841 (relación base)
0,841	0,594
0,594	0,420
0,420	0,297
0,297	0,210
0,210	0,148

Puede advertirse en esta serie que se cumple una ley, denominada comúnmente “del doblado”, por la cual una hoja de papel con las dimensiones indicadas al doblarla por la mitad vuelve a repetirse la relación $a = b \sqrt{2}$ lo que permite ampliar esta escala hacia arriba o hacia abajo según sea necesario. Sin embargo debe preferirse como norma general planos no mayores de $0,50 \text{ m}^2$ de superficie pues su uso es incómodo, aceptando además soluciones particulares para casos especiales.

El plegado de las copias que forman los legajos administrativos responden en general a reglamentaciones propias de las reparticiones del Estado donde se visarán o aprobarán, pero los originales no deben ser plegados para asegurar su buen estado de conservación en archivos especiales, de preferencia verticales, donde los planos no se deterioren por rozamientos o por soportar pesos excesivos como sucede en archivos horizontales.

2.3. Soporte del Dibujo

El dibujo del plano original debe ser ejecutado sobre un soporte de película transparente por ejemplo base Polyester, que asegure al menos las siguientes características: estabilidad dimensional, transparencia, resistencia al envejecimiento, a la corrosión y a la rotura por tracción.

Estos soportes plásticos deben archivarse sin ser plegados, como se ha indicado antes, por ser originales que eventualmente pueden estar sometidos al uso repetido de las máquinas reproductoras o de los procedimientos de reducción fotográfica en la compilación de documentación gráfica que exigen la elaboración de la Cartografía Catastral.

Algunas Reparticiones Públicas como las Direcciones de Catastro, exigen la confección de los originales sobre telas transparentes cuya estructura inter-

na es un tejido de hilo o de Nylon emulsionado con una sustancia especial a base de parafina que le otorga transparencia y permite el dibujo con tinta.

El mayor inconveniente de este material se presenta en el cuidado que requiere su uso pues se deteriora fácilmente con el agua y con la humedad quitando totalmente la transparencia al ser atacada su emulsión y por la poca resistencia al borrado del dibujo lo que limita considerablemente su uso.

Si bien la tela transparente no tiene estabilidad dimensional y produce deformaciones en el diseño, esto no es un problema insalvable en el plano de mensura dado su contenido gráfico y numérico de los elementos geométricos, pero no permite su uso como soporte de los planos topográficos.

Podría utilizarse en cambio tela emulsionada para obtener la primera copia documental del plano original dado que este material emulsionado no puede ser alterado en su contenido por las características del mismo.

Utilizar papel vegetal bajo el pretendido justificativo de la economía, no tiene sentido si se cuantifica su incidencia frente al costo total de la mensura y considerando que estos materiales son de poca duración y no pueden someterse al uso continuado.

2.4. Escritura

La escritura del Plano de Mensura debe ser simple y clara. En este sentido es aconsejable el uso de letras y números trazo bastón vertical y eventualmente inclinado para valores numéricos muy pequeños.

Las ornamentaciones y los dibujos accesorios como elementos decorativos indicando la dirección del Norte, la escala o los titulares no conduce a resultado práctico alguno y se corre el riesgo de producir confusiones o concentrar la atención indebida del lector en detrimento de otros datos de importancia, como nombre de colindantes, dimensiones, superficies, etc.

Todo plano de agrimensura, es como se ha expresado, un documento informativo cuyo lenguaje es la expresión gráfica. Por lo tanto la escritura debe reducirse a lo imprescindible, como es la complementación numérica, los nombres de propietarios y colindantes, la toponimia y los datos catastrales de identificación de la propiedad.

Un exagerado uso de espacios con leyendas, observaciones, advertencias o aclaraciones desvirtúa la estructura gráfica del plano sin llegar a reemplazar de manera alguna, lo que es campo de la memoria escrita que

debe acompañar a cada Plano de Mensura como síntesis pericial de la labor desarrollada por el agrimensor y que debe quedar incorporada al antecedente catastral de la parcela.

2.5. Contenido y Diagramación

El Plano de Mensura debe contener, básicamente los siguientes componentes:

a) *Descripción geométrica del límite* establecido para la parcela, sus colindancias y sus relaciones con la edificación en las parcelas urbanas o con las mejoras en general en las zonas rurales, incorporando en todos los casos los detalles de restricciones y afectaciones al dominio de la propiedad.

Corresponde considerar en esta componente la relación del límite con los accidentes geográficos destacados como ríos, arroyos, lagunas, canales, construcciones, etc. existentes dentro de la propiedad o vinculados a ésta.

Esta descripción geométrica del límite constituye el aspecto fundamental del plano y por lo tanto requiere de la mayor atención en cuanto al adecuado uso de la escala, la simbología y la escritura.

Todo sector cuya descripción no resulte suficientemente clara a la escala adoptada deberá tratarse como detalle a una escala mayor.

Sin embargo, adviértase que la menor cantidad de detalles explicativos, indica una adecuada elección de la escala general considerando como excepción aquellos límites de propiedad muy complicados que suelen presentarse en la práctica

El límite definido para la parcela es siempre un polígono cerrado y como tal, su forma y dimensiones quedan establecidas por valores lineales, angulares, y superficiales los que serán claramente consignados en correspondencia con la designación numérica o literal de los vértices.

Es posible que en un futuro no lejano sea exigible en el Plano de Mensura el uso de coordenadas planas Gauss Kruger para cada vértice límite, referidos al sistema argentino en la faja meridiana correspondiente por vinculación con puntos trigonométricos o poligonométricos fijos, en cuyo caso se simplificará el contenido del plano.

Quedará así establecida la relación cartográfica en forma correcta entre el Plano de Mensura y el Registro Gráfico catastral, en el que debe incorporarse conforme a las escalas que correspondan.

En nuestra Provincia de Córdoba, este avance técnico puede ser de aplicación inmediata aun cuando no tengamos completados los sistemas de puntos fijos de vinculación o cuando éstos se presenten muy distanciados, por falta de densificación, respecto de cada propiedad a mensurar.

Al menos para las mensuras de campos, pueden determinarse las coordenadas Gauss Krüger aproximadas para un punto de arranque obtenidas gráficamente de la Carta Topográfica Regular que confecciona el Instituto Geográfico Militar, efectuando en ese punto de arranque un azimut astronómico referido/ a línea fijada con la exactitud que determinen las correspondientes Instrucciones para Agrimensores o en su caso la Reglamentación de Mensuras.

El cálculo de la convergencia de meridianos, por el método que aconseje la Geodesia, en el punto considerado permitirá obtener el Norte de Cuadrícula al que deberán referirse las coordenadas “X” “Y” a calcular para el resto de los vértices límites de la propiedad en base a las mediciones de campaña.

Las redacciones en dirección y distancias que rigurosamente corresponden a la aplicación de la proyección geodésica, no son necesarias en general a menos que se tratara de grandes extensiones de campo en determinadas zonas elevadas y siempre que se justifiquen tales correcciones por exigencias de las tolerancias oficiales.

Si bien las coordenadas así determinadas son aproximadas, por tener su origen en una apreciación gráfica, la relación entre los vértices límite es exacta, y todo el polígono podría sufrir un corrimiento o corrección sistemática solo en “Äx” y en “Äy” ya que se dispone de una orientación exacta y como consecuencia de ello el Norte de Cuadrícula no experimentará variación alguna en el supuesto de una futura vinculación correcta a puntos fijos del sistema general.

De adoptar este criterio sobre el origen de las coordenadas, deberá quedar claramente establecido en el plano para resguardo de las operaciones topográficas que en el futuro puedan relacionarse con el mismo.

b) *Ubicación de la parcela* mensurada respecto de otras propiedades y su relación con el entorno geográfico al que pertenece, es decir, calles, caminos, ferrocarriles, ríos, arroyos, canales, etc. mediante el uso de una escala compatible con los Registros Gráficos del Catastro.

La ubicación relativa con otras parcelas sólo es posible cuando la escala lo permite, quedando reservada esta exigencia a las zonas urbanas en las que la descripción gráfica de la ubicación se reduce a la manzana en que se encuentra la parcela mensurada.

Como se ha expresado, la ubicación gráfica de la parcela tiene por finalidad su incorporación a la cartografía catastral y por lo tanto debe reducirse al espacio ir prescindible a estos fines sin repetir innecesariamente el dibujo de detalles que ya están registrados en las planchas catastrales las que además, deben identificar a la parcela mensurada principalmente por su identidad catastral o nomenclatura.

Se presume que los catastros rurales, tienen un estado de desarrollo tal que al menos registre gráficamente la ubicación de las parcelas con detalles compatibles con escalas hasta 1:100.000 y la identificación mediante su nomenclatura.

Esta presunción es lógica si se advierte que un registro parcelario puede ser volcado directamente sobre vistas aéreas existentes como paso previo a la perfección del Registro Gráfico y cuando no se dispone de otra información.

Siendo así, los llamados “croquis de ubicación” en los Planos de Mensura debieran ser expresiones gráficas sencillas, interesando más que nada la identificación de la parcela.

c) *Simbología*: Todo plano de agrimensura es un documento y está destinado a la información de distintos usuarios según la finalidad perseguida.

Pero en cualquier caso tal información se produce a través de un lenguaje gráfico-numérico, es lo que denominamos en Cartografía la EXPRESION GRAFICA mediante la cual el autor del plano registra y comunica sus observaciones y reflexiones.

La estructura, los principios y las leyes que rigen este lenguaje gráfico se estudian en una ciencia moderna llamada SEMIOLOGIA GRAFICA o SEMIOTICA.

En términos generales, podemos decir que la comunicación a través del plano, se realiza mediante un conjunto de símbolos, grafismos o dibujos simbólicos que representan objetos materiales, hechos existentes, o conceptos registrados en el espacio geográfico, incluyendo, por cierto, hechos jurídicos o administrativos y cifras numéricas que describen dimensiones.

La profundización de estos conceptos en el estudio de las llamadas “variables visuales” quedan reservados al campo de la Cartografía Artística. El elemento fundamental para la lectura del Plano de Mensura y con ello la correcta interpretación del manejo, lo constituye, sin dudas, un cuadro de referencias a través del cual se comunica el significado de los símbolos utilizados.

Naturalmente, no es conveniente recargar exageradamente de símbolos distintos pues, como se ha expresado no es el caso de la Carta Topográfica y el secreto de una buena elección estará en resolver el problema de la representación gráfica con el menor número posible de símbolos.

Lo más importante a señalar en el cuadro de referencias, con los símbolos utilizados, es el límite de propiedad determinado; en particular los vértices del polígono que estarán materializados por mojones estables como única forma de fijar el resultado final de la operación de mensura.

Estos mojones y su simbolismo no pueden ser elegidos arbitrariamente dada su finalidad de certificar un límite de propiedad y en consecuencia demostrar un derecho. Deben por lo tanto tener características tales que sean identificables con seguridad y que generen confianza y respeto por los colindantes y usuarios, en especial los agrimensores que apoyan en ellos sus levantamientos territoriales.

Para que esto suceda, los mojones a utilizar para señalar los límites de propiedad en las operaciones de mensura, deben ser aprobados por las Instituciones del Estado que también aprueban los planos.

Esto se consigue mediante el uso de mojones tipo cuya forma, material, dimensiones y características constructivas sean uniformes y adecuadas a distintas zonas topográficas del territorio provincial quedando prohibido el uso de estacas, palos, piedras u otros elementos no aprobados.

En consecuencia, los mojones oficiales a utilizar en la operación de mensura debiera proveerlos el Estado a través de sus Instituciones Catastrales o de las Municipalidades a las que están naturalmente vinculados sin perjuicio que éstas lo hagan por intermedio del comercio.

d) *Registros Administrativos*. Generalmente están contenidos en espacios reglamentados por el Estado, que ocupan lugares privilegiados del plano en forma de recuadros, planillas o carátulas a los que el Agrimensor deberá ajustarse necesariamente.

Contienen estos espacios la identificación del o de los propietarios; los datos de inscripción de los títulos de propiedad en los Registros Públicos correspondientes; la individualización catastral de la parcela mensurada y otros datos complementarios.

La identidad del Agrimensor actuante y su firma autógrafa forman parte de este espacio, acreditando de esa forma el contenido documental del plano como información gráfica del resultado pericial.

e) *Abalizamiento y Orientación*. El estudio, la determinación y la fijación del límite de la parcela por medio de la mensura es una operación que puede, en muchos casos resultar difícil y costosa.

Siempre es necesario conservar la estabilidad del límite de la propiedad fijándolo en forma permanente mediante mojones estables, como se ha expresado anteriormente y relacionándolos con mojones existentes en parcelas vecinas.

Sin embargo sucede que estos mojones pueden ser removidos por quienes no valoran suficientemente la significación de los mismos o en algún caso por intenciones ocultas.

Toda vez que sea necesario reponer el límite documentado en el Plano de Mensura, será necesario tener puntos de partida o elementos de referencia para replantear los datos técnicos que informa el plano.

La forma más segura es abalizar al menos dos mojones esquineros vinculándolos geoméricamente a detalles permanentes y fácilmente identificables y determinando la orientación astronómica del polígono. De esta forma siempre será posible reponer el límite a partir de un punto reconocible.

El Plano de Mensura debe tener entre sus componentes, el detalle que indique el abalizamiento y la forma de reponer el mojón como así también la orientación y el grado de precisión con que puede utilizarse en caso de ser necesario reponer un lado del polígono límite por su rumbo astronómico.

2.6. *Composición del Dibujo*

Todos los elementos descriptos y que integran el Plano de Mensura deben componerse para formar un conjunto que cumplirá, básicamente al menos, con los siguientes principios:

- Claridad
- Precisión
- Armonía

La claridad del plano es de importancia relevante atento a su carácter documental ya que será utilizado por usuarios de distinta capacidad de lectura teniendo en cuenta que debe evitarse, sobre todo, la posibilidad de confundir al lector.

Si no existe claridad absoluta en el contenido de la redacción gráfico-numérica, el mensaje no existe y en consecuencia todo el valor de la información queda perdida.

Debe entenderse que el lenguaje gráfico, por el cual se transmite esa información, es el producto de una meditada síntesis, que requiere utilizar símbolos precisos y claramente identificables entre los que se incluyen las letras y números que contiene el plano.

Todo plano de agrimensura debe ser preciso en cuanto se refiere, no solo a conservar la relación de escala dentro de las posibilidades de apreciación gráfica, sino también en cuanto al contenido de las expresiones numéricas como resultado de mediciones de campaña y cálculos, conforme a las tolerancias que correspondan.

En este sentido, es conveniente considerar, que si bien las relaciones matemáticas que definen forma: y dimensiones de la parcela se resuelven en el campo de la Geometría Práctica, y por lo tanto es incumbencia de la Topografía, el Plano de Mensura contendrá la información final como resultado de toda la operación en su conjunto.

Esto lleva a advertir que el uso de cifras en las magnitudes lineales, angulares y superficiales, más allá de valores prácticamente aprovechables, solo establece una exactitud aparente que lejos de existir realmente, sólo atenta contra la claridad del plano.

Tómese como ejemplo un plano de mensura de un lote urbano de 12m x 30m, cuyos ángulos se expresen al segundo y podrá advertirse, calculando el error transversal que produce esa incertidumbre angular, que se reduce a un valor no medible en la práctica y por lo tanto no materializable. O considérese un plano de mensura de campo en zona rural con medidas lineales al milímetro y superficie al decímetro cuadrado y se verá que solo puede justificarse matemáticamente pero no prácticamente ya que la materialización de puntos en estas condiciones está reservado solo al campo de la Geodesia y a sus fines específicos, en los que se justifican elevados costos operativos.

En consecuencia, establecer la precisión de un Plano de Mensura implica considerar, en su conjunto, la representación gráfica y la relación lógica de los valores numéricos en orden al contenido informativo del plano, su relación con el espacio geográfico que describe, y en particular con el límite de propiedad determinado.

El conjunto de elementos descriptos debe componerse en armonía para formar el documento gráfico y como consecuencia de ello, obtener una distribución lógica, pero elegante, que permita lectura rápida y cómoda de la información.

Así armado el Plano de Mensura, se transformará en un elemento informativo eficaz y traducirá, a la vez, no solo la preparación técnica del autor,

sino su buen gusto y el dominio de los elementos con arreglo a la importancia de cada uno.

Por el contrario, un plano con información desordenada, carente de estética gráfica, poco dice de la importancia que pudo asignarle su autor como documento final de su labor pericial, que trasciende en el tiempo; y que será consultado cada vez que la parcela a que se refiere genere una información catastral.

La notable participación en el campo de la Agrimensura y el Catastro de muchos agrimensores que actuaron desde principio de siglo, ha trascendido hasta nuestros días, a través de magníficos planos de mensura que se conservan en los archivos públicos y que son sin duda, claros, precisos y armónicos.

Con seguridad los jóvenes Agrimensores que se incorporan cada año a la tarea profesional, con miras a participar de las gigantesca obra que significa el levantamiento territorial del País, lucen un concepto claro de la importancia que significarán sus Planos de Mensura para consolidar el derecho de propiedad a la tierra, espacio natural donde el hombre desarrolla su existencia.

Es de esperar también que el Estado a través de sus Instituciones específicas recopile ordene y condense todos los dispositivos reglamentarios que legislan sobre la materia y promueva la información sistemática de normas concretas para que el Plano de Mensura adquiera la personalidad exclusiva de su lenguaje gráfico en orden a su trascendencia en los actos de levantamiento territorial y se complemente con las memorias periciales que correspondan a cada operación para una acabada justificación de la misma.

3. El plano de mensura en el catastro

El Catastro parcelario como sistema de información territorial requiere de la seguridad del límite de la parcela, lo que se acredita con la operación de mensura.

Muchos catastros, sin embargo, están organizados, en una primera aproximación, en base a antecedentes gráficos o jurídicos y a los relevamientos catastrales realizados en forma directa en el terreno o por procedimientos aerofotogramétricos.

A estos catastros les falta, en general la definición legal del límite parcelario como aplicación del derecho de propiedad sobre el terreno, pues los levantamientos indicados se reducen a identificar los límites materiales existentes

que no necesariamente coinciden con el que analiza, determina y fija la operación de mensura.

El resultado de estos levantamientos primarios es la confección de los Registros Gráficos, conjunto de planos catastrales en distintas escalas correlativas en los que la parcela se encuentra identificada con su matrícula catastral, y su ubicación relativa en el entorno geográfico correspondiente.

Naturalmente que todos los planos del Registro Gráfico, están relacionados entre sí en las distintas escalas de acuerdo al grado de detalle requerido, pero también lo están, necesariamente, con el Registro-Numérico-Literal, generalmente electrónico, en el que se encuentra toda la información intrínseca de cada parcela.

El Plano de Mensura, es pues el detalle particular de cada parcela en cuanto se refiere a la exacta descripción del límite en orden a las definiciones de mensura propuestas al principio.

Puede decirse, en general que el Plano de Mensura, modifica y corrige los antecedentes parcelarios registrados en nuestros catastros, dando origen así a un Archivo Básico depurado y definitivo mediante la modificación parcelaria, sea por definición final de los límites aproximados registrados, o por la creación de nuevas parcelas a través de división de propiedades.

Tómese en cuenta entonces, la importancia fundamental del Plano de Mensura en el Catastro y consecuentemente el aporte profesional de los agrimensores que con sus mensuras, originadas en el requerimiento de los propietarios, van consolidando la definición final del estado parcelario de un territorio que administra y controla el Estado, quien a través de sus Direcciones de Catastro fiscaliza, visa o aprueba los Planos de Mensura a los fines establecidos, a medida que éstos se ejecutan.

Así los Planos de Mensura, se incorporan al Catastro y pasan inmediatamente a ubicarse en la Cartografía Catastral mediante la cual se informa el estado del registro gráfico parcelario y sirve para que otros agrimensores en futuras operaciones obtengan los datos técnicos de las mensuras ya realizadas que pueda relacionar con su trabajo, contribuyendo sistemáticamente a la perfección de tales registros.

Es por lo tanto la institución catastral la que debe reglamentar, los procedimientos y las normas técnicas que corresponden la ejecución de la mensura y a la presentación y registración del plano correspondiente, ocupándose naturalmente de su publicidad y de aportar la información complementaria que exige el sistema.

4. El plano de mensura en la propiedad horizontal

Dada la importancia de este régimen de la propiedad por su actualidad y su futuro y hemos creído conveniente incorporar algunas reflexiones que pueden ser de utilidad.

4.1. Origen Legal de la Propiedad Horizontal

La Ley 13512: Sancionada el 30/09/1948, ha llenado sin duda, una necesidad social impostergable, relacionada con la crisis de la vivienda y con el crecimiento sostenido de la población hacia las grandes ciudades.

En estos 40 años, transcurridos desde la vigencia de la ley se ha adquirido una buena experiencia en su aplicación en mérito a la excelente acogida que ha recibido en general.

Esta ley crea una nueva concepción del régimen de propiedad derogando los artículos 2617, 2685 in-fine y 2693 del Código Civil, originando la figura de la propiedad por pisos o por departamentos dentro de un mismo edificio.

El aspecto fundamental del texto de la ley, en cuanto a la descripción del sistema de propiedad está contenido en los Artículos 1° y 2°; especialmente en este último, donde se distinguen las partes del edificio que serán de dominio exclusivo y las que serán de dominio compartido, creando la novedosa figura de indivisión entre ambos aspectos.

En virtud de los principios de identidad y de delimitación, que junto con otros principios son propios de la mensura, las distintas unidades del edificio que definen las Parcelas en Propiedad Horizontal sólo pueden establecerse por su descripción geométrica es decir, su forma, dimensiones y superficie.

Sin embargo, la ley no menciona la forma de definir con seguridad las partes propias y comunes reservando estas exigencias a los decretos reglamentarios, conforme a las modalidades de cada territorio. Así el Decreto N° 18.734/49 y su modificación por Decreto N° 2 3049/56 establece normas muy generales para la presentación de planos.

Aun así, se observa en algunas provincias un verdadero vacío respecto de la trascendencia que tiene la redacción del reglamento de copropiedad partiendo de un plano de Agrimensura correctamente elaborado como resultado de un relevamiento en detalle de los derechos como se ha indicado. Por ejemplo: el decreto N° 16440/50 de la Provincia de Buenos Aires que reglamenta la

ley 13512 y que ha sido adoptado por varias provincias, en su art. 2 establece la obligatoriedad de obtener aprobación de planos y en el inciso “c” establece “plano de subdivisión de la edificación que delimite *Esquemáticamente* cada uno de los departamentos que sean de dominio individual”, etc. La misma descripción se produce en el Decreto 24913/51 de la Provincia de Córdoba.

El diccionario de la lengua española define: ESQUEMA: “Representación gráfica y simbólica de ideas o de cosas inmateriales”.

Es decir, que la legislación que ordena el régimen de la Propiedad Horizontal en su aplicación jurisdiccional no ha valorado suficientemente la importancia del Plano de Mensura y División como base fundamental, para la correcta definición de las unidades de dominio a que dará lugar, que son en definitiva, polígonos cerrados cuyos límites determinarán el derecho de propiedad con la jerarquía o calificación que corresponda a cada caso, y con los principios de la Mensura en orden a su propia definición incorporada al principio de esta publicación.

Sin embargo, esta deficiencia de la legislación básica se compensa con las reglamentaciones locales de las Direcciones del Catastro Territorial que tienen a su cargo la visación de estos planos.

4.2. *El Edificio*

Los edificios que se someten al régimen de la ley 13512 para ser divididos en departamentos con destino a distintos propietarios, son construidos a esos fines y cuentan, por regla general, con el proyecto de arquitectura correspondiente.

En consecuencia, la construcción debiera realizarse siguiendo exactamente las indicaciones del proyecto, sobre el que seguramente se ha programado la comercialización de las unidades o la adjudicación en el caso de consorcios de propietarios constituidos a los fines indicados.

Sin embargo, es común que durante la construcción se introduzcan modificaciones, por lo que al final existen diferencias con el proyecto y debe procederse a la confección de un nuevo plano “conforme a obra” a partir del cual se obtendrán los certificados municipales correspondientes.

Es este plano el que establece la funcionalidad de las unidades, la distribución de ambientes en las mismas, y las características físicas de los distintos espacios que luego resultarán propios o comunes de acuerdo a la división a practicar. La funcionalidad de las distintas unidades debe en-

cuadrarse en los Códigos de Edificación de cada municipio y naturalmente mediar su aprobación.

Este es el caso de un edificio que se proyecta y se construye con la finalidad de ser sometido al régimen de la Propiedad Horizontal que establece la ley 13512, pero en muchos casos se somete a este dispositivo legal edificios ya existentes que fueron construidos con otros fines, como la renta. Casos estos que se producen sobre todo con motivo de particiones hereditarias.

Deben incluirse en estos casos edificios de una sola planta para los cuales la ley no establece prohibiciones a condición que las nuevas unidades resultantes sean funcionales conforme al destino asignado; claro que aquí la designación de Propiedad Horizontal o por pisos pueda dar lugar a alguna clase de polémica. En este caso, suele carecerse del plano de obra, por lo que será necesario efectuar un relevamiento del edificio a esos fines y confeccionar el plano correspondiente.

4.3. Mensura de las Unidades de Dominio

Tomando como ejemplo el de un edificio que se construye a los fines de ser sometido al régimen de la Propiedad Horizontal, es interesante ver cuál es la etapa de su construcción en la que resulta práctico efectuar la identificación, delimitación y medición de los hechos territoriales discretos de carácter jurídico que componen el conjunto y que como hemos dicho, definen una serie de polígonos cerrados.

En primer lugar, debe considerarse primordial que la mensura de la parcela donde se ubicará el edificio, sea realizada en forma prioritaria, a los fines que el proyecto se confeccione a partir de los datos geométricos que se documentan en el plano de mensura.

De más está considerar la importancia que reviste el amojonamiento, es decir los signos materiales que identifican al límite de la propiedad y que deberán ser respetados al replantear y construir la obra a fin de que ésta sirva para establecer las necesarias relaciones entre los hechos jurídicos y el espacio materializado.

Resulta difícil establecer a priori, cual es el momento de desarrollo de la obra, más adecuado para realizar estas tareas, por cuándo deben considerarse todos los impedimentos físicos propios del acopio de materiales y otros aspectos del obrador. No obstante, es oportuno considerar que no pueden efectuarse operaciones de mensuras de este tipo si las unidades no están

definidas materialmente, pero en el otro extremo, el peor momento corresponde a un edificio habitado.

El desarrollo de este tema está orientado a la confección del documento cartográfico final, sin embargo es prudente recordar que éste es consecuencia de todo el proceso de la mensura adecuada a este régimen de la Propiedad Horizontal, por lo tanto no está desvinculado de la geometría práctica propia del sistema.

Como en todo levantamiento territorial, aquí es necesario establecer un sistema geométrico de referencia, al que estarán relacionados, en última instancia, todos los vértices de los polígonos que resulten límites de las distintas unidades de dominio.

A veces las características del edificio permiten establecer como referencia un polígono cerrado, otras veces sólo un Polígono abierto y muchas veces sólo una línea de referencia. De cualquier forma este sistema se impone a nivel de la planta baja donde podrá relacionarse con los límites de la parcela original, la línea municipal de definición del derecho público, etc.

Es normal que una cantidad adecuada de puntos auxiliares queden relacionados al sistema geométrico y servirá para establecer los ajustes de las distintas plantas del edificio, sobre todo en los elementos de desarrollo vertical asegurado, como las cajas de ascensores, etc.

La poligonometría como sistema de levantamiento de un edificio tiene la particularidad de adaptarse perfectamente a las posibilidades de llegar al límite, en especial en este caso en que generalmente el límite de una unidad no se confunde con el límite de la colindante, ya que existe un muro común entre ambos, conforme lo establece el art. 2 de la ley 13512 y ese muro separativo tiene un determinado espesor que puede ser o no uniforme.

Por otro lado, estos polígonos tienen lados muy cortos, una considerable cantidad de vértices, y ofrecen la particularidad que las líneas son, en general, perpendiculares. Atendiendo, además, que la materialización de estos vértices se producen en esquinas formadas por paredes que en muchos casos no son lisas o rectas.

Buscaremos, entonces, un criterio más simple, atendiendo a estas circunstancias, evitando el análisis estricto que impondría la acotación de errores para la poligonometría partiendo de tolerancias en el error de cierre lineal y angular como corresponde al caso de nuestras mensuras habituales.

Una tolerancia general para poligonales urbanas de primera categoría puede ser aplicable para el caso de la propiedad horizontal con las limitaciones que analizaremos más adelante:

Por ejemplo, supongamos un edificio construido que cubre totalmente una parcela común de 10 x 40, es decir, existiría un desarrollo poligonal total de 100 metros.

Si aplicamos tolerancias para cierre lineal, como puede ser la establecida por la Provincia de Córdoba, para poligonales urbanas de primera categoría, que es la más exigente en Agrimensura.

$$T_1 = 0,10 \cdot \sqrt{0,30 \text{ LHm} + 0,05 \text{ L}^2 \text{ Hm.}}$$

No entraremos a analizar la estructura geométrica de esta fórmula sobre la que podrían encontrarse contradicciones con respecto a la ley de propagación de errores, ya que en ésta deben considerarle no sólo errores sistemáticos, sino que buscaremos más bien justificar un criterio para encontrar los límites tolerables para nuestras mediciones.

Aplicando esta expresión a nuestro caso, tendremos:

$$T = \pm 0,10 \sqrt{0,35} = \pm 6 \text{ cm}$$

El error medio lo obtendremos al dividir la tolerancia por 2,5 con lo que lograremos más del 95% de probabilidad de estar dentro de la tolerancia fijada.

$$\text{Error Medio: } E = \pm \frac{T}{2,5} = \frac{6}{2,5} = \pm 2,4 \text{ cm}$$

Los errores longitudinal y transversal de nuestro polígono serán:

$$f_l = \pm f \alpha = \pm dP = \pm \frac{2,4}{\sqrt{2}} = \pm 1,7 \text{ cm}$$

Y el error poligonométrico elemental será:

$$dp = \pm \frac{1,7}{\sqrt{n}} = \pm \frac{1,7}{2} = \pm 0,8 \text{ cm}$$

El error de cada línea (que serán bastante cortas como se ha expresado) será:

$$d = \pm 0,8\sqrt{2} = \pm 1,1 \text{ cm} \sim 1 \text{ cm}$$

Debe advertirse que con sentido práctico no podrá exigirse mayor exactitud en las mediciones pues es necesario tener en cuenta que los polígonos que definen las unidades propias o comunes no están señalizados con marcas espe-

ciales de alta definición sino que son paredes, no siempre lisas ni rectas por defectos constructivos y que esos vértices resultan de la intersección de tales elementos.

Las medidas angulares deben entonces adecuarse a las expresiones indicadas para la posición de cualquier punto calculando el error transversal en función de las longitudes de los lados, los que, como se ha expresado, son siempre muy cortos.

En cada planta el sistema de referencia normal debe ser el polígono que definen las caras internas de las paredes límite de la edificación total, polígono esté relacionado siempre con el sistema geométrico descrito, a través de los elementos de verticalidad segura.

Una forma práctica de garantizar este relacionamiento no corriendo el riesgo de errores groseros no identificables con facilidad, consiste en dibujar cada planta en una lámina transparente de soporte no deformable con la mejor exactitud posible, es decir un error medio gráfico $E_g = \pm 0,2$ mm. De esta forma pueden superponerse por transparencia las distintas plantas contando con elementos verticales de ajuste, como cajas de ascensores, etc., y si se respeta el error medio indicado para una escala 1:100 por ejemplo, podrá aceptarse una tolerancia $= \pm 0,5$ mm lo que permite detectar cualquier diferencia de + 5 cm, suficiente a los fines de control, contando siempre con la estabilidad dimensional del material de dibujo, como se ha expresado.

Estos mismos gráficos serán los que sirvan para armar la planimetría de las distintas plantas conforme a las reglamentaciones vigentes, puesto que estarían confeccionados en la escala final, siendo éste el aspecto relevante del plano de Mensura y División en Propiedad Horizontal, ya que es la verdadera descripción geométrica de las unidades de dominio exclusivo, tanto sean éstas funcionales o complementarias, cubiertas o descubiertas, o espacios de dominio y uso común.

Para todos ellos la descripción geométrica exigida se reduce a la forma, es decir, magnitudes lineales y angulares y a la superficie final de cada polígono en relación con las tolerancias indicadas. El principio de identidad quedará asegurado con la nomenclatura catastral que se le asigne conforme a las disposiciones de los organismos del estado, encargados de la conservación del catastro territorial.

En la Propiedad Horizontal es necesario además, fijar el límite del dominio en altura y relacionarlo con los hechos materiales existentes que le sirven de referencia. Una forma aconsejable es indicar la cota de nivel del piso de la

unidad respecto del cordón de la vereda frente mismo al edificio, considerando la posible existencia de pisos de nivel variable como rampas, etc.

Como en todo plano de Agrimensura el lenguaje gráfico debe estar adecuadamente codificado para que la información sea transmitida con seguridad al usuario. Esta codificación se efectúa por medio de signos convencionales cuya elección no escapa a los conceptos generales de la teoría de la imagen a través de las variables visuales, que como hemos indicado al principio, son ocho: dos de ubicación del signo en “X” y en “Y” , y las seis restantes según J. Bertin son: forma, tamaño, orientación, color, valor y grano.

Complementariamente, los cuadros resumen de unidades de dominio exclusivo y de superficies finales, constituyen la etapa final del Plano de Mensura y División en Propiedad Horizontal, a partir del cual se elaborará el Reglamento de Copropiedad que elevado a escritura pública constituye el origen jurídico del sistema.

5. Bibliografía

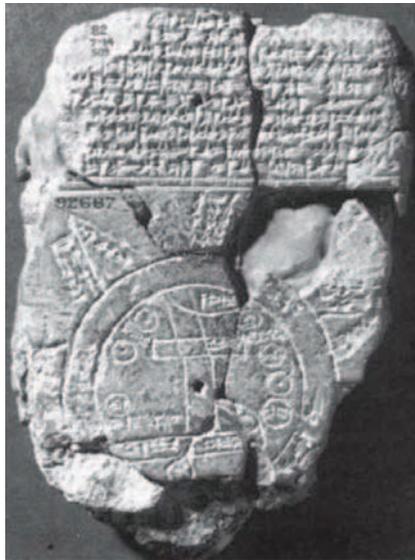
- MISION DEL AGRIMENSOR - Víctor H. Haar - Segundo Congreso Nacional de Agrimensura 1961 - Dirección G. de Publicaciones Universidad N. de Córdoba.
- AGRIMENSURA Y DERECHO - Bibiloni, Carol y Bueno Ruiz - Editorial Fotoplatex. Buenos Aires 1972.
- EL CONDOMINIO POR CONFUSION DE LIMITES - Alberto Lloverás Edit. D.G. de Catastro de La Rioja. 1983
- EL PLANO DE MENSURA EN EL JUICIO DE USUCAPION - Héctor B. Oddone - Revista N°1 Fiscalía de Estado Córdoba.
- PROBLEMAS POLIGONOMETRICOS VINCULADOS A LA MENSURA Y EL CATASTRO- Tito Livio Racagni - Revista Facultad de C.E.F. y N. N° 1-2- año XXV- Universidad N. Córdoba.
- DEFINICIONES DE ACTIVIDADES DE LA AGRIMENSURA -Reunión de Universidades Nacionales y Privadas - Ministerio de Educación - Edit. Cons. Prof. Agrim. La Plata 1987
- QUE ES AGRIMENSURA - C. Caldani, C.A. Bianco y H.B. Oddone Asoc. Prof. de Agrim. Provincia de S. Fe - Rosario 1983
- TEORIA Y PRACTICA EN LA FIJACION DE LOS PORCENTAJES EN P. HORIZONTAL - C. Feijoo Osorio - Edit. Centro de Agrimensores de Córdoba. 1982.

EL PLANO DE MENSURA - S.G. Bartaburu - Revista Cons. Prof. Ing. y Arq. de Córdoba N°2. 1965.

EL AMOJONAMIENTO - S.C. Eartaburu - "La Gaceta del Consejo" Cons. Prof. Ing. y Arq. Córdoba. 1972.

Aclaraciones

1) De acuerdo a un trabajo de investigación de Francisco VAZQUEZ MAURE, publicado en la Revista del Colegio Oficial de ingenieros Técnicos en Topografía de Madrid, "Las representaciones gráficas más antiguas que pueden asimilarse a planos de población proceden de la aldea de CatalHüyük, en las mesetas al sur de Turquía, donde una pintura en un muro representa la ciudad, estimando la edad de esta representación entre 6.500 y 5.700 años a. C. Se trata por lo tanto de una representación cartográfica.



En este orden cartográfico, recientemente la prensa local ha publicado una noticia por la cual se ha descubierto en Checoslovaquia "el mapa más

antiguo del mundo”, confeccionado, según la información, hace 24.800 años durante el periodo paleolítico. Se refiere este documento a la representación del perfil del paisaje situado alrededor de Pavlov, una pequeña localidad al sur de Moravia. Las líneas onduladas que representan el río con sus meandros, las colinas y otros detalles se encuentran grabados en un colmillo del mamut que se conserva en el museo de Dolni Vestice al sur de Moravia (“La Voz Del Interior” Córdoba).

CARTOGRAFÍA

Compendio de temas

Prólogo

La presente recopilación tiene por finalidad ofrecer a los estudiantes de Cartografía de la Escuela de Agrimensura, una mayor comodidad en el manejo de los resúmenes de cátedra que en distintas oportunidades el Profesor de la materia preparó en cuadernillos individuales y que corresponden a algunos temas del programa oficial como complemento de las clases correspondientes.

De ninguna manera están desarrollados todos los temas del programa. Si resulta posible, se completarán próximamente preparando una segunda recopilación.

No obstante, el alumno podrá orientar su búsqueda de bibliografía con el índice que se agrega al final de cada tema tratado y complementarse con las clases teóricas.

Córdoba, Junio 1988.

S. G. Bartaburu Profesor Titular

1. Proyecciones cartográficas

1.1. Desarrollo sobre el Cilindro

El estudio de estos desarrollos supone considerar un cilindro auxiliar tangente normal, es decir que su eje coincide con el eje de la tierra, la que consideraremos esférica únicamente a los fines conceptuales.

En consecuencia, la línea de contacto entre la tierra y el cilindro es el ecuador, que se representará en su verdadera dimensión una vez desarrollado el cilindro.

En estas condiciones, hagamos los siguientes pasos:

- 1) Prolongar los planos de los meridianos hasta su intersección con el cilindro.
- 2) Transferir o proyectar los paralelos sobre el cilindro mediante algún convenio matemático de tal manera que a cada punto de la esfera corresponda un único punto del cilindro.
- 3) Desarrollar el cilindro sobre el plano de la carta.

Como consecuencia de este desarrollo tendremos que los meridianos se representarán por líneas rectas verticales separadas uniformemente, cuando las diferencias de longitud sean constantes. Los paralelos serán también líneas rectas paralelas al ecuador y por lo tanto perpendiculares a los meridianos y separados entre sí, conforme al convenio matemático que se utilice.

Las ecuaciones principales o de transformación de las coordenadas geográficas de un punto sobre la esfera terrestre en las correspondientes coordenadas planas rectangulares serán de la forma:

$$x = g(\lambda)$$

$$y = f(\varphi)$$

Mediante las cuales, un punto P de coordenadas geográficas φ y λ se representará en el plano por un punto Q de coordenadas planas «y», «x».

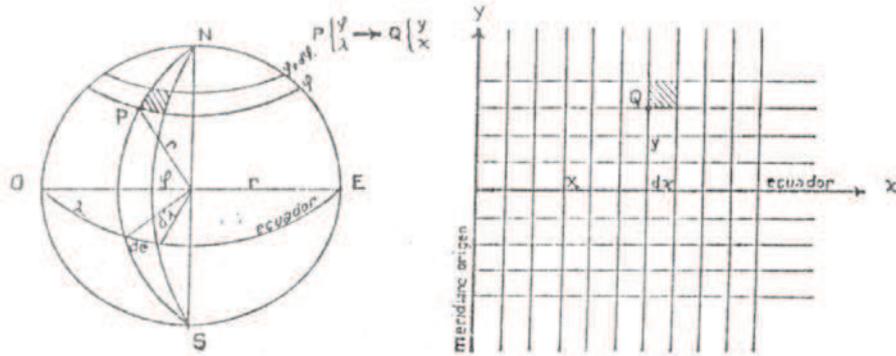


Fig. 1. Esfera

Cilindro desarrollado

El ecuador es el elemento de contacto entre la esfera y el cilindro y por lo tanto se desarrolla en verdadera magnitud, de manera que puede hacerse la siguiente comparación. (Fig. 1)

$$de = r \cdot d\lambda \quad \text{en la esfera}$$

$$de = dx \quad \text{en el cilindro desarrollado}$$

Luego $dx = r \cdot d\lambda$ o sea $x = g(\lambda) = r \cdot \lambda$

Será una de las ecuaciones de transformación; la otra $y = f(\varphi)$ deberá elegirse de manera que la proyección responda a determinadas exigencias.

1.2. *Proyección Mercator*

En esta Proyección de trascendencia histórica y de extraordinaria utilidad actualmente, el desarrollo del cilindro normal es conforme sobre la esfera o el elipsoide terrestre.

Recordemos la ecuación que establece la *condición de conformidad* referidas a la tierra como esfera ya que en ese campo realizaremos nuestras deducciones.

$$\frac{\frac{\delta\rho}{\delta\varphi}}{\frac{\delta g}{\delta\lambda}} = \frac{1}{\cos\varphi}$$

Y recordemos también que la relación entre una figura infinitesimal de la esfera y su correspondiente representación en el plano se indica en FIG. 2.

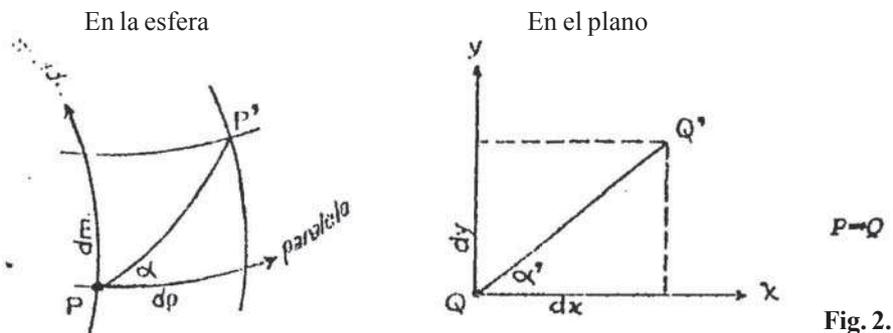


Fig. 2.

ESFERA		PLANO
$P\{\varphi, \lambda\}$	$\alpha = \alpha'$ $P \rightarrow Q$	$Q\{x, y\}$

$$dm = r \cdot d\varphi$$

$$y = f(\varphi); dy = \frac{\partial f}{\partial \varphi} \cdot d\varphi$$

$$dp = r \cdot \cos\varphi \cdot d\lambda$$

$$x = g(\lambda); dx = \frac{\partial g}{\partial \lambda} \cdot d\lambda$$

Las ecuaciones de transformación de las coordenadas φ y λ en «x» e «y» respectivamente serán:

$$x = g(\lambda) = r \cdot \lambda$$

$$y = f(\varphi) = ?$$

De manera tal que sólo es necesario investigar la fórmula de transformación para obtener «y» ya que «x» se conoce como hemos visto antes.

La ecuación de «y» debe partir de la *ecuación de conformidad* ya que esta proyección será conforme.

$$dx = \frac{\partial g}{\partial \lambda} \cdot d\lambda = r \cdot d\lambda \quad \text{de donde} \quad \frac{\partial g}{\partial \lambda} = r$$

Que reemplazamos en [1] y queda:

$$\frac{\delta f}{\delta \varphi} = r \cdot \frac{1}{\cos\varphi}$$

Luego:

$$dy = \frac{\delta f}{\delta \varphi} \cdot d\varphi = r \cdot \frac{1}{\cos\varphi} \cdot d\varphi$$

Integrando esta expresión y resolviendo la misma tendremos:

$$y = r \int \frac{1}{\cos\varphi} \cdot d\varphi = r \cdot \text{Intg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

En consecuencia, las ecuaciones de transformación de coordenadas geográficas de «P» en coordenadas planas del punto «Q» serán:

$$\begin{aligned}x &= r \cdot \lambda \\y &= r \cdot \text{Intg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \quad [2]\end{aligned}$$

Este sistema de ecuaciones ha sido utilizado para la confección del reticulado de meridianos y paralelos de la fig. 3 en el que se ubica la ciudad de París, dada por sus coordenadas geográficas según el siguiente ejemplo:

París:

$$\begin{aligned}\varphi &= + 48^\circ 51' \\ \lambda &= + 02^\circ 22'\end{aligned}$$

Aplicando las ecuaciones [2]

$$\begin{aligned}x = r \cdot \lambda &= \frac{6370 \text{ km} \cdot 2^\circ 22'}{\rho} = 263,1 \text{ km} \\ y = r \cdot \text{Intg}\left(45^\circ + \frac{48^\circ 51'}{2}\right) &= 263,1 \text{ km} \\ &= 6370 \text{ km} \cdot 0,9798 = 6241,5 \text{ km}\end{aligned}$$

Los módulos de deformación lineal en la dirección del meridiano y del paralelo serán:

$$\begin{aligned}h &= \frac{dy}{dm} = \frac{\left(r \cdot \frac{1}{\cos\varphi}\right) d\varphi}{(r \cdot d\varphi)} = \frac{1}{\cos\varphi} \\ k &= \frac{dx}{dp} = \frac{r \cdot d\lambda}{r \cdot \cos\varphi d\lambda} = \frac{1}{\cos\varphi}\end{aligned}$$

Luego, los semiejes de la elipse de Tissot serán:

$a = b = \frac{1}{\cos\varphi}$ es decir que por ser conforme, la proyección presenta deformaciones lineales iguales en cualquier sentido alrededor de un punto, y siendo el módulo $\frac{1}{\cos\varphi} > 1$ las líneas sufrirán un alargamiento.

La elipse indicatriz es entonces un círculo de mayor tamaño que un círculo unidad sobre la esfera. Y la deformación de las superficies representadas tiene un módulo: $S = a \cdot b$

Las deformaciones lineales crecen con la variación del $\cos\varphi$ y se hacen muy grandes a medida que nos alejamos del ecuador. En el Polo $\frac{1}{\cos\varphi}$ es infinito, por lo que se limita la posibilidad de uso para grandes latitudes y, en consecuencia, no se confeccionan mapas más allá de los 75° de latitud.

El origen de esta proyección se debe a Gerhard Kremer, conocido como Mercator, que la utilizó ya en el siglo XVI y sigue utilizándose en nuestros días por su extraordinaria ventaja para la navegación.

Esta ventaja está dada porque en ella la loxodrómica línea de navegación que corta a los meridianos en un ángulo constante, es una línea recta. En efecto, para trasladarse de un punto A a otro punto B (fig. 3) bastará situarlos en el mapa por sus coordenadas geográficas y unirlos con una línea recta. El ángulo que la recta (loxodrómica) forma en la carta con los meridianos define el rumbo de navegación.

Este método sencillo supone una ventaja, aunque se haga un recorrido mayor, frente al uso de la ortodrómica línea más corta entre dos puntos, que no es una recta.

Sin embargo, como se ha explicado, las deformaciones lineales que se producen en las zonas de altas latitudes limita la posibilidad de esta proyección para su uso en otras tareas distintas de la navegación.

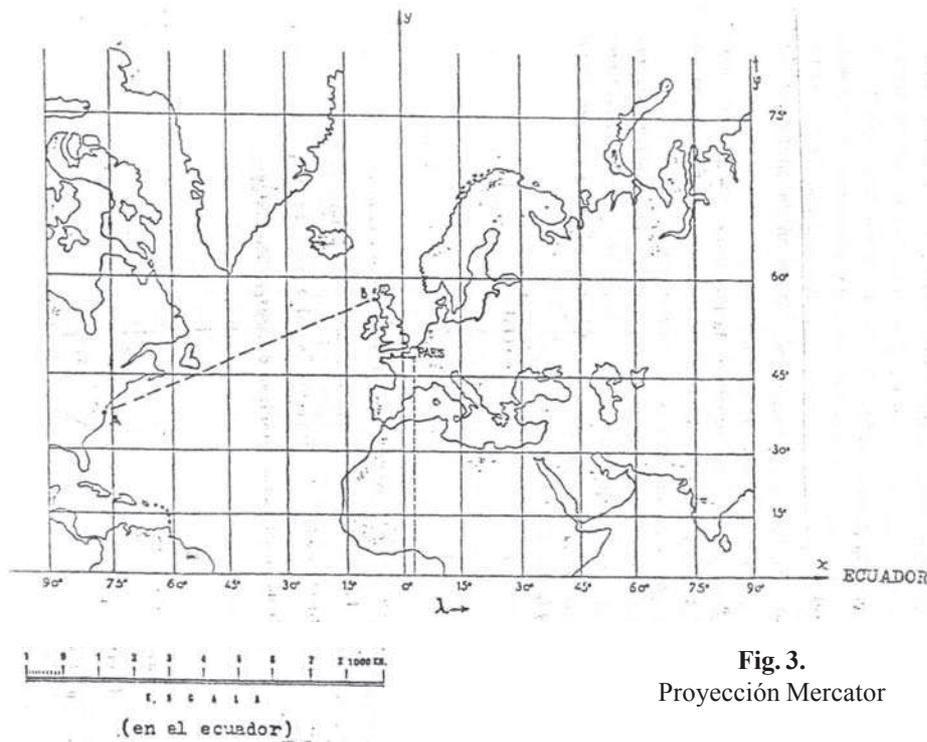


Fig. 3.
Proyección Mercator

1.3. Proyección Mercator especial

Veremos una modificación de la proyección de Mercator adaptada a fines distintos de la navegación como puede ser la cartografía topográfica o catastral.

Recordemos las ecuaciones de la Proyección Mercator llamando «X» e «Y» a las coordenadas planas.

$$X = r \cdot \lambda$$

$$Y = r \cdot \text{Intg}\left(45^\circ \frac{\varphi}{2}\right)$$

Y las ecuaciones diferentes correspondientes serán:

$$dX = r \cdot d\lambda$$

$$dY = r \cdot \frac{1}{\cos\varphi} \cdot d\varphi \quad [3]$$

Consideremos ahora a este par de coordenadas referidas a un sistema sobre la esfera tal que la dirección «y» corresponda al meridiano de un determinado punto y la dirección «x» al ecuador terrestre. Será entonces un sistema de coordenadas esféricas con origen en «o» (FIG. 4).

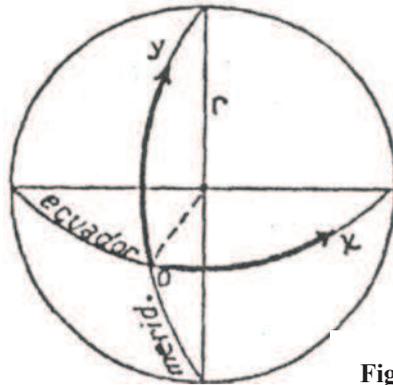


Fig. 4

En estas condiciones podemos hacer que las ecuaciones [3] se transformen en:

$$dX = dx \quad [4]$$

Ya que se trata del desarrollo del arco esférico de ecuador.

Además:

$$dY = \frac{dy}{\cos\left(\frac{y}{r}\right)} \quad [5]$$

Porque «y» es un arco de meridiano y por lo tanto:

$$y = r\varphi \quad \text{de donde} \quad \varphi = \frac{y}{r} \quad \text{y consecuentemente:}$$

$$dy = r \cdot d\varphi \quad \text{de donde} \quad d\varphi = \frac{dy}{r}$$

Sabemos que en la proyección Mercator normal las deformaciones aumentan a medida que el campo de la proyección crece hacia los polos a partir del ecuador, según el módulo de deformación que tiene la forma:

$$m = \frac{1}{\cos\varphi}$$

En consecuencia, en las altas latitudes la proyección ofrece deformaciones demasiado notables por lo que su uso queda demasiado limitado.

Veamos entonces que formas tomarán las ecuaciones de transformación de las coordenadas geográficas en coordenadas planas si limitamos el campo de la proyección a ambos lados del ecuador, a no más de 2° de latitud, o sea que «y» será aproximadamente de doscientos kilómetros (FIG.5).

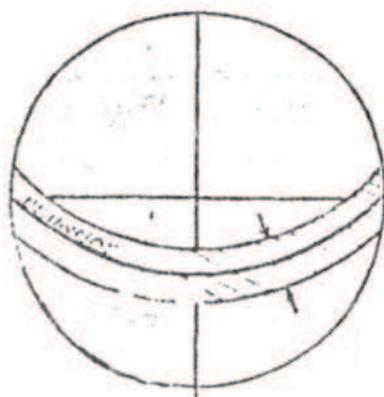


Fig. 5

$$dY = \frac{dy}{\cos \frac{y}{r}} = \frac{dy}{1 - \frac{1}{2} \left(\frac{y}{r}\right)^2} = \frac{dy}{1 - \frac{y^2}{2r^2}}$$

La expresión $\frac{1}{1-q^2} = 1 + q^2$ es válida cuando q es muy pequeño comparado con 1. En nuestro caso $\frac{y^2}{2r^2} = q^2$ luego tendremos finalmente:

$$dy = \frac{dy}{1 - \frac{y^2}{2r^2}} = dy \left(1 + \frac{y^2}{2r^2}\right)$$

Puede verificarse tomando los valores extremos propuestos, es decir: $y = 200$ km y $r = 6370$ km aproximadamente.

Para llegar a las ecuaciones finales de transformación se deberá resolver la correspondiente integral obteniéndose:

$Y = y + \frac{y^3}{6r^2}$ en consecuencia, el nuevo par de ecuaciones principales para este caso especial de la proyección Mercator será:

$$X = x$$

$$Y = y + \frac{y^3}{6r^2} \quad \text{considerada la tierra como una esfera.}$$

Los módulos de deformación de las líneas en la dirección del meridiano y del paralelo serán:

$$h = \frac{dy}{dm} = \frac{dy(1 + \frac{y^2}{2r^2})}{rd\varphi} = \frac{dy + dy\frac{y^2}{2r^2}}{dy} = 1 + \frac{y^2}{2r^2}$$

$$k = \frac{dx}{d\rho} = \frac{dx}{r\cos\varphi d\lambda} = \frac{rd\lambda}{r\cos\varphi d\lambda} = \frac{1}{\cos\varphi} = \frac{1}{\cos\frac{y}{r}} = \frac{1}{1 - \frac{y^2}{2r^2}} = 1 + \frac{y^2}{2r^2}$$

Por ser una proyección conforme los módulos de deformación en cualquier dirección a partir de un punto son iguales, o sea:

$$h = k = a = b$$

Aplicando estas fórmulas veamos cómo se manifiestan las deformaciones lineales a distintas distancias del ecuador:

$y = 20 \text{ km}$	$\frac{y^2}{2r^2} = 1/202.884;$	$1 + \frac{y^2}{2r^2} = 1.0000049$
$y = 50 \text{ km}$	$= 1/32.462;$	$= 1.0000308$
$y = 100 \text{ km}$	$= 1/8.115;$	$= 1.0001232$
$y = 200 \text{ km}$	$= 1/2.029;$	$= 1.0004929$

1.4. Proyección Gauss o transversal Mercator

Evidentemente, la proyección Mercator en su forma cilíndrica normal ofrece muchas limitaciones, a pesar de ser conforme, cuando nos alejamos del ecuador, es decir a medida que aumenta el campo de la proyección.

Ello se pone de manifiesto tan pronto se analice el comportamiento del módulo de deformación lineal en cualquier dirección que, como sabemos, es:

$$m = \frac{1}{\cos\varphi}$$

En consecuencia, para una latitud media de 30° como nuestra provincia, la deformación lineal puede ser: $m = 1,1547$ Es decir que escapa a toda pretensión mínima ya que aumenta un 15,47%.

El problema puede tener mejor solución si en lugar de un cilindro tangente en el ecuador, se utiliza un cilindro secante en un paralelo, por ejemplo el de 30° para nuestro caso.

El paralelo de contacto se desarrollará así en verdadera magnitud y tendremos fórmulas de transformación semejantes a la de Mercator, pero con una reducción de escala en el sentido de las «x» proporcional al $\cos\varphi_0$ siendo φ_0 la latitud del paralelo de contacto.

Una solución mejor es independizarse de un paralelo de contacto y utilizar en cambio el meridiano más favorable a la zona a cartografiar como se verá a continuación.

El desarrollo cilíndrico puede obtenerse transversalmente. Es decir que el eje del cilindro esté situado sobre el plano del ecuador en lugar de coincidir con el eje de la tierra como en el caso anterior de la Proyección Mercator.

Por lo tanto, el cilindro transversal será tangente según el meridiano A e A' de la figura 6 y se desarrollará en verdadera magnitud.

Este desarrollo transversal es conforme como el caso anterior y las fórmulas de transformación que utilizaremos están referidas a la esfera. Para el caso de utilizar el elipsoide, las mismas resultan mucho más complicadas.

De todos modos, el concepto es válido para señalar el origen de la proyección Universal Transversal Mercator, conocida mundialmente como U.T.M., y la proyección Gauss-Krüger, aunque referida al elipsoide internacional tal como ha sido adoptada en la República Argentina.

Observemos la figura 6 en la cual advertimos:

1. Meridiano de contacto A e A'.
2. Meridianos auxiliares o falsos meridianos como E, P, E' que son círculos máximos.
3. Paralelos auxiliares o falsos paralelos como 1~1' y j-j' que son círculos menores paralelos al meridiano de contacto.
4. Polos auxiliares del meridiano de contacto E y E' que están sobre el plano del ecuador.

Estos elementos definen en la esfera un sistema de círculos máximos y círculos menores análogos a los meridianos y paralelos terrestres, que se diferencian en que los puntos E y E' desempeñan, en este caso, el papel de los polos terrestres.

Si tenemos un punto «p» de esta esfera, de coordenadas geográficas φ y λ , a este punto le corresponderán otras coordenadas en el sistema descripto, que serán:

$Z = e$ o g . Angulo diedro del ecuador y el falso meridiano que pasa por P.

$H = g$. P. Arco sobre el falso meridiano que pasa por P.

Es decir que de acuerdo a la figura, Z se cuenta a partir del ecuador y H a partir del meridiano de contacto que se adopte para la tangencia.

Conociendo Z y H , que funcionan como si fueran coordenadas geográficas aunque no lo son, podremos aplicar las ecuaciones de transformación de la Proyección Mercator:

$$x = r \cdot \ln \operatorname{tg}(45^\circ + H/2)$$

$$y = r \cdot Z \quad [7]$$

Los valores de Z y H se obtienen aplicando las siguientes fórmulas deducidas del triángulo esférico E.P.A'.

$$\operatorname{tg} Z = \operatorname{tg} \varphi$$

$$\operatorname{sen} H = \operatorname{cos} \varphi \operatorname{sen} \lambda \quad [8]$$

El meridiano central y el ecuador se representan por líneas rectas perpendiculares. Los meridianos y paralelos restantes se representan por curvas trascendentes mediante las coordenadas de sus puntos de intersección e intermedios según la escala de la carta. Meridianos y paralelos se cortan en ángulo recto dada la conformidad de la proyección. (Ver fig. 7).

A continuación se incluye un ejemplo de cálculo de las coordenadas planas de la ciudad de París, cuya ubicación gráfica se advierte en la figura 7.

En la figura puede advertirse también que la proyección resulta simétrica con respecto al ecuador y al meridiano de 90° siendo indefinida la extensión hacia el este y hacia el oeste.

La Proyección de Gauss o Proyección Mercator Transversal es actualmente la más empleada en el mundo, por lo menos en la cartografía a escalas grandes con apoyo geodésico, relacionado al elipsoide.

Sin embargo, muchas cartas anteriores están dibujadas en otras proyecciones, lo que ha llevado a los cartógrafos a respetarlas pero superponiéndoles los correspondientes canevás en proyección Gauss.

PROYECCION TRANSVERSAL MERCATOR (Sobre la esfera)

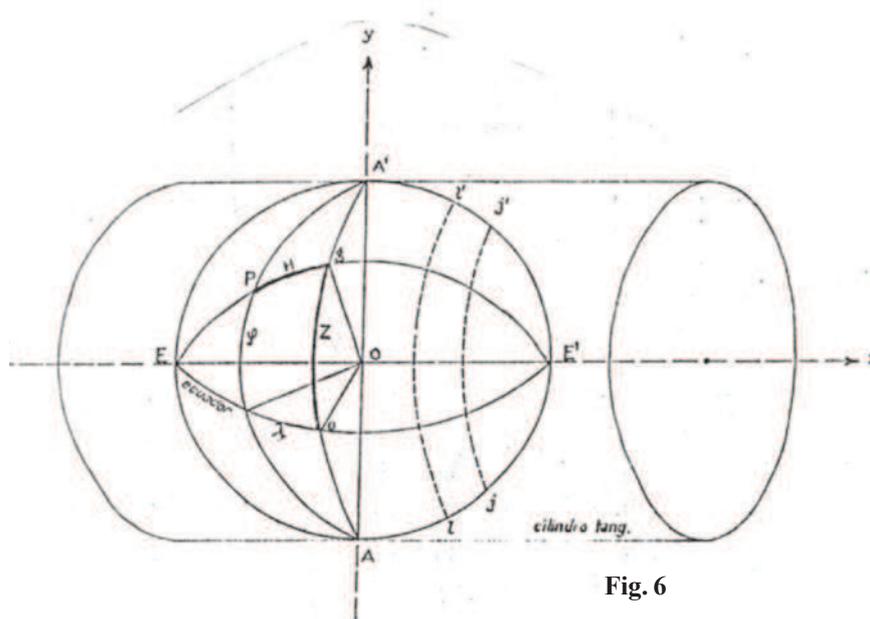


Fig. 6

CALCULO DE LAS ORDENADAS PLANAS DEL PUNTO «P»

Funciones de transformación indirecta:

$$x = r \cdot \ln. \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{H}{2} \right)$$

$$y = r \cdot Z \rightarrow \text{donde: } \operatorname{tg} Z = \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{sec} \lambda \rightarrow \operatorname{sen} H = \operatorname{cos} \varphi \cdot \operatorname{sen} \lambda$$

Ecuaciones de transformación directa:

$$x = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{1 + \operatorname{cos} \varphi \operatorname{sen} \lambda}{1 - \operatorname{cos} \varphi \operatorname{sen} \lambda}$$

$$\operatorname{tg} y = \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{sec} \lambda$$

Calcular las Coordenadas Planas de PARIS En Proyección de Gauss (Mercator Transversal)

$$\text{París } \varphi = +48^{\circ}51'$$

$$\lambda = +2^{\circ}22'$$

Cálculo de y

$$y = r \cdot Z$$

$$1^{\circ}) \text{ Calcular } Z: \operatorname{tg} Z = \operatorname{tg} \varphi \cdot 1 / \cos \lambda$$

$$= \operatorname{tg} 48^{\circ}51' \cdot 1 / \cos 2^{\circ}22' =$$

$$= 1,1443041 \times 1,000853708 = 1,14528100$$

$$Z = 48^{\circ}52'27''$$

$$2^{\circ}) \text{ Calcular } y: y = r \cdot Z \cdot \frac{1}{\rho} = (6.370 \text{ km} \times 48^{\circ}52'27'') / \rho$$

$$= (6.370 \times 175.947) / 206.265 = 5.433,7 \text{ km}$$

Cálculo de x

$$x = r \cdot \ln \operatorname{tg}(45^{\circ} + H/2)$$

$$1^{\circ}) \text{ Calcular } H: \operatorname{sen} H = \cos \varphi \cdot \operatorname{sen} \lambda = \cos 48^{\circ}51' \times \operatorname{sen} 2^{\circ}22' = 0,658032 \times 0,04129438 = 0,02717302$$

$$H = 1^{\circ}33'25''$$

$$2^{\circ}) \text{ Calcular } x: x = r \cdot \operatorname{Intg}[45^{\circ} + (1^{\circ}33'25''/2)] =$$

$$= r \cdot \operatorname{Intg}(45^{\circ}46'42'') =$$

$$= 173,1 \text{ km}$$

RESULTADO: x = 173,1 km en la escala de la Fig. 7 x = 1,4 mm

y = 5.433,7 km en la escala de la Fig. 7 y = 42,6 mm

PROYECCION DE GAUSS (Transversal de Mercator)

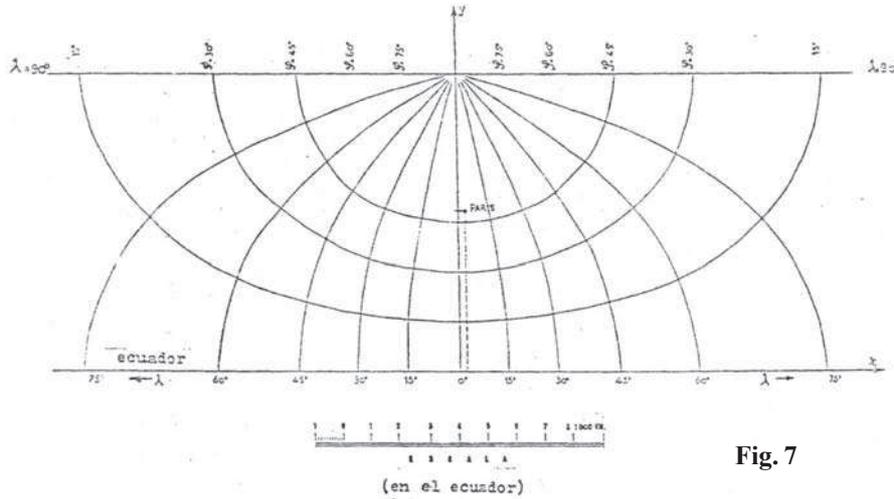


Fig. 7

1.5. Proyección Gauss - Krüger

El criterio expuesto para la Proyección Mercator para pequeños apartamientos del ecuador analizado anteriormente nos proporciona el sistema de transformación de coordenadas [6]:

$$X = x$$

$$Y = y + \frac{y^3}{6r^2}$$

Este mismo criterio puede utilizarse también en un desarrollo cilíndrico transversal tomando pequeños apartamientos del meridiano central, es decir, tomando puntos relativamente próximos al meridiano de tangencia, que es el caso común en los trabajos topográficos y geodésicos. O sea, aplicando los criterios de la proyección de Gauss en las condiciones indicadas, pero girando 90° los ejes, de manera que el eje «X» queda hacia el norte en la misma dirección del meridiano de tangencia, y el eje «Y» perpendicularmente, es decir, paralelo a la línea del ecuador. De esta forma, si se reduce el ancho de la faja meridiana, por ejemplo a 3°, o sea a 1,5° a cada lado del meridiano central tendremos un sistema que puede ser considerado con gran aproxima-

ción como sistema Gauss-Krüger, puesto que la tierra es considerada esférica. En realidad, el sistema Gauss-Krüger está referido al elipsoide, para cuyo desarrollo se requiere aplicación de matemática avanzada y constituye un tema de la Geodesia Superior.

Resulta así que la aplicación de las fórmulas arriba indicadas, son de gran sencillez, a las que hay que agregar el módulo de deformación lineal, que como sabemos es:

$$m = 1 + \frac{y^2}{2r^2}$$

Que en función de un solo dato: la distancia «y» al meridiano central nos proporciona la razón de aumento de las líneas en cualquier dirección alrededor de un punto.

Según Roberto Müller: «Existen fórmulas más complicadas que permiten representar también puntos de un elipsoide en proyección Gauss. Estas fórmulas referidas al elipsoide fueron aplicadas por vez primera por C. F. Gauss para sus propios trabajos de levantamiento del estado de Hanóver; por eso la proyección en cuestión se llama Proyección Gauss».

«El matemático L. Krüger tiene el gran mérito de haber generalizado la Proyección Gauss, haciéndola más práctica con la introducción de las fajas meridianas. Desarrolló Krüger, además, las fórmulas adecuadas para esas fajas».

La República Argentina ha adoptado para todo su territorio la proyección cilíndrica de Gauss-Krüger, en la que el Instituto Geográfico Militar confecciona la cartografía regular. A tales fines, y con el objeto de limitar las deformaciones hasta hacer apta la proyección para los trabajos de agrimensura, se ha considerado el territorio nacional dividido en siete fajas meridianas de 30 en longitud cada faja, es decir 1,5° a cada lado del meridiano de tangencia. Estas fajas están numeradas correlativamente de oeste a este de 1 a 7 correspondiéndole a cada faja del meridiano central según el siguiente cuadro.

Faja	Meridiano central
1	$\lambda = -72^\circ$
2	$= -69^\circ$
3	$= -66^\circ$
4	$= -63^\circ$

5	=-60°
6	=-57°
7	=-54°

Las características particulares y detalles del sistema pueden consultarse en «Compendio General de Topografía Teórico Práctica» del Agrim. Roberto Müller - Tomo I, y en el manual de «Signos Cartográficos» del Instituto Geográfico Militar.

Las fórmulas de transformación de las coordenadas geográficas φ y λ , que definen la posición de un punto «P» sobre el elipsoide, y sus correspondientes coordenadas planas rectangulares se pueden consultar en «Compendio General de Topografía Teórico Práctica» del Agrim. Roberto Müller - Tomo I - 5a Edición, donde en página 269 y siguientes dispone de ejemplos de cálculo y tablas de arcos de meridianos y radios de curvatura necesarios. El Instituto Geográfico Militar Argentino publicó un manual de cálculo de «Coordenadas Planas Rectangulares Gauss-Krüger» con «nuevas fórmulas para cálculo con máquina» y una serie de tablas que facilitan enormemente las tareas de cálculo. Es la publicación técnica N° 9.

El cálculo a que se hace referencia, incluye también la convergencia plana de meridianos para el punto de que se trata, atendiendo a que la dirección «X» de la cuadrícula Gauss-Krüger es paralela al meridiano de tangencia, representa los círculos menores a que hemos hecho referencia oportunamente, por lo tanto, a medida que nos alejamos, en sentido este-oeste del meridiano de tangencia, el «norte» de la cuadrícula difiere con el norte geográfico (meridiano), valor éste que se llama *convergencia* y es necesario conocer.

Cada una de las fajas representa un sistema de coordenadas cuyo origen en el sentido de las «X» es el Polo Sur y es el que utilizamos en nuestro país. El origen de las «Y» será el meridiano central de la faja donde podría resultar coordenadas negativas cuando el punto se encuentra al oeste del meridiano.

Para evitarlo, cada faja asigna a su meridiano central un valor fijo de 500.000 metros que es necesario agregar a continuación del número de la faja. Así, de acuerdo con el cuadro anteriormente indicado, el meridiano de la faja N° 4 que corresponde a $\lambda - 63^\circ$ tendrá como valor de Y - 4.500.000. De esta manera cualquier punto, aunque se encuentre en el borde extremo oeste de la faja N° 4, tendrá coordenadas positivas pero permitirá identificar la faja meridiana a que pertenece.

1.6. *Proyección U.T.M.*

Una variante del desarrollo conforme cilíndrico de Gauss es la llamada Universal Transversal Mercator, más conocida por U.T.M.

Esta proyección considera a la tierra como un elipsoide de revolución, tangente interiormente a un cilindro cuyo eje esté situado en el plano del ecuador.

Naturalmente, el concepto geométrico del problema ha sido considerando a la tierra como una esfera en los puntos desarrollados anteriormente, en donde la relación matemática puede apreciarse con mayor claridad.

Pero como se ha expresado, las fórmulas finales que se utilizan en la práctica, como así también las tablas y gráficos, están referidos al elipsoide de Hayford.

Estas fórmulas de aplicación siguen el concepto de Gauss-Krüger pero son válidas para usos de 6° de amplitud, es decir 30° a cada lado del meridiano central, por lo que toda la tierra se encuentra dividida en 60 fajas Iguales, lo que hace que sean de aplicación en todo el mundo.

En consecuencia, la proyección es conforme, siendo el meridiano central de cada faja desarrollado en verdadera magnitud y representado por una línea recta lo mismo que la Gauss-Krüger. El ecuador también es una recta.

La aplicación también es universal, por lo que muchos países la utilizan, limitándose hasta la latitud de $\pm 80^\circ$, a partir de la cual es más lógico utilizar la proyección plana conforme o Estereográfica.

El origen de las coordenadas en sentido vertical es el ecuador y en sentido horizontal el meridiano medio o de contacto.

Como en las coordenadas planas rectangulares Gauss-Krüger, en las coordenadas planas rectangulares U.T.M. se analizan comúnmente los siguientes problemas:

1. Transformación de coordenadas geográficas en coordenadas planas U.T.M. «X» e «Y» y viceversa.
2. Convergencia de meridianos.
3. Reducciones a la cuerda.
4. Aplicaciones angulares de la proyección.
5. Factor de escala.

La mejor consulta para profundizar el uso de esta proyección puede hacerse en «Geodesia y Cartografía Matemática» de Fernando Martín Asín.-Madrid, 1983.

Los Estados Unidos de América utilizan la Proyección Transversal Mercator y la correspondiente cuadrícula métrica U.T.M. con fines militares para todo el mundo como una proyección cilíndrica secante, obteniéndose dos líneas paralelas al meridiano central que se representan en verdadera magnitud. «La estructura básica para la cartografía militar consiste en una armazón que divide la superficie de la tierra en cinco zonas».

2. Elección de una proyección

La elección de un sistema de proyección para la confección de una carta o de un mapa depende principalmente de los siguientes aspectos:

- A. La finalidad de la carta.
- B. La extensión de la zona a representar.
- C. La ubicación geográfica de la zona.

A. Finalidad, de la carta o del mapa

Será el destino o la necesidad de quienes la utilicen. Hay dos tipos de usuarios de cartas y mapas:

A.1. Los que buscan en la carta la base de una determinada característica geográfica y su ubicación relativa respecto de otras zonas, sin interesarle mayormente la rigurosa posición de tal detalle ni su exactitud gráfica. Por ejemplo, los viajeros, los turistas, los economistas, los políticos, etc.

Este tipo de usuarios desconoce, generalmente, las deformaciones emergentes de la proyección utilizada sin tener en cuenta, además, que estas deformaciones se manifiestan más a medida que la escala disminuye, lo que hace dudoso el buen uso de los mapas pequeños.

En consecuencia, para este tipo de usuarios, cuando utilizan cartas en escalas medias, por ejemplo las cartas turísticas o cartas automovilísticas, es suficiente confeccionarlas en *proyecciones sencillas*.

Cuando utilizan, en cambio, mapas en escalas pequeñas como atlas geográficos, textos de Geografía, etc., es conveniente el uso de *proyecciones equivalentes*, pues conservan las magnitudes superficiales y por lo tanto permiten la comparación entre naciones o continentes.

A.2. Otros usuarios, en cambio, utilizan las cartas para obtener de ellas distancias, rumbos y ángulos, tan exactos como sea posible; por ejemplo, los agrimensores, los navegantes, los ejércitos, etc.

En este caso el usuario considera las deformaciones que se producen por el uso de una determinada proyección, por lo que los mismos deben tener conocimientos de la Cartografía Matemática. Así por ejemplo, el Geodesta plantea sus sistemas geométricos de apoyo sobre una cartografía en la que, necesariamente, las formas angulares deben mantenerse. Los marinos y los aviadores operan por alineaciones sobre detalles característicos de las costas o del terreno sobrevolado. Los servicios de telecomunicaciones exigen el conocimiento exacto de los acimuts, y en segundo término de las distancias. Los agrimensores apoyan sus levantamientos topográficos o catastrales y sus mensuras sobre puntos existentes, llegando a ellos por medio de trazados geométricos que deben incorporarse por su forma y tamaño a los detalles de las cartas usadas como base. Los militares de artillería, por ejemplo, miden, calculan y transportan sobre la carta, ángulos y constantes de la balística. Los meteorólogos utilizan cartas para la previsión del tiempo por medio de direcciones y velocidades de propagación de diversos movimientos de fenómenos meteorológicos.

Para los usuarios antes indicados deben prepararse cartas en *proyecciones conformes*, pues conservan las direcciones, al menos en campos limitados y son las más usadas en todas las cartas modernas.

B. Extensión de la zona a representar

Las deformaciones que produce una proyección crecen a medida que aumenta la superficie a representar.

También aumentan las deformaciones a medida que la zona a representar se aleja del elemento geométrico que se representa en verdadera magnitud; por ejemplo, el polo en una proyección plana normal; el paralelo λ en una proyección cónica normal; el ecuador en una proyección cilíndrica normal; el meridiano central en una proyección de Gauss, etc.

La zona que tiene como centro o como eje el elemento geométrico indicado y dentro de la cual las deformaciones son aceptables, dentro de valores prefijados, se llama Campo de la Proyección.

A estos fines, suele tomarse como valor límite de la alteración sobre distancias la expresión relativa: 1/2000.

Se puede elegir una proyección de manera que su campo coincida con la forma y dimensiones de la región a representar y las deformaciones permanezcan dentro de los límites establecidos en cada caso.

Así, por ejemplo, para una zona que afecte la forma de un casquete puede ser adecuada una proyección plana tangente en la zona central a representar, teniendo en cuenta que el diámetro del casquete no debe pasar de 560 km (es decir, 280 km de distancia desde el punto central), si se pretende mantener las alteraciones lineales dentro de un error relativo no mayor que 1/2000 (recordar el módulo de deformación lineal de una proyección plana conforme).

También puede considerarse el ejemplo de una zona alargada de norte a sud, en cuyo caso podrá utilizarse una proyección cilíndrica transversal, representándose en su verdadera magnitud el meridiano central y para la cual, tratándose de la proyección Gauss por ejemplo, su campo limitará la faja a representar a 400 km de ancho (200 km a cada lado del meridiano), si se desea conservar las alteraciones dentro de 1:2000 de error relativo (recuérdese el módulo de deformación lineal en esta proyección $h = k = 1 + (y^2/2r^2)$)

En este último caso, sin embargo, es prudente descomponer el campo en distintas fajas meridianas cuando se trata de grandes extensiones a representar, pasa cada una de las cuales se asigna un elemento geográfico en su verdadera magnitud, como sucede con las siete fajas meridianas de 30° de ancho cada una en que ha sido descompuesto el territorio nacional argentino para aplicar la proyección Gauss-Kruger.

El único problema se presenta en el hecho que cada faja constituye en realidad un sistema independiente de coordenadas, y cuando se trata de vincular puntos que pertenecen a distintos sistemas es necesario transformar las coordenadas en uno solo de ellos. No obstante, este aspecto es ampliamente superable y todo el sistema funciona perfectamente.

Es interesante también el criterio adoptado para la elección de la proyección en que se confecciona la Carta Internacional del Mundo. Comprende diferentes hojas que pertenece cada una a una proyección cónica conforme, convirtiéndose el conjunto en una proyección *policónica especial*. O sea que cada cono tiene dos paralelos extremos separados entre sí 4° de latitud.

C. Ubicación geográfica de la zona a representar

Como se ha expresado, la deformación aumenta con el alejamiento de los elementos geométricos de ajuste de cada proyección.

En función de ello, se puede elegir el sistema adecuado a la posición geográfica que ocupe la zona a representar. Por ejemplo, si se trata de una zona próxima al polo, como es la Antártida Argentina, es conveniente utilizar una proyección plana tangente en el Polo Sur y puede ser sencilla, equivalente o conforme según la necesidad del usuario. Las deformaciones crecen a partir del polo, elemento geográfico de representación.

Tratándose de una zona próxima al ecuador, es conveniente una *Proyección cilíndrica normal*, porque es precisamente el ecuador el elemento geométrico que se representará sin deformaciones y estas crecerán con el alejamiento.

En una zona intermedia, es decir de latitud media, puede resultar adecuada una *proyección cónica normal*, eligiendo adecuadamente el paralelo de contacto que se representará sin deformaciones, o bien eligiendo dos paralelos a representar sin deformaciones, en cuyo caso la proyección será *secante*. Este último caso es válido también usando una *proyección cilíndrica normal secante* para representar una zona de latitud intermedia.

En superficies que se extienden a lo largo, de norte a sud, como Chile o Argentina, puede elegirse una *proyección cilíndrica transversal* en la cual el meridiano central se representará sin deformaciones.

En superficies que tengan forma de casquete, es decir forma redondeada, puede elegirse una *proyección plana tangente* al centro de la zona a representar.

Tratándose de representar toda la tierra en escala pequeña, generalmente para ilustraciones de atlas o libros de geografía, es necesario utilizar planisferios en proyección

Debe hacerse notar que todas estas reflexiones sólo dan pautas de carácter general, pues cada caso a resolver debe ser motivo de un examen particularizado en que se aplicarán los conocimientos de la Cartografía Matemática y no es aceptable hacer un mapa limitándose a copiar, de otro existente, el trazado de meridianos y paralelos sin evaluar matemáticamente el efecto de las deformaciones a partir de las ecuaciones de transformación de coordenadas que correspondan a la proyección de que se trata, y sobre todo, a la aplicación de los distintos módulos de deformación que de tales ecuaciones se derivan.

La falta de aplicación de estos conocimientos hace que se cometan errores por mal uso de las cartas mapas que son la base de la Geografía. Por eso, en cualquier mapa deben figurar claramente los datos de la proyección utilizada, con sus expresiones analíticas de los módulos de deformación, única forma de aplicar la escala local del mapa para tomar cualquier valor métrico de referencia.

Bibliografía: «Cartographie Générale». Eené Cuenin - Edlc. Eyrolles - Paris.

3. Sombreado Plástico

a) GENERALIDADES

La representación de la configuración de la superficie del terreno con curvas de nivel y puntos acotados proporciona una imagen métrica de cotas pendientes y perfiles adecuada para un usuario entrenado en su interpretación. Es decir, estas cartas están destinadas a técnicos, y por lo tanto, exigen sobretodo exactitud planialtimétrica.

Sin embargo, esta representación del relieve con curvas de nivel, no es ciertamente, el modo como se nos presenta normalmente el panorama topográfico. Por el contrario, es más natural e inmediato reconocer formas generales y particulares del relieve por interacción de luz y oscuridad que da origen a esquemas reconocibles por nuestra experiencia como observadores del paisaje.

De aquí se deduce que la representación más realista del relieve se logra mediante un método pictórico que exagere un poco el modo normal en que vemos las formas. Este método se basa en el uso racional de la incidencia de la luz sobre las formas del terreno generando sombras de distinta intensidad.

La representación del relieve mediante este método natural se denomina Sombreado plástico porque produce una sensación psicológica de plasticidad, es decir de volumen, y no porque intervengan productos plásticos en su elaboración: algunos autores la designan simplemente Sombreado.

Los distintos grados de oscurecimiento que procura el sombreado se logran mediante tonos continuos de un solo color o del negro por medio del lápiz y goma de borrar o de lápiz y esfumino, pero también pueden lograrse mediante el uso del aerógrafo eléctrico o con compresor aplicando el color sobre superficies de distintos materiales, sobre los que sea posible dibujar. De estos

materiales de soporte resulta ventajoso el film poliéster que por su transparencia, permite seguir los lineamientos de la planimetría sin tocar el original por superposición sobre este.

El sombreado requiere habilidad en el manejo de los materiales de dibujo y de los instrumentos de aplicación de la sombra, pero sobre todo, exige un buen conocimiento e interpretación del relieve a representar lo que implica tener conocimientos de geomorfología y manejar con soltura los efectos que produce la generalización cartográfica especialmente a medida que disminuye la escala.

Algunos cartógrafos sugieren la idea de construir un modelo esquemático del terreno en 3 dimensiones, adecuadamente iluminado que pueda fotografiarse obteniéndose un modelo de las sombras que proyectan distintas formas topográficas. En lugar de utilizar una maqueta, como se ha indicado, hoy es más lógico trabajar sobre un modelo digital del terreno con una computadora PC sobre el que es posible programar su aspecto con iluminación desde ángulos distintos.

Por el contrario, construir una maqueta, por más esquemática que sea, implica muchas complicaciones pues la reparación de este modelo del terreno no es sencillo y debe partirse de una buena carta topográfica con curvas de nivel. Se procede a copiar el trazado de las curvas de nivel sobre cartón u otro material que serán recortados siguiendo ese trazado y superpuestos en la posición planimétrica corriente a la escala elegida mediante puntos de control. La escala horizontal suele ser la de la carta topográfica utilizada como base, pero la escala vertical se exagera un número entero de veces que dependerá del tipo de relieve y de las necesidades propias de la representación.

Por cierto que un modelo así estructurado quedara formado por escalones de acuerdo al espesor de cada capa, por lo que será necesario rellenar y conformar los detalles para que el relieve aparezca continuo, como debe ser, por medio de masilla, plastilina, pasta de aserrín de madera u otros materiales fácilmente moldeables. Otros procedimientos para formar estos modelos del terreno pueden consultarse en «Cartografía General» de Erwin Raisz, capítulo XXVIII.

Este modelo debe ser sometido a una adecuada iluminación cuya orientación es fundamental y luego se obtiene una fotografía. Naturalmente que según cual sea la posición del foco luminoso será el resultado en el juego de luces y sombras de la fotografía obtenida.

Es bueno tener en cuenta que, en su forma más simple, el sombreado en una carta debiera dar la impresión que recibiríamos al observar la fotografía

de un modelo de tres dimensiones. Sin embargo, esto no es rigurosamente correcto ya que la forma de ver el relieve a través de zonas más o menos iluminadas es un problema subjetivo y no estrictamente geométrico.

b) LOCALIZACION DE LA FUENTE DE LUZ

La iluminación puede ser teóricamente vertical u oblicua. En el primer caso, tenemos una relación entre el oscurecimiento de un sector y la pendiente del mismo. Es el caso de la representación del relieve por trazos de vendiente de Lehmann, es decir, cuanto más inclinado más oscuro. Recordemos que el sistema de trazos de pendiente, de poco uso en la actualidad, establece una relación teórica entre el largo, el espesor y la separación de los trazos con la pendiente del terreno que se expresa así:

$$e/d = \frac{\alpha}{45^\circ - \alpha} \quad - \text{ a y } d = l/4$$

Siendo:

e = espesor del trazo

d = distancia entre trazos

a = pendiente del terreno

l = longitud del trazo

Esta iluminación vertical no produce una buena sensación del relieve y se lo designa *Sombreado Central*.

La luz procedente de una dirección cualquiera, por ejemplo del noroeste o sea de la parte superior izquierda de la hoja con la parte superior hacia el Norte como corresponde, produce una configuración del relieve totalmente distinta que se denomina *Sombreado oblicuo*. Con esta iluminación oblicua el brillo de una superficie depende de la relación entre una superficie y la dirección de donde proviene la luz. Por ejemplo, si la luz proviene del noroeste y tenemos una línea de cumbres de sierras que se desarrolla en la misma dirección, las laderas proyectaran pocas sombras: caso contrario, si la ladera que se opone a la luz tiene un desarrollo perpendicular a este, la sombra será intensa.

El inconveniente de la iluminación oblicua es que provoque contraste excesivo entre pendientes similares que se desarrollen en direcciones muy distintas. Por otra parte, debe tenerse cuidado de no oscurecer demasiado un sector que pueda tapar el detalle planimétrico.

Lo mejor es una combinación entre el sombreado cenital y el sombreado oblicuo. Además es aconsejable cambiar la posición de la fuente de iluminación según sea necesario sombrear cada zona, atendiendo a sus características geomorfológicas. Estas variaciones de la posición del foco de luz pueden ser tanto en dirección como en altura.

c) SISTEMAS DE SOMBREADO

Como ya hemos expresado, el sombreado puede hacerse en forma *manual*, por medio de lápiz al pastel, lápiz graso, lápiz y goma, lápiz y esfumino, acuarela a pincel o por medio de los aerógrafos. También pueden utilizarse métodos combinados con la fotografía.

Cualquiera de estos métodos manuales son esencialmente artísticos y requieren sensibilidad especial del autor, pero sobre todo, conocimiento del terreno que quiere representar, por ello nadie puede hacerlo que el propio agrimensur que efectuó el levantamiento de campaña o que observó los modelos estereoscópicos en la restitución fotogramétrica.

Los procedimientos manuales ofrecen la calidad máxima bajo las condiciones expuestas.

El sombreado también puede ser *automatizado*. Este sistema requiere datos de altitudes bajo la forma de un *modelo digital* del relieve formado por una matriz cuadrada de puntos acotados.

El sombreado automatizado se basa en el cálculo de la pendiente en cada punto según los datos de la red de referencia, pendientes que se obtendrán en distintas direcciones, y que son el resultado de la interpolación de las cotas de puntos acotados.

Los programas correspondientes a este procedimiento suelen aceptar la incorporación de numerosas variantes como el distinto tono de grises en cambios de pendientes o cambiando la altura y la dirección de la fuente de luz para aumentar o disminuir los contrastes según características geomorfológicas del terreno como pueden ser las orientaciones de las cadenas de montañas., ríos, etc.

El sombreado automatizado presenta una tecnología de acceso más o menos fácil y de costo no tan elevado frente a la enorme ventaja de su rapidez de ejecución, ofreciendo la posibilidad de lograr un detalle más completo en comparación con el sombreado que se basa solamente en las curvas de nivel. Pero es todavía una solución no satisfactoria desde el punto de vista de la presentación subjetiva del relieve a la vista del observador común.

Por supuesto que mucho depende de la disponibilidad de puntos acotados en el sistema de referencia o proyección adecuados y en cantidad suficiente ya que por ser un proceso mecánico la interpolación para obtener las pendientes es matemática y ello puede atentar contra la concepción de fenómeno continuo como es la topografía del terreno. Por otra parte no puede faltarle al operador un adecuado conocimiento de las leyes de la geomorfología y menos del terreno que pretende representar, por lo que el problema no se reduce al uso de una computadora y su Software, es decir que, en resumen se necesitan las mismas condiciones que exige el sombreado manual.

d) APLICACIONES

Ya hemos expresado que no es posible utilizar un procedimiento de representación del relieve topográfico que sea adecuado para todas las escalas ni para los diferentes tipos de cartas. Sin embargo, la diversidad de métodos de representación en este aspecto, hace que siempre sea posible elegir uno para nuestras particulares necesidades.

En especial, la representación del relieve por curvas de nivel y puntos acotados queda reservada a las cartas topográficas en escalas grandes y medias pero, como se ha manifestado, este es un procedimiento demasiado técnico que no asegura la interpretación de las formas generales para los ojos de cualquier lector.

El aspecto técnico o métrico de la altimetría y el efecto plástico del relieve pueden muy bien complementarse aplicado el sombreado a cartas en escalas grandes o medias con curvas de nivel formando documentos gráficos de notable expresión cartográfica y fáciles de leer y de interpretar. Da muy buen resultado en escalas 1:50.000 y 1:100.000 como son, por ejemplo las cartas topográficas de Suiza, España etc.

A medida que disminuye la escala las curvas de nivel pierden su exactitud debido a la generalización y a la mayor equidistancia. , aunque conservan su interés en la interpretación del relieve, mostrando aspectos esenciales de la geomorfología. Entonces el sombreado se convierte en un elemento esencial hasta llegar un momento en que la curva de nivel no es utilizada, cuando solamente el efecto plástico a través del sombreado.

Por eso es que el sombreado se utiliza frecuentemente en cartas y mapas en escala pequeña, donde no se dispone de curvas de nivel, resultando documentos ilustrativos solamente sobre sus aspectos altimétricos aun cuando la planimetría pueda estar adecuadamente generalizada, por ejemplo, las cartas del Automóvil Club Argentino.

Finalmente, debemos insistir en que el documento final debe ser representativo, pero sin perder claridad y armonía. En este sentido, resulta importante el color con que se efectúe el sombreado, pues no es aceptable que éste tape o dificulte la lectura de las curvas de nivel o de los detalles planimétricos.

Los colores comúnmente utilizados en la construcción de las sombras suelen ser: el marrón rojizo, el marrón violáceo, el gris verdoso, el gris violáceo y el gris azulado. En el uso de estas tonalidades se han realizado muchas experiencias con resultados diversos, sobre todo en la cartografía suiza.

4. Cartas catastrales

El catastro es un sistema de información parcelaria y como tal es la base o el sustento de un sistema de información territorial.

En esta definición genérica quedan involucrados los conceptos de inventario, estado descriptivo, estado jurídico, valuativo, y otros aspectos parciales del catastro.

En consecuencia, la información será válida si se dispone de registros parcelarios ordenados y actualizados abarcando los aspectos esenciales de la descripción de las parcelas, o sea su descripción geométrica, su estado jurídico y su valor como base imponible para la percepción del tributo, que corresponde por ley a la propiedad inmueble.

Dos registros que contienen la información parcelaria, territorial pueden sintetizarse así:

- a) El Registro Gráfico.
- b) El registro Numérico - Literal.

El primero, el Registro Gráfico, al que nos referiremos en esta clase, comprende todo el conjunto de Cartas Catastrales en distintas escalas que contienen la descripción geométrica y la situación relativa y eventualmente absoluta de las parcelas en el espacio geográfico a que pertenecen.

El segundo registro, o sea el Numérico - Literal, contiene toda la información intrínseca de la parcela generalmente en una memoria electrónica que permite obtener la Información a través de pantallas catódicas o de listados que emite la computadora. Son los bancos de datos parcelarios.

Claro está que la importancia y magnitud de estos registros dependen de la capacidad organizativa o económica de la jurisdicción administrativa que

corresponde, pasando por los ordenadores modestos o en último caso los sistemas manuales.

El Registro Gráfico

Pero es en el Registro Gráfico donde centraremos nuestra atención para describir los técnicos que corresponden a la confección de las Cartas Catastrales, su actualización y su relación con los Planos de Mensura.

Será necesario aclarar aquí que, en materia de confección de cartas catastrales, debe diferenciarse según se trate del catastro rural o del catastro urbano.

Nos referiremos en esta oportunidad al catastro urbano, atendiendo a que la población tiende a concentrarse en los centros urbanos y como consecuencia de ello, es allí donde se encuentra la mayor concentración parcelaria y donde la parcela la tiene un índice más elevado de ocupación del suelo con mejoras (edificaciones en este caso).

A los fines de estudio de los procedimientos técnicos que conducen a la confección del plano catastral, esbozaremos un esquema para su tratamiento:

- 1 - Base Geométrica.
- 2 - Escalas (Programa de Escalas).
- 3 - Formato y División en Hojas.
- 4 - Soporte del Dibujo.
- 5 - Símbolos y Signos Convencionales.
- 6 - Identificación Parcelaria.
- 7 - Contenido de la Carta Catastral.
- 8 - Actualización Catastral.
- 9 - Complemento del Registro Gráfico.

1. Base Geométrica: Carta Topográfica

Un programa de cartografía urbana debe partir de su carta topográfica básica, de ella, las cartas derivadas y de estas las cartas catastrales. Por lo tanto, la base geométrica de los planos catastrales, al menos en nuestro ambiente, es la Carta Topográfica previa.

Esto significa un sistema adecuado para la misma, en función de su finalidad atendiendo a las precisiones que exijan las escalas elegidas. En ello debe entenderse la adopción del sistema de proyección adecuado también a la ex-

tensión del territorio relevado y a la posibilidad de vinculación con sistemas existentes.

En el estado de desarrollo cartográfico de nuestro país, no es siempre posible disponer de cartas topográficas regulares, y menos aún en las escalas grandes, como son las que corresponden a las zonas urbanas.

En la provincia de Córdoba contamos con cartas topográficas a escala 1:5000, confeccionadas por la dirección General de Catastro mediante restitución planimétrica de fotogramas aéreos. Estas cartas cuentan con altimetría por puntos acotados.

Esta documentación cartográfica puede ser utilizada como base para la confección de cartas catastrales en distintas escalas, aún para planos parcelarios de manzana previo levantamientos complementarios y la adecuada utilización de los planos de mensuras.

Han sido cubiertas, al momento, 120 localidades con un total de 218 hojas de acuerdo al plan cartográfico utilizado. La ciudad de Córdoba y otras ciudades grandes del interior tienen cartas topográficas regulares con curvas de nivel.

Alternativamente, cuando no existe carta topográfica que pueda servir de base a los planos catastrales, deberán buscarse procedimientos de relevamiento planimétrico aprovechando las mensuras, loteos, etc. siempre que puedan vincularse con un sistema geométrico, aunque sea local.

2. Escalas

Si bien en la carta topográfica la elección de la escala es básicamente función de tres pautas:

- a) Error gráfico tolerable,
- b) la exactitud del levantamiento, y
- c) la finalidad de la carta.

La elección de la escala de un plano catastral, en cambio, debe relacionarse básicamente con el tamaño medio de las parcelas que representará, atendiendo en ello a los elementos representativos de la parcela, pero considerando también la jurisdicción administrativa correspondiente.

En este sentido, las escalas más adecuadas son:

a) A nivel de representación parcelaria con sus detalles geométricos para zonas de parcela cuyo tamaño medio es 300 m², es decir 12 x 25 ó 10 x 30, las escalas más adecuadas son: 1:1000, si no se representa la edificación, y 1:5000h para la representación de ésta.

b) Para zonas adyacentes, también a nivel de representación parcelaria, en donde el tamaño medio de las parcelas está entre 5.000 m² y 10.000 m², la escala adecuada será entre 1:2000 y 1:5000.

c) Para zonas periféricas con parcelas mayores de 10.000 m² es suficiente la escala 1:10.000.

Naturalmente el criterio de elección de la escala pasa por considerar siempre esta pauta: *a mayor escala, mayor exigencia, y por lo tanto mayor costo del programa.*

Luego, es bueno considerar que la escala de *la carta debe ser lo más chica posible hasta donde resulte útil a las mayores exigencias de uso y exactitud gráfica.*

Deben considerarse, además, las distintas cartas catastrales de conjunto, según la división en áreas administrativas, como pueden ser las manzanas, el grupo de manzanas o zonas y el grupo de zonas o distritos catastrales.

3. Formato y División de Hojas

El formato de las cartas catastrales debe responder a un criterio de uniformidad que caracteriza un buen plan cartográfico.

De todos modos deben tomarse las siguientes consideraciones:

a) La forma exterior de los planos debe responder a la serie «Ao» de las normas IRAM, cuya característica fundamental es la siguiente:

Si designamos con la letra «a» el ancho del plano y con la letra «b» el alto, debe cumplirse la siguiente relación:

$$a = b\sqrt{2} \quad (1)$$

La serie Ao tiene por característica la siguiente relación en sus dimensiones a partir de las cuales se generan distintos tamaños según la necesidad:

$$a \cdot b = 1 \cdot m^2 \quad (2)$$

Reemplazando en (2) el valor de «a» que indica la expresión de (1) se deduce el valor base de «b» - 0,841.

Reemplazando ese valor en (2) se obtiene el valor base de «a» = 1,189.

Partiendo de la relación $a \cdot b = 1 \text{ m}^2$ y aplicando los criterios indicados se obtiene la serie Ao que es la siguiente:

a = 1,189	b = 0,841
0,841	0,594
0,594	0,420
0,420	0,297
0,297	0,210
0,210	0,148

Puede advertirse en esta serie que se cumple una ley denominada «del doblado», por la cual la hoja de papel con las dimensiones indicadas, al doblarla por la mitad vuelve a repetirse la relación:

$$a = b\sqrt{2}$$

Lo que permite ampliar esta escala hacia arriba o hacia abajo según sea necesario. Sin embargo, debe preferirse como norma general que la hoja de papel en que se dibuja la carta no sobrepase el 0,50 m² de superficie.

b) El formato interior o superficie de representación útil es preferible que se coordine con la división en hojas que veremos a continuación.

Algunos catastros europeos presentan sus planos catastrales en escalas grandes agrupando varias manzanas y tomando la división en hojas según un criterio cartográfico, es decir, por la división de cuadrículas.

Se estima más adecuado para nuestros catastros los planos a escala de detalle, es decir 1:1000 o mejor 1:500 por manzanas individuales. Resulta su manejo y su actualización más cómoda. De manera entonces que a esa escala resulte una hoja por manzana.

Las cartas de grupos de manzanas que forman secciones o zonas catastrales en escalas menores que la anterior y aun formando distritos por grupos de secciones, deben estar elaborados con igual criterio, es decir según formatos IRAM con características similares.

Estas cartas contienen además la información geográfica general que permita el relacionamiento parcelario con el entorno geográfico a que pertenece.

4. Soporte del dibujo

No debe pensarse, al momento, en otro material de dibujo que no sea el plástico transparente base poliéster o similar que asegura entre otras condiciones:

- estabilidad dimensional,

- facilidad para la reproducción,
- comodidad de manejo y archivo,
- resistencia al deterioro y la vejez,
- comodidad para la actualización, etc.

5. Signos y Símbolos Convencionales

La simbología a utilizar en la carta catastral debe responder, como en toda obra cartográfica, a un adecuado estudio de las *variables visuales* y sus combinaciones poniendo énfasis en destacar que debe utilizarse *el menor número posible de signos* atendiendo a que no se trata de una carta topográfica.

Son de utilizar los símbolos que indiquen la presencia y ubicación exacta de puntos fijos, sean estos trigonométricos, poligonométricos o límites de propiedad para parcelas con mensuras aprobadas, etc.

Luego se utilizarán los símbolos clásicos de representación de los detalles planimétricos para cartas urbanas, como construcciones, canales, ríos, arroyos, etc. y naturalmente la nomenclatura catastral.

Son también de utilidad en las cartas catastrales algunos símbolos especiales que indiquen estados especiales de cada parcela como: cantidad de pisos de la edificación, existencia de mensura aprobada, régimen de propiedad horizontal, superposiciones de dominio, etc.

6. Identificación Parcelaria

La identidad de cada parcela es fundamental en los planos catastrales pues es el elemento de individualización que permite la ubicación relativa de la propiedad respecto de otras parcelas, calles, caminos y otros detalles del espacio geográfico.

Pero esta matrícula individual, es lo que permite el acceso a la Información completa de la parcela a través del Registro Numérico Literal.

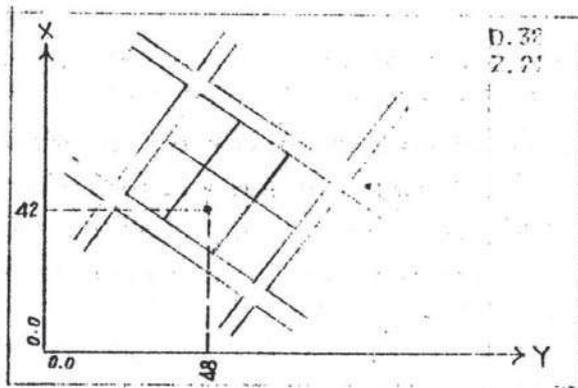
Se utilizan distintos criterios para la identidad de la parcela.

El más utilizado todavía es la designación numérica individual de la parcela referida siempre a su conjunto inmediato.

Así: 32-21-028-008 que debe leerse: distrito No. 32 - zona No. 21 - manzana No. 028 - parcela No. 008 (Ciudad de Córdoba).

Otro criterio más moderno al que se han adherido ya varias provincias argentinas como Neuquén, Catamarca, San Juan y que tiene sus anteceden-

tes en algunos catastros europeos, se basa en un par de coordenadas rectangulares del centro geométrico de cada parcela referidos a un sistema local con origen en cada hoja.



La actualización de la nomenclatura de una parcela que se subdivide obliga a anular el número anterior y otorgar dos números nuevos correspondientes a los centros de cada parcela nueva.

7. Contenido de la Carta Catastral

El contenido de la carta catastral debe ser básicamente el siguiente:

- a Cuadrícula que pertenezca al sistema geométrico.
- b Dibujo de las parcelas con sus características geométricas descriptivas, su identificación catastral y el perfil en planta de la edificación,
- c Detalles geográficos complementarios como calles, avenidas, espacios públicos, canales, etc.
- d Toponimia de los elementos esenciales para la ubicación y relacionamiento de las parcelas como nombres de calles, plazas, barrios, lugares, etc.
- e Ubicación de puntos trigonométricos y/o poligonométricos con su identificación.
- f Cuadro de referencias con la simbología utilizada.
- g Escala de la carta.

- h Planilla de actualización parcelaria que contendrá datos referidos a cada parcela y *fecha de actualización* por incorporación, subdivisión, unión, propiedad horizontal, afectaciones, funcionario actualizante, etc. Fecha inicial de ejecución de la hoja que permita relacionarla con las posteriores actualizaciones.

8. Actualización Catastral

Todo el Registro Catastral sufre modificaciones permanentemente producidas por los diversos cambios que en los tres órdenes indicados sufren las parcelas: la modificación de sus características geométricas y físicas, su estado jurídico y su cambio de valor. Modificaciones estas que se generan por distintos factores que afectan a la propiedad en los aspectos indicados.

El mecanismo por el cual se realiza la actualización de los planos parcelarios es el siguiente:

1 -Se registra la información por la cual se produce una variación en el estado parcelario, esta información proviene de:

- a) Planos de mensura en general por los que se obtienen límites ciertos de las parcelas y sus dimensiones finales o se dividen las parcelas existentes.
- b) Planos de fraccionamientos generales, como loteos, divisiones, etc.
- c) Planos de división en el régimen de la propiedad horizontal.
- d) Planos de nuevas edificaciones, ampliaciones o demoliciones que modifican el estado físico de la parcela.
- e) Ensanche de calles o aperturas de nuevas calles.
- f) Expropiaciones, nuevas líneas municipales, etc.

2 - Registrada la información ha de procederse a trabajar en la actualización del original borrando y agregando como corresponda el nuevo estado parcelario.

La modificación parcelaria se corrige por donde está dibujada, es decir al frente del original transparente. La modificación en la edificación se corrige por el dorso del original.

Hay criterios por los cuales la actualización permanente se realiza sobre copias en forma acumulativa y periódicamente se corrige el original.

No es un criterio aceptable porque la emisión de copias de planos catastrales que deben documentar el estado parcelario se obtendría de orígenes desactualizados.

Como se ha expresado, en el contenido de la carta catastral, la planilla de actualización es de importancia relevante porque de ella se deduce el origen de la actualización, la fecha y el responsable, atendiendo así al contenido de la ley nacional de catastro 20.440 que es de esperar que recupere su vigencia.

En algunos catastros europeos la actualización gráfica se realiza con colores diferenciados permitiendo objetivamente conocer el estado parcelarlo anterior, pero eso se efectúa sobre los croquis originales de relevamiento.

En nuestro ambiente, o en nuestros catastros no se han cubierto las mismas etapas y se procede a la corrección directa del plano catastral archivando los antecedentes que dieron origen a la corrección en archivos microfilmados o informáticos de rápido acceso, a través de la nomenclatura.

Las modernas técnicas de computadoras permiten concebir un plano catastral *como sistema de información parcelaria almacenado* y obtener el plano como salida gráfica.

Este procedimiento permite que los cambios en la información catastral sean continuamente almacenados en la computadora y cualquier plano producido representa la situación real a ese día, de manera que la actualización se reduce a la confección automática de un nuevo plano.

Este sistema evitaría cada vez la actualización de los originales y con ello el problema de borrar y redibujar detalles que se agrava a veces cuando esta tarea no es sistemática motivando que se acumulen los planos desactualizados con el peligro real de invalidar en poco tiempo su utilidad.

9. Complementos del Registro Gráfico

Los elementos complementarios de los planos catastrales en orden a completar los Registros Gráficos son:

- a) los planos de mensura,
- b) las vistas aéreas,
- c) las cartas temáticas,
- d) las Cartas Topográficas.

a) El Plano de Mensura

La operación de Mensura es el acto por el cual se determinan los límites del derecho de propiedad aplicados al espacio físico a que se refiere, es decir al terreno o al edificio en la propiedad horizontal.

De esta operación surge el plano de mensura como instrumento que describe la forma y características de los límites de la parcela, su identificación, sus dimensiones, sus atributos y restricciones.

El concepto de plano de mensura incluye la división en nuevas parcelas, es decir, es en definitiva la descripción más completa de la propiedad y en nuestro régimen catastral es el origen del estado parcelario.

Por lo tanto, la mensura es fundamental e imprescindible en el ordenamiento catastral, y de ello procede las atribuciones que las respectivas leyes provinciales acuerdan a sus Direcciones de Catastro por las cuales se visan o aprueban estos planos, previas instrucciones técnicas para Peritos Agrimensores.

Las Reparticiones Catastrales entonces, ejercen su poder de policía a través del control parcelario a que da origen el plano de mensura, de ahí que su incorporación como complemento del Registro Gráfico es imprescindible.

b) La Vista Aérea

Es el segundo complemento del plano catastral y ofrecen toda la información detallada, no sólo del contenido de cada parcela sino del paisaje geográfico donde se encuentran, con la única limitación que impone el poder de separación de la emulsión utilizada.

Es, por lo tanto, una información documental en un instante dado que permite analizar el estado edilicio, transitabilidad y generar la base geométrica por medio de la restitución fotogramétrica. La actualización de la información debe resultar de vuelos fotogramétricos periódicos.

c) Las Cartas Temáticas

Son cartas que informan sobre características del suelo, tipo de asentamiento humano, servicios públicos, etc., relacionados con las parcelas, que aportan elementos de juicio para la determinación de los valores básicos de la tierra. De estos se deducen entonces las cartas de valores que se establecerán por costo unitario, es decir por m² de la tierra por cuadras.

El aspecto más importante de estos planos es siempre la simbología utilizada para la cual es imprescindible un estudio minucioso de distintas variables visuales y sus combinaciones, siendo poco importante en cambio, la precisión gráfica de la carta.

d) La Carta Topográfica

En el estado actual del desarrollo de distintos centros urbanos, ya se ha expresado la necesidad de contar con la carta topográfica regular a escalas grandes y de detalle.

Incorporar a estas cartas los límites parcelarios, dimensiones de los mismos y nomenclatura, tenderá a recargar indebidamente su contenido y a complicar la expresión gráfica, por cuanto la finalidad de un plano topográfico es distinto de la de un plano catastral.

En efecto, la Carta Topográfica informa sobre el detalle planimétrico por medio de una simbología cuya utilización crece a medida que disminuye la escala, y representa además los valores métricos de la altimetría por medio de puntos acotados y curvas de nivel. Su uso es por lo tanto orientado a la obtención de dimensiones necesarias para la planificación y el proyecto de la obra pública. Entonces es una información en la cual la ubicación exacta del detalle, la rigurosa implantación del símbolo y los valores métricos complementarios son de relevante importancia.

La Carta Catastral, en cambio, informa solo sobre el estado parcelario, la identidad de cada parcela para ingresar al Registro de datos y no requiere por lo tanto de las exigencias de precisión de la Carta Topográfica.

En consecuencia, es aconsejable utilizar por separado estos planos admitiendo la necesidad de disponer de los elementos técnicos de coordinación entre ambos como la cuadrícula de coordenadas que permite su superposición.

Tal es el caso, por ejemplo, del proyecto de una nueva calle que requiere de la carta topográfica para obtener los datos técnicos para la determinación de distancias, desniveles, perfiles, etc. y de la carta catastral para determinar la afectación de parcelas, las superficies a expropiar, y por su intermedio el acceso a la información intrínseca como identidad del propietario, valor, superficie edificada, etc.

La carta catastral es, por lo tanto, la base del Registro Gráfico Parcelario y este es el punto de partida para cualquier tipo de información parcelaria pues la Identificación de una propiedad se efectúa siempre con mayor comodidad y seguridad a partir de la lectura de un plano.

10. La Carta Catastral Automatizada

El creciente interés por las cartas y mapas dibujados por computadoras está motivado, sobre todo, en la eliminación de complicadas y laboriosas ta-

reas manuales que requieren dibujantes especializados. Pero, por sobre todo, el principal atractivo lo ofrece la gran velocidad de producción y la uniformidad del diseño con suficiente exactitud gráfica.

Sin embargo, hay que decir que la carta catastral automatizada tiene su origen en una gran riqueza de información que le permite establecer exigencias en distintas escalas. Por lo tanto la producción del documento catastral puede cubrir en forma inmediata las necesidades básicas de la información parcelarla.

Por lo tanto, encontrándose toda la información catastral almacenada en la computadora en forma permanente por medio de cintas, discos magnéticos, etc., siempre será posible incorporar información complementaria o modificatoria con lo que cada nueva carta estará permanentemente actualizada.

El proceso esquemático de elaboración de una carta catastral asistida por ordenador, requiere considerar al menos tres aspectos básicos:

a) *El relevamiento de la información parcelaria*: es decir la obtención del material informativo que comprenderá la totalidad de los elementos que caracterizan a las parcelas tanto intrínsecos como extrínsecos, conforme a las normas y metodología propios del censo catastral parcelario y que permitirán caracterizar las parcelas en su aspecto geométrico, jurídico y económico de la forma más detallada y exacta posible.

Toda esta información básica ingresa al sistema por los llamados «periféricos de entrada» del ordenador y son puestos en memoria adecuadamente codificados sobre el sistema de referencia que se adopte.

b) *El tratamiento de la información*: consiste, básicamente, en la eliminación de errores, eliminación de datos repetidos, identificación de espacios no relevados y el ordenamiento lógico para la etapa final o salida de la información.

Los órganos centrales del tratamiento de datos en los «ordenadores» o computadores que no difieren de equipos destinados a otros fines, solamente que requieren algoritmos apropiados traducidos en programas cuyo desarrollo es seguido por la «unidad de control».

Esta información, así tratada, será luego transferida al archivo de datos básico donde la «unidad central de proceso» cubre ordenadamente las previsiones en materia de cálculos, correlación de datos, distribución, distancias, superficies, edificación, forma y dimensiones de los símbolos, tipo de escritura, etc. Finalmente almacenará toda la Información depurada y ordenada en

memoria y los transmitirá a los «periféricos de salida» para el dibujo automático de la carta.

c) *La salida gráfica*: se obtiene por medio de los «periféricos de salida» en distintas formas que proporcionan la información catastral almacenada en las condiciones expuestas. Algunas de estas formas pueden ser:

«*Impresoras*»: proporcionan directamente sobre papel listados de datos cualitativos o cuantitativos, etc. por medio de caracteres alfa-numéricos. En casos especiales la impresora puede utilizarse para la confección de planos catastrales con algunas limitaciones en calidad gráfica y exactitud.

«*Pantalla*»: que permite visualizar en forma inmediata la información seleccionada tanto alfa-numérica como gráfica. De esta manera es posible corregir el diseño, agregando o quitando datos geométricos mediante el uso de técnicas especiales como el «lápiz óptico» y otros de constante desarrollo actual y futuro.

«*Trazadores de tambor*» que materializan el dibujo en forma continua mediante plumas sobre bandas de papel en desarrollo perpendicular.

«*Mesas trazadoras*»: son equipos electromecánicos capaces de interpretar y ejecutar las órdenes provenientes de cintas magnéticas de trazado.

Existen hoy numerosos aparatos capaces de producir la carta catastral en forma automatizada que difieren por cierto en tecnología, capacidad, velocidad, precio, etc.

Las mesas trazadoras son en realidad mesas de dibujo de base plana dirigidas por ordenador que pueden utilizar indistintamente lápices de microminas, bolígrafos, estilográficas de tinta china o grabadores de película. Alternativamente, estas mesas pueden ser utilizadas para obtener información gráfica por medio de la digitalización.

El trazado de las líneas resulta de gran definición con espesores teóricos de 0,2 mm hasta 1,0 mm para diferentes tipos de líneas: llena, doble, trazos, etc. y la posibilidad de trazar distintos tipos de símbolos, escritura, etc.

El dibujo que se obtiene es de gran definición gráfica, aunque es necesario destacar que ofrece cierta rigidez propia del origen mecanizado, lo que no le resta utilidad práctica.

Debe agregarse a las posibilidades de estos equipos la extraordinaria capacidad de ejecución del dibujo y la capacidad de resolver con rapidez la mayoría de los problemas que ofrece la actualización permanente del catastro.

Es necesario, finalmente, advertir que estas etapas son en realidad bien diferenciadas y por lo tanto tienen su propia complejidad e incidencia en el costo total de la obra catastral.

Podemos decir que la etapa más larga, compleja y costosa es la del relevamiento de la información parcelaria, pues es aquí donde es necesario programar cuidadosamente los sistemas de apoyo del levantamiento y la base geométrica a utilizar: seleccionar los datos a recopilar y la forma de efectuarlos: elaborar la acotación de errores para su obtención; establecer la densidad de la información, la distribución del personal de campaña, los cronogramas, el control de calidad de campaña, etc.

Esta operación, está demostrado, que como parte de un sistema de información territorial insume un costo por lo menos diez veces superior al resto de la operación, por lo que, al momento de programar cualquier ordenamiento catastral, debe atenderse fundamentalmente a esta etapa característica de agrimensura.

El tratamiento de la información y las salidas gráficas son, en realidad, de menor costo general y en particular, es más caro el Software (programas) que el Hardware (computadoras y equipamiento periférico, etc.).

O sea que en definitiva, en un sistema de información territorial basado en el catastro parcelario, lo menos costoso son las herramientas a utilizar para el proceso de la información y estas no tendrán utilidad alguna si los relevamientos de datos son deficientes, incompletos o inadecuados por más que funcionen con programas altamente sofisticados.

Simbología cartográfica

La Información

Actualmente se exige mucha información como condición fundamental para la planificación del desarrollo territorial, el estudio de factibilidad de nuevos mercados de inversión, del establecimiento y control de la producción etc. El futuro exigirá aún más información como base del conocimiento que, en definitiva, es lo que orienta la toma de decisiones y ello se pone de manifiesto con la presencia de los medios masivos de información y los métodos modernos de automatización, cuyo desarrollo es acelerado.

La Carta proporciona un medio de información formidable por cuanto transfiere el conocimiento del territorio y los fenómenos, que con respecto a él se producen, por medio del mensaje gráfico debidamente codificado.

Estos *Códigos* son las reglas que asocian distintos elementos de la información registrada para permitir su comunicación. Son en realidad, sistemas o estructuras que posibilitan la transmisión de un mensaje como es el caso de la Carta.

La Carta es, en sí, un sistema de información que proporciona el conocimiento territorial por la interpretación visual de imágenes, previamente codificadas, formadas por un conjunto de símbolos ordenados lógicamente.

Este sistema de información se basa en principios científicos de la *Expresión Gráfica* que constituye un lenguaje especial, es decir un medio fundamental empleado por, el hombre para registrar y comunicar a otros sus observaciones y reflexiones.

La estructura, los principios y las leyes que rigen este lenguaje gráfico corresponden a la *Semiología de la Gráfica*, ciencia moderna de gran interés actual.

Todo el problema de comunicación del conocimiento por medio de la Carta o del Mapa se basa en la *Teoría de la Imagen*. La imagen es anterior a la escritura en la historia del hombre como medio de comunicación y ello resulta lógico si se advierte la simplicidad con que puede ponerse al alcance de todos sin gran esfuerzo de iniciación y con un efecto positivo inmediato gracias a su fácil comprensión. Es mucho más fácil leer y memorizar el contenido de la representación gráfica de una Carta, o de un Mapa que la lectura de un libro que explique en lenguaje escrito el mismo asunto.

La Cartografía es el único procedimiento gráfico que permite una representación real del espacio geográfico y su interpretación inmediata.

El espacio Geográfico comprende no solo la superficie terrestre considerada en su totalidad o parcialmente, sino también relaciones de orden físico, biológico, económico etc., que se producen en un lugar y en un tiempo y que comprenden causas y consecuencias de la organización de la tierra y de sus habitantes.

Por ello la Cartografía comprende aspectos particulares como: *la Cartografía Topográfica*, para informar sobre las formas y dimensiones de la superficie terrestre y *la Cartografía Temática* para, informar sobre relaciones entre fenómenos cualitativos o cuantitativos que se producen localizados en el territorio y que constituyen la base de la Geografía como un Mapa de Climas o una Carta de Suelos etc.

En otro aspecto, la Cartografía interviene en representaciones especiales relacionadas con la estadística, la producción, el desarrollo económico etc., como son *Los Cartogramas, Diagramas* etc.

La Carta es un documento gráfico de importancia trascendental que precede, necesariamente, a cualquier acción de desarrollo territorial o de estudio geográfico con fines económicos, sociales, estadísticos etc.

Así es que mediante el uso de la *Carta Topográfica* se conocen con exactitud compatible con la escala y la correspondiente *Generalización*, la forma y dimensiones del relieve topográfico y la ubicación relativa de cada accidente. Este conocimiento es la base de cualquier proyecto de obra de Ingeniería sea en su etapa de factibilidad técnica, de proyecto o de construcción.

Así mismo el uso de las distintas *Cartas Temáticas*, es fundamental para, cualquier estudio geográfico, para la planificación o para el *Ordenamiento Territorial en el Catastro Parcelario*.

La imagen cartográfica

El Lector de una Carta, percibe, en un instante, una determinada cantidad de imágenes e inmediatamente las agrupa en su cerebro en un conjunto ordenado de donde captará la *información territorial* que le interesa.

Ese *Conjunto Ordenado* constituye la base de un lenguaje particular:

La Expresión Cartográfica que es la forma como se transmite el conocimiento de un determinado *Espacio Geográfico*.

Conocer las propiedades de este lenguaje cartográfico es el objeto de la Semiología de la Gráfica según Jacques Bertin (Semiología: del griego, *semion*: signo y logos: tratado). Suele también designarse este tratado como *Semiótica* (del griego *semion*: signo y *techné*: arte). En general, tratándose de Cartografía suele considerarse ambos como equivalentes, aunque ésta última es una denominación más general que incluye otros aspectos además del gráfico.

Esta Expresión Cartográfica se presenta a los ojos del lector e intérprete de una carta como una: **Imagen cartográfica**

Que queda definida por tres componentes de referencia:

Dos componentes de localización: X, Y que permiten determinar una imagen en su situación absoluta en el plano en se ubica, y en su posición relativa, como distancia y dirección, respecto de otros detalles.

Una componente de identificación: Z, que constituye la característica particular del detalle localizado o del fenómeno que representa, como por ejemplo la altura del punto o el significado del símbolo.

Esta última componente tiene por finalidad caracterizar el detalle que representa el símbolo en su aspecto cualitativo o cuantitativo y a esos fines deben considerarse distintos aspectos que lo identifican o distinguen.

Esos aspectos se llaman:

Variables Visuales que corresponden a la componente Z y son:

- Forma
- Tamaño
- Orientación
- Color
- Valor
- Grano

Según Jacques Bertin *las Variables Visuales son 8*:

- 2 Variables en X, Y
- 6 Variables en Z

Finalmente, debemos tomar como conclusión que las *Imágenes Cartográficas* están formadas por *Símbolos* especialmente adaptados a la finalidad de la carta que se traducen en *Símbolos Cartográficos Convencionales*, utilizando en cada caso un adecuado *Código*.

La Simbología Cartográfica

Será necesario, en primera instancia, efectuar algunas consideraciones generales y definiciones de elementos que intervienen en el lenguaje cartográfico.

Seña, es la nota o indicio para significar una cosa, siempre que exista un *Código* o acuerdo entre dos o más personas que les permita entenderse. Por ejemplo cierto movimiento de banderines de colores determinados que suelen utilizarse entre dos barcos para transmitir cosas.

Señal es la marca o nota de las cosas para ser distinguidas de otras, por ejemplo un mojón que señala la posición de un punto trigonométrico. Este mojón que es la seña sobre la tierra de la expresión geodésica correspondiente, tiene estructura y características distintivas respecto de otro elemento que pudiera estar en el mismo territorio señalando cosa distinta.

Signo, en Cartografía, es un grafismo o dibujo simbólico que evoca la idea de una cosa como un indicio inmaterial de la misma que puede ser o no material o que de ser un determinado concepto. Por ejemplo, un pequeño triángulo, en una Carta Topográfica puede indicar la existencia en el terreno de un punto trigonométrico señalado por un mojón.

Símbolo, es una figura esquemática con que se representa un objeto, un concepto, o un hecho por alguna semejanza que el entendimiento percibe o reconoce como tal.

A la Cartografía Topográfica le interesa en particular el estudio de los *Signos*, por su relación entre la posición planimétrica que le corresponde y su significado. La Semántica, la Sintaxis y la Pragmática, que forman parte de los estudios semióticos, intervienen en el manejo correcto del lenguaje gráfico.

Semántica (del griego seemantikoo: significativo), es un vocablo que se refiere en realidad a la significación de las palabras. Puede decirse que es la ciencia de las significaciones, y en tal sentido lo utiliza la Cartografía para

estudiar y establecer el significado de los signos y dotarlos de un código o sistema de restricciones para su mejor lectura, y comprensión.

Sintaxis, es en realidad una parte de la Gramática que enseña a coordinar y unir las palabras para formar oraciones. En Cartografía tiene ese mismo sentido precisamente porque se encarga de coordinar con lógica la simbología para formar imágenes cartográficas de conjunto que con el significado aportado por la Semántica, permitan la comprensión del mensaje por parte del lector de la Carta.

Pragmática (Pragmatismo), es un método filosófico según el cual el único criterio válido para establecer la realidad se funda en sus efectos prácticos. Así se utiliza este principio en Cartografía para estudiar y establecer las relaciones prácticas entre los signos a utilizar y el efecto que en materia de comprensión puedan aportar al usuario de la Carta.

Como se ha expresado anteriormente, a la *Cartografía Topográfica* le interesa particularmente el Signo, que llamaremos en este caso, *Signo Convencional*, como esquema centrado en posición real sobre la Carta que facilita la identificación del objeto o hecho.

En *Cartografía Temática*, interesa especialmente El Símbolo, por su carácter de relación esquemática y evocativa del fenómeno que representa y lo llamaremos con más propiedad *Signo Simbólico*. Este es el caso, por ejemplo de un símbolo con el perfil de una espiga de trigo localizado sobre la Carta o el Mapa para indicar cualitativamente la presencia de ese cultivo en un determinado espacio territorial.

También en Cartografía Temática se utilizan otros tipos de símbolos cuyo esquema es de fácil comprensión, que llamaremos *Signos Pictóricos*, por ejemplo, el caso de la silueta de un barco en los Mapas Temáticos referidos a líneas de transporte marítimo.

Finalmente, también se utilizan los llamados *Signos Proporcionales*, en la confección de *Mapas Temáticos* a pequeña escala con fines estadísticos referidos a determinado espacio geográfico y cuya proporción responde a distintos criterios de medición conforme a la información que representan.

La elección de los Signos

Ya hemos visto que *la Carta* es un conjunto de signos, a través del cual se produce la comunicación de su contenido. Es por lo tanto, *Un Sistema de Comunicación* en lenguaje gráfico.

Los Signos y los Símbolos utilizados en Cartografía siempre son *Grafismos* o dibujos simbólicos o a veces figurativos que representan objetos materiales, hechos naturales existentes o conceptos administrativos, científicos, estadísticos etc. registrados o referidos al espacio geográfico.

En general, elegir los símbolos y los signos que representen hechos o conceptos, significa establecer *Un Convenio* entre el redactor de la Carta y su destinatario que *necesariamente* debe estar expresamente incorporado a la Carta por medio de un cuadro de referencia donde se indique con claridad el significado de los signos utilizados.

La elección del símbolo es tarea tan delicada e importante como lo es la elección de la escala y la equidistancia de las curvas de nivel.

Debe procurarse transmitir con claridad y seguridad al lector de la carta la información facilitando la percepción simple y directa de los símbolos y su adecuada comprensión.

Para ello es necesario respetar, al menos, dos condiciones de lógica:

1. *Combinar* símbolos en forma razonada y clara para evidenciar cada fenómeno.

2. *Armonizar* los símbolos con los correspondientes datos en cuanto a la importancia de los mismos. Cuanto más importante un objeto, un fenómeno o un dato, tanto más debe destacarse.

Utilización de los Signos Cartográficos

El Signo Cartográfico se dibuja, por lo general, fuera de escala es decir que cuando se trata de representar un hecho geográfico natural como un río, un desierto o una zona barrancosa, solo se respeta el tamaño real del accidente a la escala, de la carta, cuando esta se confecciona al 1:2.000 o mayores.

Los signos que representan puntos geométricos, como vértices de triángulos, poligonales o puntos de nivelación, se los dibuja en su posición correcta pero fuera de escala. Por ejemplo, un punto trigonométrico se representa por triángulo que tiene 3,5 mm de lado; en una carta a escala muy grande como 1:1.000, significaría en el terreno un mojón de 3,5 metros de lado, lo que no es real pues el mojón tendrá, cuando más, 0,30 de lado si fuera de hormigón y apenas 0,05 m si fuera de hierro.

En cuanto a la, posición exacta, por sus coordenadas, del signo sobre la carta se plantean distintas alternativas conforme a las características e im-

portancia del punto o del detalle, a la escala de la carta y al grado de generalización que se imponga.

Solo en cartas en escala muy grande puede asegurarse la posición planimétrica exacta sobre el dibujo. A medida que disminuye la escala la posición del signo deja de ser exacta pues en menor espacio deben colocarse una determinada cantidad de detalles lo que obliga, a sacrificar la posición de unos en defensa de la posición de otros. Este es un tema que se resuelve por medio de *la Generalización Cartográfica*.

Por ejemplo, en una carta a escala 1:100.000, deben ubicarse: una ruta nacional, las vías de un ferrocarril que corre paralelamente, un camino vecinal al otro lado de las vías, también paralelo a cuyo costado existe un mojón correspondiente a un punto trigonométrico. Adviértase que al espacio disponible no permitiría colocar exactamente en su lugar los ejes de estos accidentes y por lo tanto algunos que darían desplazados, optando por respetar la exactitud del detalle más importante como el punto trigonométrico.

Si el punto trigonométrico se representa por un triángulo de 3,5 mm de lado, a la escala indicada ocupará un espacio de 350 metros, es decir mucho más que el conjunto de los accidentes señalados en el ejemplo. Pero aun que esos detalles deban desplazarse siempre subsistirá la posición relativa entre ellos.

La utilización de los signos cartográficos debe responder a tres tipos de *implantación* según sea el tipo de detalle a representar.

Implantación puntual: como círculos, triángulos etc. para representar objetos o hechos que ocupan un lugar reducido y puntual, como mojones, molinos, pozos etc.

Implantación lineal: como líneas rectas, curvas paralelas, de trazos etc. que representan detalles geográficos de desarrollo longitudinal como caminos, canales, ríos, ferrocarriles etc.

Implantación zonal: Como zonas tramadas, punteadas, pintadas etc. que representan detalles que cubren superficies extensas, como lagos, bosques, bañados etc.

Pero la condición más importante para utilizar adecuadamente un signo es analizar, valorar y combinar las seis variables visuales que se refieren a la caracterización del signo y que son: Forma, Tamaño, Orientación, Color, Valor y Grano que describiremos a continuación.

Forma: Es una variable asociativa que permite una gran amplitud en la elección y que tiene relación directa con el tipo de implantación. Sin embargo,

en Cartografía Topográfica ya están bastante sistematizadas las formas utilizadas: Un triángulo para un punto trigonométrico; un círculo para un punto poligonométrico etc. Pero aquí debe advertirse que un círculo también puede representar otra cosa, como un pozo de agua en cuyo caso, se puede diferenciar haciendo intervenir otra, variable como tamaño, color etc.

En la Cartografía Temática, en cambio, la elección es mucho más libre y puede manejarse con distinto criterio según que el fenómeno a representar sea cualitativo o cuantitativo o que se trate de mapas estadísticos de diversos tipos.

Tamaño: Es una variable de proporcionalidad que ofrece distintas alternativas:

En la Cartografía Topográfica el tamaño del signo está relacionado en parte con la escala de la carta, pero sobre todo con la claridad y exactitud de la misma, conforme a la finalidad para la que fue construida. La generalización puede jugar también un papel importante en la elección del tamaño.

En la Cartografía Temática, en cambio, sobre todo cuando se trata de mapas cuantitativos, los símbolos se dibujan en escalas proporcionales a la magnitud del fenómeno que representan. Por ejemplo, en mapas de densidad de población, los símbolos son proporcionales a la cantidad de habitantes según escalas continuas, series aritméticas, series geométricas o en algunos casos, logarítmicas.

Orientación: Es una variable eminentemente selectiva, permitiendo, en muchos casos, reemplazar al color conservando la claridad de la imagen cartográfica y favoreciendo su percepción visual por la posibilidad de combinarse con otras variables. Por ejemplo en símbolos de implantación zonal como pantanos, bosques, etc., se puede combinar muy bien un conjunto.

Aun cuando un símbolo conserve la misma forma y tamaño que otro, puede diferenciarse por su orientación, es decir el sentido de sus elementos lineales. Por ejemplo, un triángulo con la base horizontal hacia la parte inferior de la hoja representa un punto trigonométrico en la Carta Topográfica, pero si la base está hacia arriba puede significar otra cosa como una industria en la Carta Temática.

Algunos símbolos como el círculo, no admiten cambio de orientación, a menos que de le adicione otro elemento lineal como un diámetro, tal el caso del signo topográfico que utilizamos para representar el azimut de una línea. Este caso es más común en la Cartografía Temática, especialmente en la catastral de servicios públicos para la valuación parcelaria. (Véase catastro de Oberá, Misiones).

Esta variable, requiere un estudio particularizado en el capítulo de la Cartografía Temática y en especial en la elaboración de mapas de comunicaciones, cartas aeronáuticas etc.

Color: Es una variable intensamente perceptible por el ojo y, por lo tanto, es diferencial y selectiva. Sin embargo, su utilización exige respetar complejas estructuras que comprometen distintos aspectos, a veces contradictorios entre sí, que responden a características de orden físico, psicológico, subjetivo, y estético del color, que estudiaremos en capítulo aparte.

En su aspecto general, los llamados *colores plenos*, se ordenan en el *espectro visible* por el ojo según las longitudes de onda crecientes de las vibraciones luminosas. (Únicamente una pequeña parte del espectro total es visible, comprendida entre 400 y 700 nm., Esta unidad se llama *nanómetro* y es equivalente a un milimicrómetro que a su vez es 10⁻⁹ de metro o una billonésima parte de metro)

Este ordenamiento por las longitudes de onda es una escala continua de la siguiente forma:

VIOLETA - AZUL - VERDE - AMARILLO - NARANJA - ROJO

En esta, escala no tienen el mismo orden las *distintas tonalidades* de cada color. Por esta razón la *variable color* debe ser analizada siempre en correspondencia con la *variable valor*, porque el ojo tiene tendencia a ver ordenadamente el *tono* antes que el color pleno.

Según H. Gauss en su obra “L’emploi des couleurs en Cartographie”, es mejor clasificar los colores según sus tonalidades crecientes a ambos lados del *amarillo*, obteniendo una gama “*caliente*” formada por:

AMARILLO - NARANJA - ROJO - ROJO/VIOLETA

Y otra gama “*fría*” formada por:

AMARILLO - VERDE - AZUL - AZUL/VIOLETA

La aplicación de estos criterios tiene especial aceptación en Cartografía Temática, por ejemplo en la aplicación de las llamadas “Analogías Psicológicas de Gauss” de aplicación en Cartas Climatológicas en que los azules representan zonas de humedad, los rojos zonas cálidas, los amarillos zonas de sequía y las combinaciones zonas intermedias, como por ejemplo:

VIOLETA: (combinación de rojo: calor, y azul: humedad), representa zonas ecuatoriales húmedas.

ANARANJADO: (combinación de rojo: calor, y amarillo: sequía) representa zonas de desiertos ardientes.

VERDE: (combinación de azul: humedad, y amarillo: sequía) representa zonas templadas en general.

En los mapas temáticos a pequeña escala, los colores que se utilizan para los símbolos no son significativos sino son solo *indicativos*, pero en general se utilizan colores fuertes y vivos para representar fenómenos mayores o más importantes, y colores débiles y apagados para representar fenómenos menores y de poca importancia.

En la Carta Topográfica, en particular, los colores se utilizan obedeciendo a convenios aceptados en forma casi universal como los siguientes:

Los *azules* para representar el agua en sus distintas manifestaciones geográficas: mares, ríos, lagos, etc. Los *verdes* para la vegetación en general: árboles, bosques, selvas, praderas, cultivos, etc. Los *marrones* o *pardos* o *siena tostado*, para representar las formas del terreno sobre el nivel del mar: barrancas, curvas de nivel, líneas de forma, etc. El *negro*, para representar las obras implantadas por el hombre: caminos, puentes, construcciones, etc.

En este caso, de la Carta Topográfica, la diferencia entre distintos colores es más apreciable cuando el espacio que ocupa el símbolo es grande, por ejemplo en implantación zonal, como un lago. No lo es tanto en implantación puntual o lineal donde los símbolos son pequeños o de trazos muy finos y para diferenciarlos es necesario utilizar colores muy distintos entre sí. Por ejemplo, un círculo violeta que indique un punto poligonal y otro círculo azul, del mismo diámetro, que indique un pozo de agua, serían muy difícil de diferenciar.

Debe considerarse, muy especialmente que el uso del color en Cartografía requiere de procedimientos fotográficos y de composición en laboratorio para preparar los originales de *cada color pleno*, que lo transforma en un me todo bastante costoso.

Por eso, en caso de elegir la cartografía en colores, se recurre al uso de *solo tres colores plenos*, que son los llamados colores primarios: *amarillo, azul y rojo*, que se pueden combinar entre sí para dar la mayor parte de los colores más usados.

Este procedimiento llamado TRICOMIA permite trabajar con sólo tres originales, uno para cada color pleno, y obtener una buena gama de tonalidades que cubren las necesidades de una carta. Estos procedimientos serán tratados en el capítulo correspondiente a Reproducción Cartográfica.

Sin embargo, debe advertirse que la mayor parte de los procedimientos de reproducción de Cartas Topográficas en escalas grandes se efectúa en *blanco y negro* por lo que, al menos en estos casos el uso del color no es indispensable.

En cuanto a la Carta Temática, la tendencia actual es la de utilizar intensamente y en forma combinada *la totalidad de las variables visuales*, pero muy especialmente la *variable valor* tratando de reemplazar al color sin que se resienta la claridad informativa del documento.

Estos procedimientos se conocen genéricamente como *monocromía* y permiten reducir significativamente los costos de reproducción con respecto a los procedimientos que utilizan distintos colores designados *policromía* ya que estos requieren técnicas complejas justificadas solo en los casos en que se necesita reproducir gran cantidad de ejemplares de la carta en cada oportunidad.

Por otra parte, la necesaria aplicación de los procedimientos de confección de cartas automatizadas por el uso de ordenadores, en especial a escalas grandes que son de nuestro interés especial, justifican nuevamente el procedimiento de la monocromía.

Valor: Es el tono en el color que constituye una variable de clasificación, permite variar las tonalidades de cualquier color, aun del negro formando una escala de grises.

El color o el negro se puede variar en su tono aclarándolo por agregado de blanco, u oscureciendo lo por el agregado de negro.

Esta escala de tonos intermedios es siempre monocroma, ya que por ejemplo, una variación del rojo puro hasta el blanco es una variación del *valor y no del color*. Esto se consigue por dos caminos distintos:

1. Mezclando los colores en proporciones adecuadas.
2. Superponiendo al *color pleno*, tramas blancas para aclarar o tramas negras para oscurecer. En el primer caso mientras más densas sean las tramas, más se aclara hasta llegar al blanco puro y en el segundo caso mientras más densas las tramas negras, más se oscurece hasta llegar al negro puro.

Tratándose de blanco y negro, solamente, sin otro color, se obtendrán distintos tonos de grises formando una gama tan completa como se desee, pasando en forma ordenada del blanco al gris claro, al gris mediano, al gris oscuro, etc., hasta llegar al negro.

Es aconsejable el uso de esta variable para, la simbología de implantación zonal donde es fácil aplicar tramados de puntos o líneas en forma mecánica, por medio de filtros, calcomanías de uso muy generalizado, o con los ordenadores en la cartografía automatizada.

Esta variable no se aconseja para la confección de símbolos de implantación puntual o lineal, pues por la reducida extensión de éstos, se dificulta la

apreciación de las tonalidades de grises. Un ejemplo claro, pueden ser las carreteras representadas por dos líneas paralelas muy próximas que no podrían separarse más allá de lo debido nada más que para apreciar la tonalidad del color entre ambas.

Grano: Es una variable de agrupación, que se refiere a la estructura o punteado de la parte interior del símbolo que le hace tomar aspectos diferentes según que esa estructura sea más o menos compacta por aproximación o alejamiento de los puntos o líneas que rellenan la superficie del símbolo.

Esta variable es de utilidad en muchos tipos de cartas de las que podemos citar la carta parcelaria a gran escala donde se representan distintos tipos de edificios y a veces distintas plantas o niveles. Recurriendo a la variable grano es posible diferenciar cada categoría que tomará aspectos diferentes según como se disponga el rayado de las superficies que ocupa la planta del edificio en cuanto al acercamiento o alejamiento de las líneas del rayado o en su caso, de la proximidad o densidad de puntos o círculos, lo que le otorga un aspecto diferenciado y selectivo, aunque otras variables como forma, orientación, color, tamaño o tono, permanezcan constantes.

Esta variación del grano permite obtener series de tramas en forma ordenada y como se ha expresado, resulta selectiva en la elección o identificación del símbolo que compone.

No obstante, en la práctica es difícil establecer una variación de *grano* rigurosa, pues siempre existe una combinación con la variable *valor* o *tono* que obliga a elegir cuidadosamente las tramas autoadhesivas que se venden en el comercio y que son de tanta utilidad.

Los signos Cartográficos Convencionales

La aplicación correcta de las variables visuales para la mejor elección de los símbolos, está íntimamente ligada con *la generalización que siempre se aplica a todos los elementos de la Carta*, y que es más importante a medida que disminuye la escala.

Los Signos Cartográficos convencionales para la Carta Topográfica de la República Argentina, están contenidos en el Manual respectivo que publica el Instituto Geográfico Militar para, las escalas comprendidas entre

1:500.000 y 1:25.000, debidamente complementados con las normas referentes a su aplicación.

Contiene además, la descripción detallada de dimensiones, colores, espesores de trazos etc. con que deben dibujarse, como así también la ilustración del accidente o fenómeno que cada signo representa para una mejor interpretación y utilización adecuada.

Los signos para las escalas grandes y muy grandes, no contenidos en ese Manual, deben ser establecidos, en cada caso, tomando como referencia las de la Carta Topográfica del Instituto Geográfico Militar, con las adecuaciones y limitaciones que imponga la escala elegida

El uso de la simbología impone siempre un grado de prudencia que refleje las condiciones básicas a cumplir en la confección del documento cartográfico, es decir exactitud, claridad y armonía, todo relacionado con la necesaria generalización y atendiendo a la escala y a la finalidad de la Carta. Una carta recargada de símbolos puede no ser clara ni exacta y contrariamente, deja de ser exacta si le falta información a través de la simbología. Por lo tanto: *Equilibrio*.

Finalmente, transcribiremos conceptos de Fernand Joly de su obra “La Cartografía” que tienen que ver con el uso racional de los elementos que componen un documento cartográfico.

“Construir un mapa (Carta) es expresar gráficamente una información espacial, de manera que sea fácilmente inteligible y cómodamente transmisible. En consecuencia, esta operación no debe constituir un acto espontáneo, dejado a la libre inspiración del momento. El redactor cartográfico debe trabajar con el objetivo de ser visual y rápidamente comprendido; debe, para ello, tener en cuenta una cierta lógica, y ciertas reglas que se derivan de las propiedades intrínsecas del lenguaje que emplea; debe prever también las reacciones que provocará su composición en el lector. Por ello, y antes incluso de cualquier ensayo de presentación, deberá preparar una lista de preguntas a las que su mapa (Carta) está calificado para responder, y tratar el dibujo en consecuencia. El primer objetivo es facilitar la memorización de los informes, lo que luego permitirá su comparación. Esto requiere una atención prioritaria a la legibilidad, a nivel de conjunto: decidir si ha de utilizarse un mapa (Carta) único o mapas (Cartas) múltiples (siempre en la menor cantidad posible). El segundo objetivo es atender a la precisión de las localizaciones, y a la exactitud de las correspondencias entre la realidad y el plano, a nivel elemental; en el nivel medio, debe dedicarse especial interés a las relaciones mutuas entre

los diferentes símbolos figurativos, las cuales deben destacarse mediante una razonable utilización de las variables retinianas, y de sus combinaciones”

Ing. Georg. Severiano Gustavo Bartaburu
Prof. Titular CATEDRA DE CARTOGRAFIA
Escuela de Agrimensura Córdoba

Bibliografía

1. CARTOGRAPHIE GENERALE - René Cuenin- Eyrolles - Paris.
2. LA CARTOGRAFIA - Fernand Joly - Ariel - Barcelona/Paris.
3. SEMIOLOGIE GRAPHIQUE - Jacques Bertin- Mouton/Gauthier-Paris.
4. INITIATION A LA GRAPHIQUE - Serge Bonin- Epi - Paris.
5. SIGNOS CARTOGRAFICOS - S. G. Bartaburu - Córdoba- Argentina.
6. LA CARTA TOPOGRAFICA - S. G. Bartaburu - Córdoba- Argentina.

Mojones que hacen historia

Descripción geográfica

Qué Agrimensor, alguna vez, no ha debido partir para su operación de mensura, de un mojón antiguo como referencia. Es seguro que la presencia de este signo de límite territorial lo ha invitado a meditar en cuantos episodios de la vida real habrá sido mudo testigo, contribuyendo a la historia del lugar donde le tocó quedar definitivamente emplazado.

Este es el caso de un antiguo mojón ubicado muy lejos de aquí, en los PIRINEOS VASCOS, al norte de España, que fue colocado por Agrimensores colegas, hacia 1858, en el lugar donde existía de tiempo inmemorial una Piedra de referencia (“**mugarri**”, para los vascos), llamada históricamente PIEDRA DE SAN MARTÍN.

Pero, en procura que este relato sea de mejor comprensión, será necesario hacer alguna descripción geográfica del lugar así como de las características de sus habitantes, los vascos del Pirineo.

Históricamente, se conoce por PAIS VASCO (EUSKALHERRIA) al territorio unificado formado por siete provincias que se definen muy bien en los mapas. Actualmente, cuatro de estas provincias se ubican en España, al sud de la cadena montañosa de los PIRINEOS, que materializa el límite internacional con Francia. Las otras tres provincias colindan al norte, es decir pertenecen a este último país.

Para tener una apreciación geográfica más clara digamos que, al sud del Pirineo se encuentran las provincias ó territorios llamados ALAVA - GUIPUSCUA - VIZCAYA y NAVARRA. Actualmente las tres primeras forman la Comunidad Autónoma “EUSKADI”, mientras que la cuarta constituye su propia Comunidad Autónoma de “NAVARRA”. Ambas comunidades están dentro de España.

Las tres provincias ubicadas en Francia forman el territorio llamado AQUITANIA, las que se denominan de oeste á este: LABURDI - BENAVARRA y ZUBEROA (respectivamente, Labourd - Basse Navarre y Soule para los franceses).

De esta forma, las siete provincias que antiguamente formaban el PAIS VASCO se encuentran hoy distribuidas entre dos países: Francia y España. Pese a lo cual los vascos de ambos lados del Pirineo conservan las costumbres ancestrales de este pueblo milenario cuyo origen aún no ha sido categóricamente determinado, y todos hablan su idioma original, el “EUSKERA”, sin perjuicio de hacerlo en francés al norte y en español al sud.

Desde 1993 existe un Protocolo de Cooperación ente EUSKADI-NAVARRA-AQUITANIA, que ha otorgado una dinámica exitosa en el camino de crear un cause de comunicación necesaria “respetando las particularidades derivadas de la organización propia de cada territorio pero mirando siempre al futuro”

Entre las costumbres ancestrales de este pueblo, uno de los más antiguos de Europa, se destaca el arraigo natural y profundo a su tierra y a su “case-río”, al que está muy ligado, tanto que las propias características del entorno geográfico, fijan el significado de su apellido. Los apellidos vascos tienen una traducción del Euskera que los identifica con su origen territorial.



En la zona del Pirineo Vasco el modo de vida fue siempre eminentemente agrícola y ganadero, Quizás sería mejor calificarla como Agro-Pastoril ya que las parcelas de campo propio pertenecientes a cada “caserío”, eran, y aun se mantienen así, de reducidas dimensiones quedando siempre una especie de tierras indivisas, a través de las cuales se conservaba y respetaba una suerte de “PASTOS COMUNES”, donde necesariamente tenían una presencia comunitaria los pastores de ovejas que controlaban personalmente, con la ayuda de su perro amaestrado, el desplazamiento del ganado regulando adecuadamente el consumo del pasto natural. Sin esta actitud de siglos, verdaderamente ecologista, los pastos se habrían agotado indiscriminadamente. Aun hoy pueden verse desde las rutas, a estos personajes con su perro y su silbato, aunque no son extraños los clásico “boyeros eléctricos”

La comunidad de uso de los pastos ha perdurado como una costumbre muy antigua que se regulaba con tratados de “facerías”, los que, entre otras cosas, permitía y reglamentaba el libre tránsito con el ganado entre “Parroquias” vecinas, procurando, así, un mejor aprovechamiento de las escasas riquezas naturales.

Así es que el pueblo vasco se caracterizó desde tiempos remotos por el pastoreo “trashumante”, es decir aquel que permitía mover continuamente el ganado (ovejas), de los campos de “veranada”(en verano partes altas), a los campos de “invernada” (en invierno, partes bajas), lo que dio lugar a un oficio muy respetado: los “pastores pirenaicos”, que en alguna medida todavía existe, como hemos relatado.

Esta costumbre generó una relación entre los vascos de uno y otro lado del Pirineo, que dio origen con el tiempo a un comercio permanente poniendo de relieve la integración de costumbres y de idioma nativo, el Euskera.

Volviendo a nuestro asunto, recordemos que el País Vasco Francés (Pays Basque), comprende tres provincias de las cuales ZUBEROA (Soule, en francés), constituye el límite este de tal territorio. A continuación se encuentra la zona del BEARN francés, con idénticas características geográficas y costumbres. Por eso los “Zuberoterras” son vascos y los “Bearneses”, casi vascos; cada uno de ellos con su propia identidad, pero con costumbres comunes y profundamente respetuosos de sus tradiciones.

Al sud, del otro lado de la montaña, pero en el mismo sector, está el VALLE DEL RONCAL, perteneciente a la comunidad de Navarra en España, en el que habitan vascos con idénticas tradiciones.



El límite internacional que los separa es una poligonal totalmente amojonada que pasa, en general, por zonas de alta montaña que los vascos llaman “mugas” desde épocas remotas. Uno de estos mojones, (“MUGARRIS”, para los vascos), se encuentra precisamente en el sector antes indicado, y lleva el N°262, a una altura de 1760m sobre el nivel del mar; está emplazado en el lugar denominado “LA PIEDRA DE SAN MARTÍN”, que es un mugarrí muy antiguo. Este mojón es mudo testigo continuador de una tradición de siglos que pasaremos a describir y que pone de manifiesto el tradicional respeto de los vascos por la palabra empeñada parte de sus costumbres ancestrales.

Una tradición de siglos

En los Pirineos Vascos existen innumerables acontecimientos históricos que enriquecen su patrimonio cultural y que son motivo permanente de recordaciones y festejos; pero hay uno en particular que se conoce como “EL TRIBUTO DE LAS TRES VACAS”. Es una ceremonia tradicional que se celebra desde hace más de 600 años en lo alto del Pirineo cada año, el 13 de JULIO a las 12 horas y que da origen a la llamada FIESTA DE LA PAZ.

Ese día, cada año, sin faltar uno, en un punto de la frontera entre Francia y España, a 1760 metros de altura sobre el nivel del mar, que se denomina LA PIEDRA DE SAN MARTÍN, Bearneses de Francia hacen entrega de “tres vacas del mismo pelaje, cornaje y dentaje”, como tributo a los vascos del Valle del Roncal, en Navarra, España.

El sentido de esta ceremonia es recordar el acuerdo de paz entre roncaleses y bearneses tras años de enfrentamientos causados por disputas mutuas sobre el aprovechamiento del agua y de los pastos sobre ambas vertientes del Pirineo. Si bien, hoy ambas vertientes pertenecen a países distintos Francia y España antiguamente el País Vasco compuesto por siete provincias como hemos relatado era un solo territorio sin solución de continuidad.

En realidad, existen distintas versiones sobre el origen de esta costumbre tan antigua como tradicional, una de las cuales se remonta al siglo XIV, hacia el año 1345 en que roncaleses y bearneses se enfrentaron en una sangrienta disputa originada, como hemos dicho, por la posesión de aguas y pastos de veranada en las cumbres del Pirineo. En aquella época los pastos comunes eran utilizados de uno y otro lado, por acuerdos que hemos descrito antes.

A estos pastos comunes de las altas cumbres concurrían los pastores llevando las ovejas en majadas que sumaban muchos miles y que permanecían durante los meses de temperatura adecuada por la excelencia de los pastos crecidos desde la primavera por la gran humedad que dejaba la nieve al derretirse pasado el invierno. Hacia los primeros días del otoño regresaban a las tierras bajas para pasar el invierno, la “invernadas”, donde el clima era mas benigno.

Como hemos señalado, roncaleses y bearneses se entablaron en un conflicto tan grande que dio lugar a la intervención de CARLOS II de Navarra y de GASTÓN. Duque de Bearn, quienes mediaron para conseguir la paz estableciendo un calendario de uso alternativo de los pastos, pero, además del acuerdo surgió una especie de compensación permanente y anual que establecía: *“Pronunciamos et mandamos por sentencia que los dichos baretones den et paguen por cada un anno perpetuamente, de aquí en adelante, las dichas tres vacas sines mácula”*. Esta sentencia fue cumplida y se sigue cumpliendo desde hace más de 600 años.

Está documentado que se ha cumplido a pesar de algunos conflictos o hechos de fuerza mayor como la guerra de la Convención entre Francia y España en 1794 y las invasiones de los alemanes durante la segunda guerra mundial, que ocuparon el País Vasco continental declarando la zona fronteriza con España como prohibida en 1944. Algunos autores vascos como Koldo

San Sebastián, sostiene que los bearneses insistieron posteriormente en reponer las vacas no entregadas en los periodos señalados.

La ceremonia se realiza el día señalado a las 12 horas con la presencia de los alcaldes de ambos valles “vestidos a la antigua usanza, sombrero, capote, y valona”. Todo el ceremonial tiene un protocolo que no ha variado a través de los siglos, en el dicho mojón fronterizo de la Piedra de San Martín. Estas piedras o mugarris eran colocadas por los montañeses bajo la advocación de San Martín, patrono de Francia en los “puertos” ó pasos divisorios que servían de camino habitual y que luego muchos de ellos sirvieron de referencia para el amojonamiento del límite internacional como nuestro mojón N°262 , que nos ocupa.



Luego de la ceremonia de entrega de las tres vacas, que deben estar en las condiciones exigidas de salud y estado, y ser “del mismo pelaje, dentaje, y cornaje”, que verifica un veterinario, se sirve un almuerzo típico y una fiesta tradicional en el mismo lugar, al aire libre, en plena montaña a 1760 metros de altura. Menos mal que en Europa el mes de julio registra generalmente las mayores temperaturas del verano. Terminada esta Fiesta de la Paz, los roncaleses bajan al valle con sus vacas que distribuyen entre dos ó tres comunas. Será que en lo que lleva esta tradición, los roncaleses ya han recibido más de 1800 vacas.

Severiano Gustavo Bartaburu. Extractado de su libro: “A mis Nietos”, Con motivo de identificar geográficamente el origen de sus ancestros.

Formación Académica del Agrimensor

A modo de introducción

A solicitud de la Comisión Organizadora de estas tradicionales Jornadas someteré a consideración de ustedes estas reflexiones que pertenecen a un trabajo original presentado en las JORNADAS DE CARTOGRAFIA organizadas por el Centro Argentino de Cartografía y el Colegio de Agrimensores de la Provincia de Córdoba y realizadas a fines del año pasado en la Ciudad de Villa Carlos Paz'.

Es una satisfacción reconocer la invaluable participación en tal trabajo de la Ingeniera Agrimensora GRACIELA LOYACONO, integrante de la Cátedra de Cartografía en la Universidad Nacional de Córdoba, que con su entusiasmo de siempre sigue siendo motor de muchos eventos de Agrimensura.

Agradezco esta invitación que nos alienta a continuar brindando, aunque sea pequeños aportes, y nos incentiva a dejar atrás tantos años de actividad en esta apasionante tarea docente y profesional en el campo de la Agrimensura.

Severiano Gustavo Bartaburu - Año 2003

Interés público de la cartografía

Resumen

El objetivo primordial de este trabajo es poner a consideración algunas reflexiones que pudieran contribuir a una mejor comprensión de las razones que justifican determinadas actividades profesionales reservadas al título de INGENIERO AGRIMENSOR en el área de la GEOMETRÍA TERRITO-

RIAL, que involucra tareas Cartográficas y Geodésicas, según los contenidos detallados en la reciente Resolución N° 1054 del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, de fecha 24 de octubre de 2002.

La Geometría Territorial merece una renovada atención frente al formidable desarrollo tecnológico, del que podemos servirnos y gracias al cual el ejercicio profesional de Agrimensor ha experimentado un cambio substancial, ganando en exactitud, tiempo y costo. Es entonces el momento de utilizar estas ventajas en el marco de los principios básicos que maneja la Agrimensura para la organización del territorio, cuyos fundamentos jurídicos y conceptuales no han cambiado.

Sobre las finalidades específicas de la Cartografía y la Geodesia, se hacen algunas referencias en el trabajo. No obstante, ambas ciencias pertenecen a la Geometría Territorial y ésta es fundamental en la Aplicación Territorial del Derecho, como en el Catastro Territorial, ya que siempre será el marco geométrico de referencia, imprescindible al momento de la localización y fijación de los límites territoriales. Actividad ésta de gran incidencia en el desarrollo de nuestra sociedad y en la vida profesional de los Agrimensores, que seguramente exige la mayor parte de sus inquietudes académicas.

La flamante Resolución N° 1054 del Ministerio de Educación .Ciencia y Tecnología de la Nación complementaria y regulatoria del Art. 43 de la Ley de Educación Superior N° 24521, declara incluido en los alcances del Art. 43, al título de INGENIERO AGRIMENSOR cuyo ejercicio COMPROMETE EL INTERES PUBLICO, fijando las ACTIVIDADES PROFESIONALES RESERVADAS AL MISMO.

Si bien la descripción de tales actividades no difiere de la establecida originalmente por la Resolución N° 1056/95, del mismo Ministerio, fijando los alcances para el título otorgado por la Universidad Nacional de Córdoba, nos parece mejor ordenado e esos planes de estudio ,así como en el de esta Universidad Nacional de Catamarca y en otras, conforme a las áreas de formación académica y profesional, a partir de las cuales se tratará de fundamentar razones por las cuales la CARTOGRAFIA y la GEODESIA COMPROMETEN EL INTERES PUBLICO.

Formación académica del agrimensor

La Universidad Nacional de Córdoba y esta Universidad Nacional de Catamarca tienen sendos Planes de Estudio de Agrimensura cuya estructura

académica responde a las Exigencias de la Ley de Educación Superior N° 24521 y los Decretos y Resoluciones Ministeriales.

En ambos Planes de Estudios, los alcances de títulos se encuadran en las actividades académicas para las cuales tiene competencia el egresado, en concordancia con el perfil profesional propuesto y los contenidos curriculares aprobados.

Estas actividades corresponden a dos áreas básicas y sus respectivas subáreas según el siguiente esquema:

A) ÁREA DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

1. Aplicación Territorial del Derecho.
2. Catastro Territorial.

B) AREA DE LA GEOMETRÍA TERRITORIAL

1. Cartografía Topográfica (base).
2. Cartografía Temática (derivada).
3. Geodesia y Mediciones Especiales.

Nos vamos a referir, en esta oportunidad, sólo al Área B) de la Geometría Territorial, en virtud del objetivo elegido para este trabajo, según se ha expuesto al principio.

La fundamentación del Plan de Estudios del '89 fue elaborada por el Prof. Consulto Tito Livio Racagni que en su Introducción expresa: “Difícil es concebir la vida del hombre, tal como hoy la conocemos, sin aceptar de antemano la existencia eminente de tres grandes entidades:

- 1° Un gran soporte: EL TERRITORIO.
- 2° La Población humana.
- 3° Un sistema de vida que elabora la cultura de cada pueblo “Dirigimos nuestras reflexiones a la presencia permanente de estos tres grandes elementos constitutivos de un Estado, sin los cuales es inadmisibles la razón de las instituciones. La finalidad de una vida superior determina que todo el pensamiento examine la sede del hombre, su propio ser y las relaciones con sus semejantes. Por esto ha creado el orden científico y el orden social.”

“¿Hacia dónde se dirige primariamente el interés de los Agrimensores? Se dirige inequívocamente al TERRITORIO. No porque sea de su propio y particular interés, sino porque lo es de todos los habitantes de una Nación,

porque en ella se vive y conforme al sentido ético de que, como por ella se vive, para ella ha de vivirse”.

La enorme extensión de nuestro territorio se destaca por contener valiosos recursos naturales, algunos de los cuales han sido irresponsablemente subvalorados, dilapidados ó entregados hasta colocarnos en una increíble situación de marginalidad entre los países del mundo, con deterioro real de nuestra propia soberanía. Felizmente, todavía conservamos dos preciados y abundantes patrimonios, sensibles a nuestra profesión: la tierra y el agua dulce. Es de esperar que seamos capaces de defenderlos de la ambición de propios u extraños.

Para ello, es necesario el conocimiento preciso en ubicación, cantidad y calidad para evaluar, realmente, la potencialidad de tales atributos territoriales.

LA CARTA TOPOGRÁFICA y sus cartas derivadas son capaces de proporcionarnos rápidamente, la información como se pretende, porque a partir de ella es posible observar en su conjunto ó en detalle EL TERRITORIO.

¿Qué debemos entender por TERRITORIO?

El Profesor Agrimensor Bernardo Luis Toledo, de la Universidad de Santiago del Estero, en su libro “Tratado de Catastro Territorial”, al desarrollar el concepto de territorio, expresa: “El territorio es una porción delimitada del espacio terrestre sobre el que se tiene la voluntad de apropiación por parte de una persona o una comunidad. Ello implica necesariamente, la existencia de límites territoriales”. “Corresponde a la Agrimensura, entre otras cosas, realizar el análisis, estudio, determinación y representación de los territorios en sus diferentes niveles. En síntesis, el objeto de estudio de la Agrimensura es EL TERRITORIO, con todos los elementos que lo constituyen y definen”.

En opinión del mismo autor, los territorios no son elementos estáticos porque están vinculados a la voluntad humana que es cambiante y por lo tanto, esta voluntad genera permanentes cambios y situaciones que se adaptan para promover la organización social del espacio.

Esta realidad dinámica de cambio exige el conocimiento permanente del territorio y es precisamente la Cartografía la encargada de transmitir el conocimiento necesario, actuando como un verdadero sistema de información territorial.

Lamentablemente, en nuestro país, como en otros de Sudamérica, se ha descuidado el territorio en general; bastante más del 90% de la población vive en centros urbanos y por lo tanto nuestras ciudades siguen cre-

ciendo descontroladamente, registrándose alarmantes concentraciones humanas con tendencia a verdaderos desastres sociales de marginalidad, pobreza y delincuencia.

Situaciones como ésta resultan el producto de la imprevisión originada en el desconocimiento del territorio que impide su desarrollo y por cierto, en las tendencias demográficas, totalmente previsibles cuando se dispone de la anticipada información localizada a través de documentos cartográficos.

No obstante, consumado el fenómeno demográfico de la aglomeración poblacional en determinados sectores llamados despectivamente “Villas Miseria”, viene la imperiosa necesidad de proveer los servicios básicos a que esos habitantes tienen derecho contemplado en nuestra Constitución Nacional. En estos tiempos se está discutiendo en distintos países en desarrollo, y naturalmente en el nuestro también, si deben urbanizarse estos asentamientos donde están, o si tienen que ser trasladados. En cualquier caso, sin la información cartográfica básica, la temática y los datos complementarios, ninguna planificación ni desarrollo será posible.

Cartografía topográfica

Carta Básica

El Profesor Salichtchev, en su obra “Introducción a la Cartografía”, define así a la Carta: “Representación reducida, generalizada, matemáticamente precisa de la superficie terrestre sobre un plano mostrando la situación, la distribución y las relaciones de diversos fenómenos naturales y sociales, elegidos y definidos en función de la finalidad de cada Carta”.

“La Carta permite igualmente mostrar las variaciones y los desarrollos de los fenómenos en el tiempo así como sus factores de movimiento y de desplazamiento en el espacio”.

Naturalmente, la revolución tecnológica de nuestros días, amerita reconsiderar esta definición en algunos aspectos puntuales, más que en su concepción general, que sigue siendo válida y probablemente lo será por mucho tiempo.

Los espectaculares cambios en materia de toma de datos y la enorme cantidad de información y luego la información de la información (metadatos), nos ha introducido inexorablemente, en los sistemas de información geográfi-

ca, cuyo objetivo es el mismo perseguido por los métodos cartográficos convencionales, es decir, facilitar el conocimiento de los fenómenos espaciales, agregando el análisis ágil de la información.

Podría argumentarse que, con obtener fotografías aéreas o imágenes satelitales del territorio estaría solucionado el problema de la información geográfica que se procura. No es así, porque la fotografía registra fielmente todo detalle sobre la superficie del territorio, a veces debajo de la superficie por interpretación, o el fondo de aguas claras, siempre que la escala lo permita o la calidad de la emulsión fotográfica lo registre o la definición de las actuales cámaras digitales.

Los técnicos de estas disciplinas sabemos que la fotografía registra todo el detalle visible sea o no importante, y no puede informar sobre hechos inmateriales producidos por el hombre, como límites, toponimia, delineado de las curvas de altura, etc.

La Carta Topográfica en cambio, utiliza figuraciones simbólicas y convencionales, que representan hechos concretos o abstractos seleccionados y generalizados en orden a su importancia para el usuario del documento.

Es por esta razón que la carta es mucho más que una imagen visual o fotográfica de una región determinada, ya que constituye el medio más eficaz para comprender, analizar, comparar y medir con exactitud gráfica, compatible con su escala, las relaciones espaciales que existen realmente entre los diferentes fenómenos localizados en el campo geográfico representado.

La finalidad de la Carta Topográfica surge de su propia denominación ya que tiene el sentido preciso de la representación detallada y exacta, conforme a su escala, de los accidentes del terreno y de los elementos discretos que en él se encuentran en forma permanente, documentando su identidad, posición, y límites; de manera tal que hagan posible dimensionar las formas del terreno y “obtener una descripción simbólica de las particularidades naturales y artificiales que den motivo a una descripción correcta del territorio cartografiado.

El Dr. Guillermo Schulz, que fuera distinguido profesor de Geodesia de la Universidad Nacional de Tucumán, en una publicación del Instituto de Geodesia y Cartografía de Frankfurt decía, entre otros conceptos: “El desarrollo racional de un país exige un Plan de Acción bien meditado, firmemente establecido y consecuentemente ejecutado. Lógicamente es previo, para elaborarlo, el conocimiento total y seguro del territorio que ocupa y de lo que se tiene en el suelo y debajo de él. Aunque sólo tuviese la extensión de una hacienda, siempre será necesario un plano para administrarla bien. Con el aumentó de la superficie crece la necesidad de información gráfica y, cuando

se trata de desarrollar países de la extensión de los estados centro y sudamericanos, resulta imprescindible la existencia de una carta topográfica, levantada y fidedigna. Sobre cuya imagen pueden entenderse y expresarse, en colaboración, las diversas especialidades que deben intervenir en la planificación del país: la geología, la hidrología, la agrología, la silvicultura, la técnica, la administración, la política demográfica, etc. La Carta Topográfica hecha después de grandes y costosas obras, sólo sirve para discutir los errores cometidos, los recursos mal gastados y los daños causados”.

Estos conceptos respaldados por la altura científica de quien los sostuviera durante su vida, nos anima a reafirmar que la finalidad de la Carta Topográfica es de aplicación técnico-informativa y resulta absolutamente imprescindible en todo estudio de factibilidad, proyecto y ejecución de la obra pública, como caminos, canales, redes eléctricas, embalses, navegación, seguridad, defensa, etc. Sin la presencia de este documento de información territorial cualquier planificación del desarrollo sustentable puede convertirse en una aventura de riesgo para la seguridad y de enorme costo para el erario público con efectos irrecuperables para el Estado y consecuentemente hacia las personas.

Improvisar en la siempre complicada tarea de gobierno es poco menos que arrojar al vacío, pero lo que es peor, genera consecuencias de fuerte impacto negativo para el futuro. Esto no es nuevo para nosotros, porque un error por desconocimiento, más otro por falta de información, más otros por mala fe, han contribuido a descuidar hasta el sentido común, colocándonos donde estamos: EN NINGUNA PARTE!!!

Puede decirse que las primeras cartas topográficas aparecieron en el siglo XVIII al hacer las delimitaciones entre las naciones en guerra. En esa época, las guerras eran continuas y de gran envergadura y los movimientos de tropas debían ser planeados con gran anticipación y perfectamente coordinados, lo que no era posible sin la existencia de cartas.

Siendo los ejércitos los responsables de la confección de estas cartas militares, era natural que los Servicios Geográficos Nacionales fueran organizados y dependieran de las Fuerzas Armadas.

En la actualidad, casi todos los países del mundo tienen sus Servicios Geográficos, muchos de los cuales ya no están en esferas militares. Eso es natural, porque aún cuando las primeras cartas topográficas estaban destinadas a usos puramente militares, pronto fueron utilizadas en otras aplicaciones como se los utiliza actualmente, incluyendo cuanto se refiere a la seguridad nacional y al control de la soberanía territorial.

La Carta Topográfica regular de la República Argentina se ejecuta, como sabemos, por el Instituto Geográfico Militar en cumplimiento de la Ley de La

Carta Nro. 12696, y compromete de hecho el interés público, porque constituye la base geométrica e informativa para todo tipo de obra pública y a partir de que se generará el desarrollo territorial.

Pero también es necesario destacar la importancia de esta carta en la defensa nacional y en el control territorial de nuestra soberanía, permitiendo documentar las alternativas político-administrativas que sirvieron para discutir nuestros límites y que la historia podrá juzgar finalmente.

El Profesor Emérito de la Universidad Nacional de Córdoba, Víctor Hansjurgen Haar, publicó un artículo en el Nro. 18 de la revista Agrimensura de la Federación Argentina de Agrimensores sobre la internacionalización del Lago Argentino y la posibilidad de derivar sus aguas al Pacífico, como consecuencia de la nueva traza del límite argentino-chileno acordado el 16 de diciembre de 1999. Más allá de la polémica que generó en su oportunidad esta investigación y de la que se podrá generar en el devenir histórico de nuestra soberanía territorial, el elemento informativo fundamental proviene de la Carta Topográfica del territorio en cuestión, sin cuya presencia difícilmente puedan demostrarse las circunstancias denunciadas.

Cartografía temática

Cartas Derivadas

La Carta Topográfica es la CARTA BÁSICA, la que cuidadosamente preparada y debidamente actualizada permite la obtención de cualquier otra carta, particularmente cuando la información se encuentra almacenada en un adecuado sistema de información electrónico.

Estas Cartas Derivadas constituyen las CARTAS TEMÁTICAS, de aplicación específica en la solución de diversos problemas y en la planificación de enorme cantidad de actividades muchas de las cuales, con seguridad, comprometen al interés público.

Las Cartas Temáticas contienen información cualitativa o cuantitativa de distintos fenómenos que caracterizan o se producen en el espacio geográfico a que se refieren. Como por ejemplo, cartas de suelos, forestales, mapas estadísticos, etc. que por lo general proporcionan la información fundamental para la planificación del desarrollo territorial.

Por lo tanto, Cartas Temáticas determinadas deberían formar parte de cualquier Plan de Gobierno y en consecuencia, comprometen al interés público.

Al respecto, el ingeniero Julio J. Ronchetti, miembro de número de la Academia Nacional de Geografía, en la introducción a su conferencia, en mayo de 1988, dijo: “Está de manifiesto que la creciente demanda de cartografía temática, es la resultante de la preocupación de los Estados por estructurar sus planes de expansión y desarrollo, de manera que cumplan con la finalidad de crear condiciones propicias para lograr un mejor standard de vida de la colectividad.”

“... La tierra, escenario en donde las agrupaciones humanas desarrollan sus quehaceres, es donde el hombre espera con fe las seguridades que ha de brindarle el futuro, para lo cual la investigación cualitativa de los recursos naturales, el inventario cuantitativo del patrimonio específico y el catastro analítico de las riquezas naturales de nuestro planeta, constituyen etapas en la determinación del potencial de cada región con el mayor rigor científico.”... “Siendo que un tema específico desarrollado en una cartografía brinda la información suficiente sobre un fenómeno, ello hará posible que los arquitectos de la estructura económica de los estados, determinen con acierto las metas de los polos del desarrollo”.

Sería muy extenso referirnos a continuación a la gran cantidad de aplicaciones de la Cartografía Temática en los campos de distintas ciencias, por lo que sólo nos detendremos un instante en la educación formal de los ciclos de Educación General Básica y de Especialización. Allí se utilizan las cartas y mapas murales para la enseñanza, no sólo de la geografía y la historia, sino también de las ciencias sociales, ciencias naturales y otros.

La exigencia de una información fidedigna y exacta del mapa, es primordial porque compromete al interés público a través de la formación educacional de las personas.

No podemos dejar de poner énfasis en la evolución de los métodos geodésicos de situación terrestre o de los procesos electrónicos de elaboración del producto cartográfico, más allá de las discusiones técnicas que generan algunas preguntas como: ¿Haremos cartas en formato papel en el futuro? ¿Se impondrán solamente las imágenes numéricas? ¿Las cartas impresas en el futuro serán sólo uno de los productos cartográficos? ¿Necesitaremos definir nuevamente qué se considera un producto cartográfico?

Sin lugar a dudas asistimos a un momento único en la historia de la cartografía porque estamos en presencia de la evolución más compleja y rápida que se haya producido jamás en este campo de la ciencia, lo que coloca a la Agrimensura, en particular, en una situación tan alentadora como apasionante.

De cualquier forma, los beneficios del conocimiento territorial por la información cartográfica son los mismos, sólo que cada vez más completos, tanto en su aspecto cualitativo como cuantitativo y sobre todo, en tiempos increíblemente más reducidos.

Y es precisamente, el aspecto a considerar en orden al beneficio colectivo de esta información, que en muchos aspectos compromete al interés público y en el que insistiremos más adelante.

Geodesia y mediciones especiales

Los trabajos geodésicos, aportan el marco referencial imprescindible para el ajuste geométrico de toda buena cartografía topográfica y, a partir de ésta, la cartografía temática.

La georreferenciación indicada es cada vez más exigente a partir de los requerimientos tan variados que pretenden los usuarios de la cartografía moderna.

Estas exigencias pueden satisfacerse hoy ampliamente por el increíble progreso de las actividades geotopocartográficas y satelitales, que promueven en forma permanente la reactivación y actualización de la geodesia espacial, de la cartografía automatizada, de los modelos digitales, de los sistemas de información geográfica en soportes digitales, etc.

En consecuencia, si la Carta Topográfica de la República Argentina, que elabora el Instituto Geográfico Militar, es una obra que compromete el interés público, por sus efectos en el desarrollo territorial, también comprometen igual interés las tareas geodésicas necesarias que realiza o contrata, por cuanto, como se ha expresado, constituyen el marco referencial imprescindible.

Este mismo concepto corresponde a los trabajos realizados por particulares por cuenta y orden del Estado sea Nacional, Provincial o Municipal, cuando son de interés público ya sea para la confección del Catastro Territorial, de la planificación de la obra pública o de la información geográfica con fines gubernamentales.

Las tareas geodésico-topográficas, como se ha expresado, comprenden distintas etapas que no es el momento de detallar. Sin embargo una de esas tareas aisladas no tiene sentido en su aplicación práctica, salvo con fines puramente académicos. El conjunto de operaciones es lo que debe considerarse, aplicado a la finalidad específica de servir de apoyo a la Cartografía luego, indiscutiblemente forma parte de ella.

La Geodesia cumple también otros objetivos como los estudios vinculados con los movimientos externos e internos de la tierra, proporcionando información respecto de desplazamientos y deformaciones de su corteza, fallas y otros fenómenos que podrían proporcionar previsiones sobre terremotos, erupciones volcánicas y otros aspectos catastróficos, que permitirían tomar las medidas de seguridad anticipadas evitando cuantiosas pérdidas de vidas y de bienes que comprometen naturalmente al interés público.

Las Mediciones Especiales, muchas de las cuales podríamos encuadrar en la Microgeodesia, se relacionan con determinaciones planialtimétricas de alta precisión para tareas específicas como el control del comportamiento elástico de grandes estructuras como diques, puentes, etc. No cabe duda alguna que una tarea de esta naturaleza puede acusar fenómenos que atenten contra la estabilidad de esas estructuras y por lo tanto, comprometen a la seguridad y al interés público.

La geodesia satelital, es un auxiliar formidable de las nuevas tecnologías aplicadas a la navegación generando el marco referencial y la posición exacta de la llamada cartografía electrónica a presentarse en pantallas de computadoras especiales o portátiles. Estos sistemas son capaces de mostrar con exactitud y belleza, no sólo la posición de la nave que los transporta, sino que también permiten manejar con seguridad una gran red de situaciones aún en movimiento. Estas nuevas tecnologías han revolucionado el campo de la seguridad en la navegación de cualquier tipo, en la celeridad y precisión de la acción de las fuerzas de seguridad, en la prevención de accidentes de tránsito, incendios, inundaciones, etc. comprometiéndolo, por tanto, el interés público.

Conclusiones

Como establecimos al principio, el objetivo primordial de las reflexiones que anteceden, pretende contribuir a la mejor interpretación de las actividades profesionales reservadas al título de Ingeniero Agrimensor en su conjunto, sin

que se destaque ninguna en particular porque la formación académica que las acredita, es absolutamente equilibrada.

En tal sentido, hemos procurado tratar, por ahora, solamente algunos aspectos de actividades comprendidas en el área de la Geometría Territorial, reservando para otra oportunidad aspectos del Ordenamiento Territorial, sobre el que debemos reconocer numerosas y excelentes publicaciones producidas por distinguidos colegas que, seguramente lo seguirán haciendo, con vistas a divulgar la importante función que cumple la Agrimensura en ambas áreas del conocimiento en beneficio del progreso y la paz social.

Finalmente, al destacar la importancia del área tratada, que por sus efectos en las organizaciones nacionales, compromete de lleno el interés público, proponemos aclarar que:

1. LA CARTOGRAFÍA Y LA GEODESIA AYUDAN A LA EVOLUCIÓN DEL MUNDO, POR LO TANTO, AFECTA AL INTERÉS PÚBLICO.
2. RENOVAR UNA VEZ MÁS EL ANTIGUO AXIOMA DE NUESTRO INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR: “SIN CARTOGRAFÍA NO HAY PLANIFICACIÓN - SIN PLANIFICACIÓN NO HAY DESARROLLO”

La Ética del Agrimensor

a. Introducción

El motivo que nos convoca es tratar algunos aspectos de la ETICA DEL AGRIMENSOR, no sin antes referirnos a la ETICA como principio moral de carácter general presente en todos los actos de la vida.

Debemos aceptar que LA ETICA se fundamenta en la moral y las buenas costumbres necesariamente presentes a lo largo de la vida del hombre. Lamentablemente, su vigencia se vulnera permanentemente en muchos ámbitos de nuestra sociedad actual. Prueba de ello dan los titulares de los medios de comunicación que ya nos tienen acostumbrados a expresiones como; coima, comisión, retorno, soborno, etc.

Vamos a excluirnos de abrir juicio sobre este periodo de la moral pública para no atentar contra nuestra formación cultural, ni producir desaliento en nuestros jóvenes que deben afrontar con entusiasmo las alternativas de su propio futuro.

Con todo, el principio filosófico de ETICA existe y no cambiará porque está consolidado en las relaciones humanas y sobre todo porque forma parte de la conciencia de cada uno, de la que no es posible prescindir.

Por siglos, la definición de ETICA ha sido motivo de preocupación de filósofos y pensadores que nos han transmitido en diversas etapas de la historia, orientaciones y conceptos distintos y a veces contrapuestos.

Esto es así, porque desde los orígenes de la ETICA OCCIDENTAL, hacia el siglo IV a.C. en Grecia, hubo doble orientación en el conjunto del conocimiento: Los conocimientos teóricos, por un lado, preocupados por averiguar qué son las cosas, sin expresar interés explícito por la acción. Y los conoci-

mientos prácticos, orientados a saber qué se debe hacer y como debemos encaminar nuestra conducta. En estos últimos conocimientos se encuadra la ETICA que nos ocupa.

b. Síntesis histórica

Las primeras reflexiones filosóficas de ETICA en occidente se atribuyen a DEMOCRITO, filósofo griego (460-370 a.C), quien dio origen al Intelectualismo Ético, orientación que también adoptaron PLATON Y ARISTOTELES.

A modo de curiosidad, comentaremos que Demócrito de Abdera sintetizó el atomismo, es decir concibió la primera expresión mecanicista del universo, (siglo IV a.C), concepción relacionada con los átomos, el movimiento y el espacio vacío. Para Demócrito los átomos eran “corpúsculos invisibles por su pequeñez, indivisibles y en movimiento eterno en impulso circular que llamó torbellino”. Fueron necesarios muchos siglos posteriores para que algunos físicos como DALTON establecieran una teoría para demostrar que los átomos son indivisibles por reacciones químicas pero pueden fragmentarse por reacciones nucleares. Lamentablemente la teoría nuclear del último medio siglo ha generado aplicaciones que no son precisamente éticas.

SOCRATES, filósofo griego (470-399 a.C) continuó con el intelectualismo ético, buscando la esencia de las virtudes y del saber. Sócrates era un sabio realmente interesado en la moral que a pesar de no dejar obras escritas pudo transmitir a sus discípulos Platón, Aristóteles y otros los fundamentos de sus conceptos filosóficos sobre ETICA.

PLATON (428-347a.C), resume todo el conocimiento de la época en Grecia. En su primera época desarrolló el intelectualismo ético, principios que fueron adoptados por otros filósofos contemporáneos.

ARISTOTELES (384-322 a.C) dio lugar a una nueva teoría ética con orientación religiosa, como la de Platón. Sus tres obras sobre este tema fueron: “ETICA A EUDEMO”, “ETICA A NICOMACO”, y LA GRAN MORAL”. Aristóteles clasifica distintas formas del bien y estudia la percepción de las virtudes sociales. Realmente ingresa en la ETICA, consciente de la compleja temática moral. Fundador del LICEO, el centro educativo más importante de Grecia, donde por primera vez se dictó la ETICA como materia. Allí se marcaron los lineamientos que seguiría el saber durante dieciocho siglos después de la muerte de Aristóteles (322 a.C).

A partir de Aristóteles las distintas escuelas filosóficas otorgan preferente atención a la ETICA con diversas teorías como el hedonismo; el utilitarismo; el evolucionismo etc., tendencias que no pretendemos describir. Solo diremos que todas se dedicaron a escrutar los fundamentos de la vida moral desde el punto de vista filosófico.

Según José Ferrater Mora “Diccionario de la Filosofía”: También fue común en tales escuelas el manifestarlos dos siguientes rasgos: Primero el de considerar a la ETICA como Ética de los Bienes, es decir, el establecer una jerarquía de bienes concretos hacia los cuales aspira el hombre y por los cuales se mide la moralidad de sus actos. Segundo, el buscar solo la tranquilidad de ánimo.

Con el advenimiento del CRISTIANISMO la difusión de la concepción Teológica dominó el panorama de la Filosofía Moral que duró hasta el Renacimiento. Consecuentemente, hubo modificaciones en muchas de las teorías existentes respecto del concepto de ETICA. En efecto, los pensadores cristianos adoptaron, en principio, doble actitud frente a la ETICA: por un lado, supeditaron lo ético a lo religioso, es decir fundamentaron en Dios todos los principios morales; y por otro lado, aprovecharon muchas ideas de ETICA provenientes de los filósofos griegos.

La Historia de la Ética, por llamarlo así con alguna irreverencia de mi parte, se complica todavía a partir del RENACIMIENTO (1450-1570), en que además de rescatarse las teorías clásicas, surgen nuevos conceptos de ETICA basados en reflexiones solamente relacionadas con el hombre y que influyen en filósofos posteriores como el inglés HOBBS (1588-1679), el holandés SPINOZA (1632-1677) y otros.

El concepto de ETICA tiene un cambio fundamental en la filosofía de KANT (1724-1804) que introduce los conceptos de BUENA VOLUNTAD, CONCIENCIA MORAL y DEBER con la correspondiente influencia en pensadores posteriores. La Filosofía de Evolución continua de Kant lo lleva a preocuparse de las condiciones de la moralidad, así como de las ideas trascendentales del alma, mundo, Dios, que son tratadas en su obra “FUNDAMENTACION DE LA METAFISICA DE LAS COSTUMBRES” (1785).

Otros filósofos como NIETZSCHE (1844-1900) fue uno de los filósofos que más ha influido en lo pensadores modernos. Fue un crítico implacable pero imparcial de la moral y la religión de sus antecesores (ejemplo a Sócrates en su libro “El ocaso de los Ídolos” Su obra de moral “Mas allá del Bien y del Mal”).

MAX SCHELLER (1874-1928) se opuso tenazmente a los principios de Kant.

Desde allí hasta nuestros días, solo diremos que para los pensadores modernos resulta fundamental la cuestión del origen de las ideas morales.

Ferrater Mora, a quien ya hemos citado, al referirse a la búsqueda de estos orígenes dice: “Algunos encontraron estos orígenes en ciertas facultades innatas del hombre, ya sea de carácter intelectual o bien de carácter emotivo; otros buscaron las bases de la ETICA en una intuición especial, o en el sentido común, o en la simpatía, o en la utilidad tanto individual como social; otros llamaron la atención sobre el papel que desempeña la sociedad en la formación de los conceptos éticos; otros, finalmente, insistieron en que el fundamento último de la ética sigue siendo la creencia religiosa o la dogmática religiosa.”

Los autores modernos han concentrado su atención en la ETICA APLICADA a distintos aspectos de la actividad humana. Pueden citarse, entre otras, las siguientes publicaciones: “LA ETICA DE LA EMPRESA” de Adela Cortina; ETICA PARA EMPRESARIOS Y DIRECTIVOS de J. L. Fernández; ETICA DE LA JUSTICIA de García Marzá ; ETICA DE LOS NEGOCIOS de Gelinier; ETICA DE LAS PROFESIONES de A. Hortal, etc., etc. Es decir obras pertenecientes al campo de la DEONTOLOGIA, entendiendo por tal: al “Estudio de las reglas morales fundamentales que rigen un determinado campo de actividades precisas”

c. Etica de las profesiones

Para entrar en el campo específico de aplicación ética a una profesión ó DEONTOLOGÍA, es prudente considerar antes algunos aspectos conceptuales que pueden resultar de aplicación práctica aun cuando se trate de principios filosóficos que pertenecen al campo subjetivo, precisamente distinto a nuestra formación profesional.

Adela Cortina, autora española de varios libros sobre ETICA APLICADA, sostiene que: “La ética es un tipo de saber de los que pretende orientar la acción humana en un sentido racional” es decir que permite actuar racionalmente en el conjunto de la vida.

Para nosotros, LA ETICA es parte de la Filosofía que se ocupa del estudio de la MORAL. Por eso también recibe el nombre de FILOSOFIA MORAL y

tiene por objeto la descripción y reflexión relacionada con la moral de los actos humanos.

Se puede definir como MORAL a las costumbres o normas de conducta apreciadas por la conciencia y no por los sentidos que conciernen al respeto humano o fuero interno y no al orden jurídico. Es una ciencia que incumbe a las acciones humanas en orden a su bondad o malicia como conjunto de facultades del espíritu y que en el orden práctico responde a un CONJUNTO DE NORMAS PRACTICAS DE CONDUCTA.

Aplicados estos conceptos a una actividad determinada, como la empresarial, la docente o la profesional, deberíamos tener en cuenta que la tarea de la ETICA APLICADA exige averiguar cuales son los bienes internos que cada actividad debe proporcionar a la sociedad; qué metas debe perseguir y cuales son los valores y hábitos que necesitan incorporar para alcanzar esas metas. Por lo tanto, la fundamentación filosófica que corresponda, debe proporcionar el criterio racional adecuado, teniendo en cuenta la peculiaridad de la actividad que nos ocupa, en este caso LA AGRIMENSURA, cuya acción en la sociedad compromete al interés publico en orden a sus incumbencias profesionales.

d. Etica del agrimensor

Veamos entonces, cual es nuestro punto de vista respecto de esta aplicación de la ETICA a la AGRIMENSURA, partiendo de alguna manera, del pensamiento de KANT.

En tal sentido creemos que la ETICA DEL AGRIMENSOR debe cimentarse en los siguientes conceptos de la moral:

1. EL BIEN
2. EL DEBER
3. EL BUEN SENTIDO
4. LA CONCIENCIA MORAL

1. Las teorías filosóficas respecto de la definición de BIEN son variadas, Sin pretender entrar en ese campo, podríamos distinguir. El bien útil del bien deleitable o del bien moral, pero vamos a referirnos sólo a este último: EL BIEN MORAL cuyo antónimo es EL MAL o perjuicio hacia otros.

La primera acepción del Diccionario de la Lengua Española de Rodríguez Nava dice: “Aspiración de la voluntad. Concepto abstracto de la tendencia a realizar actos conforme con el desenvolvimiento moral del hombre y dignos de alabanzas”.

Según Francois Robert, el bien “es el valor fundamental de la moral. Cada moral determina la naturaleza del bien que busca y que constituye su ideal”.

Diremos finalmente, que EL BIEN ES EL OBJETO FORMAL DE LA ETICA.

2. EL DEBER: Según KANT, es un imperativo respecto a la obligación moral de responder a un compromiso adquirido con persona o con la sociedad. Deber y obligación suelen considerarse la misma cosa. Alguien debe algo cuando está obligado a hacer algo.

Según Ferrater Mora, que hemos citado anteriormente, “La noción general de DEBER comprende toda clase de deberes y por lo tanto, también el DEBER MORAL. Sin embargo se ha distinguido con frecuencia entre deberes y DEBER MORAL. Los deberes pueden especificarse de acuerdo con el objeto del deber: deberes para con Dios; la naturaleza; la profesión etc. Se supone, en cambio, que EL DEBER MORAL es absoluto y por lo tanto no puede especificarse: EL DEBER ES SIMPLEMENTE EL DEBER.

3. EL BUEN SENTIDO es la capacidad natural de apreciar debidamente las cosas de la vida. Esta capacidad es propia del hombre, le permite JUZGAR BIEN y distinguir lo verdadero de lo falso, aplicando el buen sentido o la razón. Santo Tomás sostiene que el principio intelectual es la forma propia del hombre.

Tener BUEN SENTIDO significa analizar y valorar adecuadamente las circunstancias de cada situación incluyendo el debido respeto hacia las personas involucradas. Precisamente la Obligación Ética de un profesional es asegurar el acierto de su determinación para no cometer el lamentable error que significaría desacreditar a un colega o a otra persona. El descrédito es un daño muy difícil de reparar.

4. LA CONCIENCIA MORAL en la opinión de KANT, “La conciencia Moral es la razón práctica que representa al hombre su deber”

Para la IGLESIA CATOLICA, “La conciencia Moral es un juicio de la razón por el que la persona humana reconoce la cualidad moral de un acto

concreto que piensa hacer, que está haciendo o que ha hecho.”, “El ser humano debe obedecer siempre el juicio cierto de su conciencia”.

Cualquier profesional, no solo EL AGRIMENSOR, está obligado a seguir fielmente lo que sabe que es justo y recto en todo cuanto dice y hace. Su propia dignidad debe exigirle rectitud de su CONCIENCIA MORAL. El dictamen prudente de la conciencia promueve la verdad sobre el bien moral y hace posible asumir la responsabilidad de los actos realizados.

Sobre estas cuatro bases morales ha de construirse LA ETICA DEL AGRIMENSOR cuyo ejercicio profesional estará siempre respaldado por su HONESTIDAD, hacia el mismo y hacia otros. SENECA en sus “EPISTOLAS MORALES A LUCILO” dice: “nada puede ser bueno si no es honesto y lo honesto es siempre bueno”.

e. Códigos de ética

Si bien, desde el punto de vista de la convivencia social, las relaciones humanas se regulan por NORMA MORALES que no tendrían sanción por pertenecer al fuero íntimo de las personas, en el campo más específico del ejercicio de las profesiones, estas reglas morales han sido englobadas en CODIGOS que finalmente tomaron forma jurídica integrando cuerpos legales que pertenecen a los COLEGIOS O CONSEJOS PROFESIONALES, incorporados o relacionados con sus leyes de creación a través de los TRIBUNALES DE DISCIPLINA.

Distintos aspectos contenidos en estos CODIGOS, como el de la Provincia de Buenos Aires para Agrimensores, así como su responsabilidad, civil, comercial o penal, han sido extensamente tratados por BIBILONI, CAROL y BUENO RUIZ en su libro “Agrimensura y Derecho” Edit. Fotoplatex 1972.

El llamado CODIGO DE ETICA Profesional para las profesiones de Agrimensura, Arquitectura e Ingeniería en el orden Nacional fue aprobado el 6 de abril de 1984 por Decreto N° 1099 del flamante Presidente constitucional. Esta desafortunada mezcla de profesiones absolutamente distintas, dio origen al fundado alegato del Prof. Agrim. Tito Livio Racagni, publicado en la revista CENSUS del Centro de Agrimensores de Córdoba.

Merece destacarse aquí el trabajo del Ing. Agrim. Carlos Feijoo Osorio, titulado “Los deberes éticos en las profesiones y en particular los Agrimensores”, publicado en el N° 17 (junio 1999), de la Revista Agrimensura de la

Federación Argentina de Agrimensores. Este trabajo contiene un pormenorizado análisis del DEBER DEL AGRIMENSOR a partir del tratado que sobre ETICA elaborara el Abogado y Agrimensor Alberto LLOVERAS que fuera nuestro Profesor de Agrimensura Legal, en su libro LA AGRIMENSUA publicado por la Universidad N. de Córdoba en 1952.

Los CODIGOS DE ETICA de distintas jurisdicciones tienen, en general, muchos aspectos similares. Por ejemplo contienen enumerados los deberes de hacer y de no hacer que son propios de la profesión del Agrimensor:

- Falta para la Profesión
- Falta para los Colegas
- Falta para los Comitentes

En mi opinión, se omite la FALTA PARA LA SOCIEDAD que debería considerarse en forma explícita y no supuesta o contenida, sobre todo cuando se trata de profesiones cuyas incumbencias COMPROMETEN AL INTERES PUBLICO como es el caso del AGRIMENSOR.

Algunos CODIGOS contienen NORMAS PROCESALES, que establecen el mecanismo administrativo para gestionar las denuncias de ETICA. Muchas veces estos procedimientos se superponen o entran en conflicto con las leyes de creación de los Consejos o Colegios complicando la sustanciación de los casos en trámites.

Algunas Normas Procesales admiten la denuncia verbal, sistema que no nos parece congruente con la trascendencia de un asunto de Ética donde se juega el prestigio de un colega. Por el contrario, toda denuncia de Ética debe efectuarse por escrito bajo la responsabilidad del denunciante, ya que no siempre podrá descartarse la posibilidad que una denuncia llegue a ser, en sí misma, una falta a la ética por razones que no es el momento analizar pero que podrían originarse en la competencia que impone el estado económico que nos toca vivir.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta es el que producen las nuevas modalidades del ejercicio profesional que imponen los grandes trabajos de Agrimensura, como LOS CATASTROS TERRITORIALES, LOS LEVANTAMIENTOS CARTOGRAFICOS, etc., para los cuales es necesario constituir sociedades a los fines de competir en los concursos ó licitaciones sea para el estudio y proyecto de los sistemas, el asesoramiento en la confección de bases y pliegos; en la ejecución práctica de los trabajos o en la inspección y control de calidad de los mismos.

f. Tribunales de disciplina

LOS TRIBUNALES DE DISCIPLINA están conformados por miembros titulares y suplentes que debieran tener no menos de 10 años de ejercicio profesional y acreditar una actuación relevante tanto profesional como ética que haga suponer el uso del buen sentido en sus decisiones.

Estas exigencias adquieren relevancia al momento de analizar la trascendencia y efectos morales de cualquier sanción a aplicar a un colega, considerando que los CODIGOS DE DISCIPLINA suelen tener dispositivos que autorizan a comunicar la sanción aplicada a Consejos o Colegios de otras jurisdicciones con lo que la trascendencia del hecho es indudable. Hemos sugerido antes, las ESTRUCTURAS MORALES que deberían sostener a la ETICA DEL AGRIMENSOR. Naturalmente, son aplicables a las condiciones que deben distinguir a los miembros de los TRIBUNALES DE DISCIPLINA; Dos de ellas tienen especial relevancia: EL BUEN SENTIDO y LA CONCIENCIA MORAL.

Ambos atributos constituyen la BASE DEL BUEN JUICIO en la resolución condenatoria o absolutoria.

La función de un jurado tiene dos aspectos fundamentales: EL CONCEPTO y EL JUICIO

Para llegar al CONCEPTO es necesario aplicar EL BUEN SENTIDO en el análisis intelectual de los antecedentes y de las pruebas del caso. Para lograr un JUICIO JUSTO es necesario respetar el dictado de la CONCIENCIA MORAL.

En el caso de los TRIBUNALES DE DISCIPLINA, el juicio individual que emita cada uno de sus integrantes respecto de la falta, o no de ETICA cometida por un colega, es el resultado de su facultad de juzgar amparado en su buen sentido y atendiendo al dictado de su conciencia moral

En el acto de juzgar estará ejerciendo el privilegio que le otorga la responsabilidad de arbitrar en la moral y en la dignidad de un colega.

g. Conclusión

Para concluir, trataré de reproducir conceptos de ALFREDO ORGAZ pertenecientes a su conferencia titulada MATERIA Y ESPIRITU DEL HOMBRE, que dictara en esta Ciudad de Catamarca en un mes de abril de hace 24 años.

Decía Orgaz, refiriéndose a expresiones de ALBERT EINSTEIN poco antes de su muerte: “El verdadero valor del hombre está, ante todo, en el grado de liberación alcanzado respecto de su propio yo”, es decir respecto a su propio interés, a su egoísmo personal. Estas sencillas palabras, dice Orgaz, advierten que la gran crisis de la civilización actual obedece a que la mayoría de los hombres y entre ellos, los que gobiernan el mundo en todos sus sectores, ha perdido el sentido de la vida y no acierta a reencontrarlo: lejos de liberarse de su yo egoísta, se aferra a él, sea al yo personal, sea al de su país, ó de su raza, sea al de su partido ó clase social.”

Procuremos LOS AGRIMENSORES, no quedar atrapados en tales categorías y podremos escapar de ello exigiéndonos actuar en el campo de nuestras incumbencias profesionales al amparo de la formación académica recibida que nos garantiza CIENCIA, IDONEIDAD y VOCACION DE SERVICIO, pero ello no es suficiente si no actuamos con DECORO, CON DECENCIA y con MODERACION que son las definiciones de HONESTIDAD para con nosotros mismos y para con los demás. Todo lo que significa simplemente ACTUAR CON ETICA dando actualidad al pensamiento de SENECA que a casi DOS MIL AÑOS parece dirigido a nuestra sociedad actual.

Catamarca, Abril 27 de 2001

La Carta Topográfica

Severiano Gustavo Bartaburu (edición 1994)

1. Introducción

Muchas publicaciones especializadas extranjeras suelen utilizar la denominación: “mapa topográfico” generalizando en tal expresión a las cartas topográficas y aún a algunos tipos de planos.

Sin embargo, es prudente establecer alguna diferenciación con el objeto de aclarar estos conceptos y encuadrar mejor el tema en el lenguaje a que estamos acostumbrados en nuestro país.

En nuestro concepto, es más amplio utilizar la expresión: CARTAS, porque su confección es el objeto final de la cartografía. Aceptamos que en los extremos de ese campo se encuentren los mapas propiamente dichos y algunos planos especiales.

Esto es válido si acordamos denominar MAPAS a las representaciones cartográficas de toda, o parte de la superficie terrestre en escala muy pequeñas contenida generalmente en una lámina. Planos, en cambio, son documentos gráfico-numéricos dibujados en escalas muy grandes, llamadas “escalas de detalle”, que representan extensiones muy reducidas en hojas aisladas.

El plano de mensura constituye un caso especial, por lo tanto no se encuadra dentro de este análisis, desde que es el documento gráfico que informa sobre “la operación de mensura compuesta por un conjunto de actos tendientes a identificar, determinar, medir, ubicar y documentar las cosas inmuebles y sus límites, conforme a las causas jurídicas que los organizan y relacionarlos con los signos de la posesión”.

El concepto utilizado, por lo tanto, se basa en un determinado tipo de clasificación de las Cartas teniendo en cuenta solamente la escala en que están

construidas, por lo que es necesario establecer esta clasificación como punto de partida para tratar el tema que nos ocupa.

El dominio de la cartografía es muy amplio, como se verá más adelante, y ello trae como consecuencia que para establecer una clasificación única de las Cartas deberían tenerse en cuenta una buena cantidad de aspectos que terminarían por generar una clasificación demasiado compleja cuya utilidad real puede resultar discutible.

En cuanto se refiere a la escala solamente, proponemos la siguiente clasificación que no debe considerarse normalizadora sino más bien orientativa y como punto de partida para encuadrar el tratamiento de varios aspectos relacionados con la Carta Topográfica.

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1. Cartas a escala muy grande | 1:1.000 y mayores |
| 2. Cartas a escala grande | 1:1.000 a 1:20.000 |
| 3. Cartas a escala media | 1:20.000 a 1:100.000 |
| 4. Cartas a escala pequeña | 1:100.000 a 1:1.000.000 |
| 5. Cartas a escala muy pequeña | 1:1.000.000 y menores |

Puede advertirse, entonces, que en el grupo 1 se incluirían los planos y en el grupo 5 los mapas. Debe tenerse en cuenta, además, que no siendo normalizada esta clasificación, los límites entre grupos no deben considerarse absolutos.

En nuestro país, la confección de la Carta Topográfica en las escalas medias, es decir 1:50.000 y 1:100.000 para todo el territorio nacional, está a cargo del Instituto Geográfico Militar según lo dispone la ley 12.696 “Ley de la Carta” que incluye la realización de los trabajos geodésicos fundamentales y los levantamientos topográficos con apoyo uniforme y homogéneo.

Si bien el Instituto Geográfico Militar incluye también en su programa la confección de la Carta Topográfica a escala 1:25.000, es poco probable que pueda cumplirse con este objetivo atento a que falta cartografiar y actualizar mucho territorio a las escalas básicas antes mencionadas.

En tal sentido, es aceptable presumir que la cartografía a escala grande, es decir 1:20.000 y mayores sea confeccionada por las administraciones provinciales y por los municipios, los que deberán elaborar y coordinar sus propios planes cartográficos con el Plan Cartográfico Nacional.

Es por eso, que este tema será tratado en ese campo, es decir en el de las escalas grandes, por ser éstas las de necesidad permanente en la programa-

ción y ejecución de todas las obras de ingeniería tanto públicas como privadas, considerando, además, la importancia actual de las Cartas Topográficas Urbanas a confeccionarse en las distintas escalas comprendidas entre el 1:5.000 y 1:20.000.

La Carta Topográfica Urbana encuentra en la actualidad preferente atención de la Cartografía, ya que existe verdadera necesidad de establecer programas de levantamiento sistemático y organizados de pueblos y ciudades para satisfacer la creciente demanda de obras y servicios públicos como así también la urgencia en asegurar el ordenamiento territorial por medio del catastro, necesidades éstas que impone el continuo crecimiento de la población urbana dada la tendencia del hombre a vivir en grandes ciudades.

En nuestro país, el 90% de la población vive en centros urbanos de más de 2.000 habitantes, con tendencia a aumentar este porcentaje, lo que implica de manera urgente la preparación de programas de desarrollo urbano que aseguren un crecimiento armónico de estos centros poblacionales.

Es imprescindible para el planeamiento y su puesta en práctica, contar, al menos, con la Carta Topográfica en distintas escalas ya que este documento proporciona la mejor descripción posible del espacio geográfico con la información de los fenómenos cualitativos o cuantitativos que en él se producen, sean naturales, artificiales o abstractos. En efecto, esta información previa es fundamental para evitar, que un proyecto de ingeniería improvisado produzca pérdidas por errores, demoras, falta de adecuación, etc., lo que es inaceptable, sobre todo si se tiene en cuenta que el costo de los levantamientos para producir la Cartografía Urbana, representa normalmente una fracción poco significativa del costo total de cualquier proyecto.

Debe advertirse que no estamos propiciando la confección de la Carta Topográfica de sectores aislados que sea requerida cada vez que el Estado decide encarar una obra pública, sino por el contrario, la información cartográfica debe establecerse sistemáticamente cubriendo ordenadamente cada territorio municipal en su totalidad y progresivamente todas las zonas de influencia correspondientes.

Por cierto que la pérdida de dinero, no es la peor consecuencia del planeamiento urbano improvisado, es mucho más grave el futuro incierto que provoca una ciudad con crecimiento desordenado y sin información cartográfica ya que los continuos problemas futuros no permitirán jamás obtener una solución integral.

Es necesario tener en cuenta que la Carta Topográfica es la base geométrica sobre la que debe elaborarse el Catastro Parcelario, siendo ésta fundamental

en el ordenamiento territorial, sea este urbano o rural por cuanto constituye la única forma racional de conocer el territorio utilizando sus propios sistemas de registración, de valuaciones inmobiliarias, de publicidad catastral, etc., y proporcionando la más completa información parcelaria y las estadísticas imprescindibles para una planificación seria del desarrollo territorial.

2. Características técnicas

La carta es una figuración del espacio geográfico elaborada por medio de símbolos y signos convencionales, que documentan fenómenos cualitativos o cuantitativos seleccionados y generalizados conforme a la finalidad y a la escala adoptada.

La finalidad de la Carta Topográfica surge de su propia denominación ya que tiene el sentido preciso de la representación detallada y exacta de los accidentes del terreno y de los objetos concretos que en él se encuentran en forma permanente documentando su identidad, posición, y dimensiones. Es por lo tanto de finalidad puramente práctica. Dicho en otras palabras, las características técnicas de la Carta Topográfica tienen que ser tales que permitan identificar la posición y las formas del terreno de manera que éstas puedan ser valorizadas desde el punto de vista métrico. Estas características posibilitarán, además, determinar la presencia y descripción simbólica de los detalles naturales y artificiales permanentes que den motivo a una descripción correcta del territorio cartografiado.

Sería ideal que una Carta Topográfica contenga la mayor cantidad posible de detalles, pero esta posibilidad está limitada por la claridad final del documento, ya que una exagerada densidad de símbolos y de signos convencionales puede hacer difícil su lectura y, además desvirtuar la finalidad específica para la cual fue construida.

La limitación proviene del espacio disponible en el dibujo para ubicar cada detalle y ese espacio es consecuencia directa de la escala elegida. Esta circunstancia, ineludible, impone la necesidad de seleccionar los detalles que pueden o deben ser representados mediante la GENERALIZACION, procedimiento éste que se hace más complicado a medida que disminuye la escala por la reducción del espacio disponible.

Cualquier procedimiento cartográfico importa, necesariamente, una simplificación de la realidad física a representar y así todo resulta generalizado,

sea conceptualmente o estructuralmente, no sólo en la representación del dibujo sino desde el levantamiento en el terreno donde el agrimensor elige, valora y mide los detalles que le serán útiles, suprimiendo los que no son de interés a su criterio, conforme a la finalidad de la carta y naturalmente en relación con su escala.

La posibilidad de representar el terreno con suficiente fidelidad y exactitud desde el punto de vista geométrico, es privilegiado en la Carta Topográfica a escala muy grande, porque puede reproducir las particularidades respetando la cantidad y la proporción de la realidad. Esta suele ser una de las razones que dan origen a cierta tendencia de agrimensores poco experimentados a insertar demasiados detalles por temor a omitir alguna cosa lo que conduce a procurar mayor espacio disponible para la representación y consecuentemente a elegir escalas más grandes que las necesarias, con un injustificados aumento de tiempos y costos.

Atendiendo a estas consideraciones, y dentro de la generalización que imponga su escala, una Carta Topográfica contendrá la representación de la planimetría mediante un conjunto lógico de símbolos y signos convencionales cartográficos y la altimetría por medio de puntos acotados y curvas de nivel, cuyos aspectos técnicos se tratarán más adelante.

2.1. Fotografía Aérea y Carta

Es interesante también comparar las características técnicas de una Carta Topográfica con la correspondiente fotografía aérea y establecer los contenidos, las ventajas y los inconvenientes de la lectura de uno y otro documento.

Partiremos de la base que se trata de un fotograma aéreo a eje vertical tomado con una cámara métrica que son los documentos complementarios de la información cartográfica de un territorio. Aún con estas condiciones la escala de esta fotografía es variable en función de los desniveles del terreno, de la distancia de los objetos respecto del punto central, y de las oscilaciones de la cámara por efecto de los inevitables movimientos del avión; si bien, mediante la restitución, todo puede ser debidamente corregido.

La Carta Topográfica, en cambio, está confeccionada en una escala determinada que resulta prácticamente constante, al menos en las escalas grandes que son las que tratamos y por lo tanto estaría independizada del relieve del terreno.

En cuanto al detalle representado, podemos decir que la fotografía registra fielmente todo cuanto aparece sobre el terreno y que por su tamaño y contraste con los otros objetos vecinos, sea compatible con la escala y con el poder de separación que depende del grano de la emulsión fotográfica y de la sensibilidad de la película.

En este sentido, resulta que la interpretación de una fotografía aérea está sujeta a una serie de condicionantes que dependen, entre otras cosas, del tipo de películas utilizada. Por ejemplo en una emulsión pancromática pueden aparecer más destacados los caminos de tierra que otros asfaltados, produciendo una información confusa en este sentido; o con una emulsión infrarroja los ríos, arroyos, y zonas húmedas se destacan demasiado respecto de los terrenos vecinos. O sea el propio contraste por diferencia de tonalidad o reflejo de la luz hace aparecer detalles más grandes o más importantes de los que son en realidad.

Por otra parte, en la fotografía aérea no podrán identificarse detalles muy pequeños que suelen ser de gran importancia como puntos trigonométricos, mojones de mensura o límites administrativos, conductores subterráneos como oleoductos, líneas eléctricas, etc., salvo excepciones.

Por el contrario, la carta topográfica es el resultado del tratamiento ordenado de toda la información que produce finalmente las representaciones que verdaderamente interesan en un orden de importancia de acuerdo a la finalidad de la carta. Así los caminos aparecerán más destacados cuando se trate de rutas principales y autopistas frente a otros de menor importancia aunque en la fotografía se vean con mayor nitidez.

Además, la carta utiliza figuraciones simbólicas y convencionales, que pueden parecerse o no al detalle como se vería en la fotografía, pero que los califica adecuadamente produciendo la alternativa en la información, como por ejemplo utiliza signos distintos para representar una vivienda, un edificio público, una iglesia, un cementerio, etc., mientras que esa diferenciación resulta muy difícil en la fotografía.

Los mojones, líneas eléctricas, conductos subterráneos, límites administrativos, etc., no se identifican en la fotografía, figuran en la Carta como elementos adecuadamente destacados de acuerdo a su importancia. Un aspecto fundamental lo constituyen las curvas a nivel que definen geoméricamente las formas del terreno y éstas formas no pueden advertirse claramente en un fotograma aislado, pero si se logra una imagen estereoscópica con un par de fotogramas, el relieve puede ser observado aunque no métricamente sin pasar por la restitución.

Finalmente, la Carta Topográfica suministra en forma inmediata, una imagen clara y legible que transmite al lector informaciones que no pueden ser percibidas o que no existen directamente en la fotografía aérea, incorporando la información complementaria de carácter geográfico como la Toponimia, algunos valores numéricos, referencias, cuadro comparativo de simbología, etc.

3. Escala de la carta topográfica

La escala de una carta es la relación matemática entre las magnitudes lineales medidas sobre el dibujo y las correspondientes sobre el terreno. Esta expresión pone de manifiesto la importancia fundamental de la relación de semejanza que se establece entre las magnitudes reales y su representación cartográfica, atento a las necesidades de orden técnico que se deriven del uso del documento.

La escala se expresa normalmente como una relación numérica de la siguiente forma:

$$E = \frac{a}{b}$$

En la que el numerador indica un valor lineal en el dibujo y el denominador su correspondiente en el terreno.

La forma más cómoda de expresar esta relación es tomar una unidad gráfica de comparación, por ejemplo:

$$E = \frac{1}{M}$$

El denominador es el módulo de la escala y está expresado por un número entero cuya cifra significativa es, generalmente, 1, 2 ó 5 (suele utilizarse además, el 4), que se expresa, por ejemplo: 1:5.000 llamada escala numérica de la carta.

Se admite así que el denominador o módulo de la escala sea de la forma:

$M = n \times 1.000$ lo que facilita el uso corriente puesto que en este caso, 1 mm de la carta representa “n” metros sobre el terreno. En el ejemplo anterior, $n = 5$.

Es frecuente la utilización de una escala gráfica dibujada al pie de la carta que tiene por finalidad acompañar a los cambios de escala producidos por reducciones topográficas, más que para compensar las deformaciones del papel, como suele expresarse, porque esa compensación es válida solamente cuando la dirección de la línea medida es paralela a la escala gráfica, ya que las deformaciones del papel no tienen igual magnitud en cualquier sentido.

A tales fines es más racional utilizar adecuadamente la cuadrícula de la carta y determinar cualquier distancia por diferencia de coordenadas en las que sólo se acusará la variación del papel producida en un espacio no mayor que la mitad de la cuadrícula correspondiente. (Fig. 1).

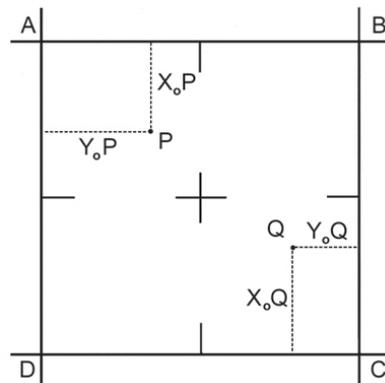


Fig. 1.

Cuadrícula: Lado de cada cuadrado: $AB \times BC$. Deformación del Papel: Proporcional a $X_0; Y_0$.

Deformación máxima proporcional a: $\frac{AB}{2}; \frac{BC}{2}$

No obstante, como se ha expresado, la escala gráfica tiene un valor práctico, en especial cuando la carta está reproducida a distinta escala por reducción o ampliación y consiste en una línea simple o doble dividida en partes iguales representando sobre la carta la unidad del terreno elegida, por ejemplo el Km. La graduación se realiza de izquierda a derecha y a la izquierda del cero se subdivide una parte llamada “talón” lo que permite transportar la medida deseada con un compás de punta seca o con una simple tira de papel, haciendo coincidir el extremo derecho de la medida con una división entera de

la escala gráfica y leer el valor buscado en el extremo derecho contando el número de unidades y sobre el “talón” los decimales restantes. (Fig. 2).

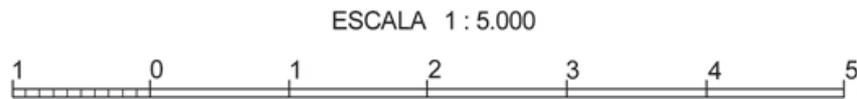


Fig. 2.

Suele utilizarse, a veces, una escala gráfica mejor confeccionada, desde el punto de vista del dibujo, llamada “escala transversal” que sugiere una mayor apreciación de la lectura de la correspondiente distancia.

Esta pretendida exactitud mayor, es de carácter relativo, pues si bien la coincidencia y apreciación de una medida ofrece mayor seguridad, subsisten los inconvenientes enunciados al principio respecto de la dirección de los elementos a medir cuando no resultan paralelos a la escala gráfica. (Fig. 3).

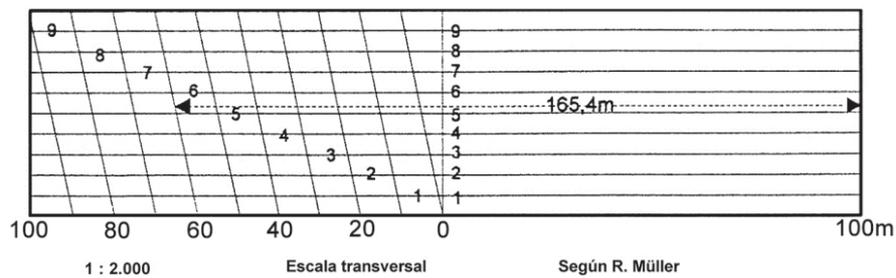


Fig. 3.

En consecuencia, y en las condiciones expresadas, es suficiente colocar una escala gráfica simple al pie de la carta.

Como se indica al principio, la escala de la Carta Topográfica es una relación matemática constante para toda la superficie de la hoja, ya que ésta, a las escalas grandes, abarca una extensión de terreno relativamente reducida.

En cartas a escalas muy pequeñas, y en particular en los mapas, debe considerarse una parte de la escala, y es la expresada por los módulos de

deformación lineal que corresponden a la proyección cartográfica utilizada. En efecto, en estos casos se denomina en los mapas, “escala local” pues la variación dada por el módulo de deformación de la proyección utilizada crece a medida que el punto a considerar se aleja del elemento de contacto, es decir donde no hay deformación; por ejemplo el ecuador en los desarrollos sobre el cilindro normal tangente, a partir de la cual se origina el “campo de la proyección” extendiéndose hacia el norte o el sud.

Estas variaciones de la escala son mayores a medida que crece el “campo de la proyección” acentuándose más en el caso de los planisferios en que pueden ser considerables. Por eso debiera exigirse en los atlas geográficos que las indicaciones de escala, vayan acompañadas con una referencia al punto o a las líneas para las cuales esta escala es válida, agregando la expresión matemática de los módulos de deformación lineal; de esta manera se puede evitar la utilización errónea de un mapa desde el punto de vista geométrico.

Las cartas topográficas a escala grande tienen uniformidad métrica para toda la extensión de la hoja, pues su “campo cartográfico” puede considerarse reducido. Importaría, sin embargo, considerar la reducción al horizonte cuando los extremos de una línea a medir sobre la carta, no están a la misma altura, lo que implicaría una corrección al “nivel cero” que la traslada a la superficie del elipsoide que mejor se adapta. Esta corrección es de la forma

$$\frac{h}{R}$$

En que “ h ” es la altura media del terreno y “ R ” el radio de la tierra. Por ejemplo, a 3.000 m de altura recién puede preverse una corrección del orden de 1/2.000 de manera que para nuestras cartas topográficas en grandes escalas y en especial en las cartas urbanas, esta corrección no debe preocuparnos.

En estos casos, parece más importante concentrar la atención en la exactitud gráfica que tendrá que ser compatible con la escala, pues mientras mayor sea ésta, menor grado de generalización tendrá la representación, y en consecuencia los símbolos que representan los objetos del terreno tendrán una posición relativa más correcta.

Elección de la escala

Elegir la escala más adecuada para la carta topográfica a confeccionar constituye, sin dudas, el principal problema del proyecto cartográfico y constituye un verdadero desafío intelectual a la planificación técnica que requiere, como primer paso, cualquier levantamiento territorial.

A estos fines, deben considerarse tres aspectos fundamentales, íntimamente relacionados entre sí, que son:

1. La finalidad de la carta.
2. El error gráfico aceptable.
3. La exactitud del levantamiento topográfico.

Algunos autores europeos aconsejan considerar también el desarrollo económico de la zona a relevar. Este es un aspecto importante en la cartografía territorial a escalas básicas, donde las zonas menos desarrolladas pueden cartografiarse a escalas menores, suficientes para la planificación general, no así en las zonas de mayores requerimientos en cuanto a infraestructura, donde es necesario un mayor detalle de la información.

La finalidad de la carta topográfica en el espacio territorial que corresponde a los municipios, responde generalmente a requerimientos de la obra pública, y del catastro. En este ámbito, sin embargo, tales requerimientos tienen distinto grado de exigencia y con ello variará la escala de la carta, considerando que lo ideal es siempre un plan cartográfico integral con escalas complementarias para el mismo territorio, de donde las distintas necesidades se cubrirán simultáneamente. Las cartas topográficas comprendidas dentro de las escalas grandes satisfacen también a las necesidades de las obras de ingeniería fuera de los núcleos urbanos, por ejemplo en el proyecto y ejecución de vías de comunicación.

En este caso particular, tomado como ejemplo para el proyecto de un camino de montaña hará falta cartografía a escala 1:20.000 sobre la que se estudiará la factibilidad técnica de la obra con la elección de distintos trazos alternativos; sobre el territorio que involucre a la alternativa más adecuada como solución, será necesario establecer cartas topográficas a escala 1:5.000 sobre la que se elaborará el anteproyecto a nivel técnico; finalmente el proyecto de detalle requerirá del sector cartas topográficas a escala 1:1.000 ó 1:2.000.

Así pueden analizarse las necesidades de utilización de la cartografía para otras obras de Ingeniería de desarrollo longitudinal o superficial como embalses hidráulicos, etc., pero siempre complementariamente con la carta topográfica, deberá contarse con la carta catastral como origen de toda la información territorial vinculada al estado parcelario, que permitirá orientar adecuadamente la ocupación legal de la tierra y su valor económico con vista a la construcción de las obras.

Quizás sea oportuno aclarar que la elección de la escala para las cartas temáticas, obedece a otros condicionantes según que los fenómenos a representar sean cualitativos o cuantitativos, atendiendo además a que en el primer caso y tratándose de representaciones con determinadas particularidades cualitativas, la base suele ser directamente la carta topográfica en la escala que ésta determine. En el segundo caso, en cambio y tratándose de mapas temáticos, la escala es más importante en el símbolo cuantitativo y no en el detalle planimétrico.

Analizada la finalidad de la carta topográfica como se ha expresado, es necesario considerar que la escala en que ésta estará confeccionada guarda una relación directa con la equidistancia de las curvas de nivel con que se represente la altimetría, aspecto que será tratado más adelante. El error gráfico aceptable en una carta topográfica está relacionado también entre sí con los otros dos aspectos indicados y podemos considerarlo de la siguiente forma. La capacidad del ojo humano de advertir la presencia del mínimo detalle de un dibujo está dada por la limitación que le imponen la agudeza visual y el poder separador de las células sensibles que componen la retina. Esta limitación permite aceptar un error gráfico teórico de $\pm 0,1$ mm; pero en la práctica hay que esperar que este valor llegue a $\pm 0,2$ mm como consecuencia de la propia incertidumbre en la medición gráfica, la que se acentúa por el espesor del trazo resultante de las sucesivas reproducciones del original. Además deben entrar en consideración las propias deformaciones del soporte de la reproducción que por lo general es papel ya que es poco probable que cualquier medición se realice habitualmente sobre el original.

Si consideramos que este error gráfico de $\pm 0,1$ mm constituye la mayor exigencia posible para la lectura a ojo desnudo de la carta, corresponde atribuirlo a la ubicación de puntos importantes como son los sistemas geométricos de apoyo. Aceptando este valor como error medio, la tolerancia correspondiente debiera ser hasta tres veces más elevado con lo que de acuerdo al cálculo de probabilidades estaremos dentro de un 99,7 % de probabilidad de que se cumpla la tolerancia impuesta.

Así podemos establecer:

Error medio gráfico:	$E_g = \pm 0,1\text{mm}$	
Tolerancia gráfica:	$T_g = \pm 0,3\text{mm}$	aceptable para puntos principales.

El error gráfico para puntos de detalle es siempre mayor, teniendo en cuenta que deben utilizarse símbolos cuya posición exacta queda sacrificada por la ineludible “generalización” que se hace más exigente a medida que disminuye la escala.

Para escalas muy grandes podemos establecer:

Error medio gráfico:	$E_g = \pm 0,3\text{ mm}$	
Tolerancia gráfica:	$T_g = \pm 1,0\text{ mm}$	Aceptable para puntos de detalle.

En escalas menores estas tolerancias merecen otro análisis.

La exactitud del levantamiento topográfico impone también una escala con la que se relacione en forma biunívoca. Así, por ejemplo, si los puntos de detalle del terreno podemos obtenerlos con un error medio de $\pm 0,60\text{ m}$. La escala correspondiente en que deberán ser representados en la carta topográfica, será:

Error medio de un punto de detalle en el terreno:	$E_t = \pm 0,60\text{m}$
Error medio de un punto de detalle en la carta:	$E_g = \pm 0,3\text{ mm}$

Escala de representación:

$$E = \frac{0,3\text{mm}}{0,6\text{m}} = \frac{1}{M} = \frac{1}{2000}$$

La tolerancia funcionará con igual criterio, ya que:

$T_t = \pm 1,80\text{m}$ y $T_g = \pm 0,9\text{mm} = 1\text{mm}$ como hemos establecido anteriormente.

Estos conceptos de relación condicionante entre los tres elementos indicados: finalidad de la carta, error gráfico aceptable y exactitud del levantamiento, es de fundamental importancia en toda programación cartográfica y cualquier independencia que se pretenda con alguno de ellos, traerá como con-

secuencia un costo injustificado en tiempo y dinero con el riesgo de limitar las posibilidades de utilización de la carta.

La elección de la escala de la carta topográfica es trascendente también porque una escala demasiado pequeña puede atentar contra la finalidad que persigue aun cuando exija un levantamiento de menor exactitud y, por lo tanto, de menor costo. Una escala demasiado grande, tendrá un contenido más rico y por lo tanto necesita una mayor cantidad y calidad de detalles a relevar en campaña, elevando los costos operativos y aumentando el trabajo cartográfico de gabinete, pues aumenta el dibujo al crecer la cantidad de detalles a representar y el número de hojas. En este sentido, es necesario tener en cuenta que el tiempo de ejecución y consecuentemente el costo, aumenta a medida que crece la escala de la carta. Aun cuando no se pueda establecer un aumento de carácter lineal, es bueno tomar como base comparativa que la ejecución de una carta topográfica a escala 1:500 cuesta aproximadamente un 35 % más que otra similar a escala 1:1.000.-

Como consecuencia de estas reflexiones podemos decir que solo el estudio adecuado de los requerimientos y las condiciones en cada caso permitirán tomar la mejor decisión para seleccionar la menor escala aceptable que cumpla con las exigencias que le impondrá el usuario.

Finalmente debemos hacer alguna referencia a las escalas de la carta topográfica, asistida por ordenador como perteneciente al campo de la cartografía automatizada dados sus características, totalmente distintas respecto de la metodología clásica de representación a que estamos acostumbrados.

En efecto, el sostenido desarrollo de las computadoras permite al momento, almacenar una enorme riqueza de información territorial y emitir en forma automatizada el documento cartográfico en distintas escalas a partir de los mismos datos del levantamiento.

Esta posibilidad introduce algunas variantes en los conceptos analizados respecto a la relación entre la escala de la carta, y la exactitud del levantamiento, cuando el usuario de la computadora pide la salida gráfica a la escala de su preferencia sin analizar previamente el origen de la información. En efecto, como sabemos, el proceso integrado de elaboración de una carta topográfica asistida por ordenador comprende tres etapas básicas: El levantamiento de la información, el tratamiento lógico de la misma y la salida gráfica.

La información almacenada, proveniente del levantamiento permanecerá siempre en memoria y responderá, como es lógico, a su origen con la exactitud lograda y eso no se puede modificar, sin perjuicio de la actualización que

puede efectuarse en cualquier momento mediante la incorporación de nuevos datos topográficos y nuevos puntos relevados o suprimidos.

Lamentablemente, el operador de estos equipos no siempre es el agrimensor que planificó el levantamiento, con el equilibrio normal entre éste y el documento gráfico final, y como consecuencia, existe la tendencia a pedir una salida gráfica a mayor escala que la correspondiente, ante la posibilidad de lograrlo mediante la versatilidad de los equipos.

Por eso, en nuestra opinión, los programas deben contener instrucciones encaminadas a limitar las escalas de salida encuadrándolas en la relación lógica de los elementos considerados en estas reflexiones, es decir: la finalidad de la carta, el error gráfico aceptable y la exactitud del levantamiento topográfico.

4. Sistema de proyección cartográfica

La representación sobre un plano de la superficie curva de la tierra produce una inevitable deformación cuya magnitud está relacionada, entre otras cosas, con la extensión del territorio a cartografiar.

En efecto, la diferencia de longitud real de una línea sobre la tierra y su representación en el plano, tal como acostumbramos a hacer en la Topografía, es aproximadamente como sigue:

$$\Delta l = \frac{l^3}{6r^2}$$

En la que l es la longitud y r el radio medio de la tierra.

Desde el punto de vista puramente cartográfico, esta expresión permite advertir, en forma general, la deformación lineal en función de la extensión del territorio a representar y de acuerdo a ello elegir la proyección más adecuada a nuestros fines. Naturalmente que el análisis correcto de las posibles alteraciones, lo proporcionan los módulos de deformación que se originan en las ecuaciones de transformación de la posición de los puntos sobre la superficie curva, en la correspondiente del plano, pertenecientes a la proyección cartográfica elegida.

Tratándose de escalas grandes, como la que estamos considerando, aplicados a la cartografía urbana, la superficie del territorio es generalmente re-

ducida y la posibilidad que existan deformaciones perniciosas se reduce notablemente, por lo que desde el punto de vista de la representación gráfica, no debe preocuparnos demasiado.

Más aún, puede decirse que la mayoría de los levantamientos urbanos son de tan poca extensión que la diferencia interna causada por efectos de la curvatura de la tierra no tiene significación desde el punto de vista de la exactitud gráfica comparados con los errores propios de la selección de los detalles a relevar y de su ubicación en el dibujo, afectada normalmente por la generalización cartográfica.

Sin embargo, existen otras razones por las cuales una carta topográfica a escala grande, debe ser confeccionada sobre una proyección conforme del elipsoide sobre el plano y en particular tratándose de una carta topográfica urbana.

Toda ciudad tiene tendencia a crecer, muchas veces en forma imprevista, tanto en cuanto se refiere a la zona urbana, como suburbana y por otra parte este crecimiento ejerce su influencia en el área rural que puede ser importante planteando la necesidad de una buena información territorial a través de la carta topográfica.

Pero si esta carta no cuenta con una proyección cartográfica adecuada se producirá una acumulación incontrolada de discrepancias internas que finalmente excederán las tolerancias impuestas al levantamiento, desvirtuando el elevado costo de las operaciones de campo.

El argumento más fuerte consiste en disponer de un sistema de coordenadas planas originadas en una proyección conforme juiciosamente elegida, cuyo carácter universal asigne valores de estas coordenadas que permitan cubrir áreas sucesivas y relacionar distintos sectores entre sí.

De esta forma, las coordenadas de los puntos de apoyo pueden utilizarse en sistemas regionales para cartografía general a escalas menores o específicamente para las necesidades del catastro territorial en cuanto significa la posibilidad de relacionar geoméricamente las mensuras y en ellas los límites parcelarios.

En realidad, existen distintos sistemas de proyección que satisfacen esta demanda pero todos ellos ofrecen menos ventajas que la proyección cilíndrica transversal de Mercator o Proyección Gauss que se adapta especialmente para nuestro país por su desarrollo territorial de norte a sur, ya que la línea de contacto libre de deformaciones es un meridiano.

En nuestro país está establecido el uso de la proyección Gauss-Krüger que es la misma Proyección Gauss adaptada para fajas meridianas sobre el elipsoide con un ancho de $1^{\circ} 30'$ a cada lado del meridiano central para cada una de las siete fajas que cubren el territorio nacional, lo que permite controlar las deformaciones dentro de las exigencias propias de la agrimensura. (Fig. 4).

Un juego de fórmulas matemáticas adecuadas para la proyección Gauss-Krüger permite alcanzar una elevada precisión formal para las coordenadas planas y de notable sencillez para la cartografía a escala grande, especialmente en cuanto se refiere a su aplicación para las reducciones de direcciones y distancias cuando, por la extensión de las mismas, tenga sentido práctico tal corrección. Estas reflexiones están orientadas a la necesaria vinculación del sistema de apoyo local que se utilice, al sistema trigonométrico general del país, a cuyos fines deberá existir al menos un punto trigonométrico de cualquier orden en el territorio a relevar o cercano. Naturalmente que la existencia de dos o más puntos crea la posibilidad de vinculaciones de mayor jerarquía técnica en orden al control y a la compensación de mediciones y cálculos.

El Instituto Geográfico Militar Argentino tiene por misión principal el cumplimiento de la Ley 12.696 llamada "Ley de la Carta" a cuyos fines realiza los trabajos geodésicos fundamentales y los levantamientos topográficos con apoyo uniforme y homogéneo de todo el territorio nacional que dan origen a la carta topográfica regular.

Proyección Cilíndrica Conforme de Gauss-Krüger Fajas Meridianas

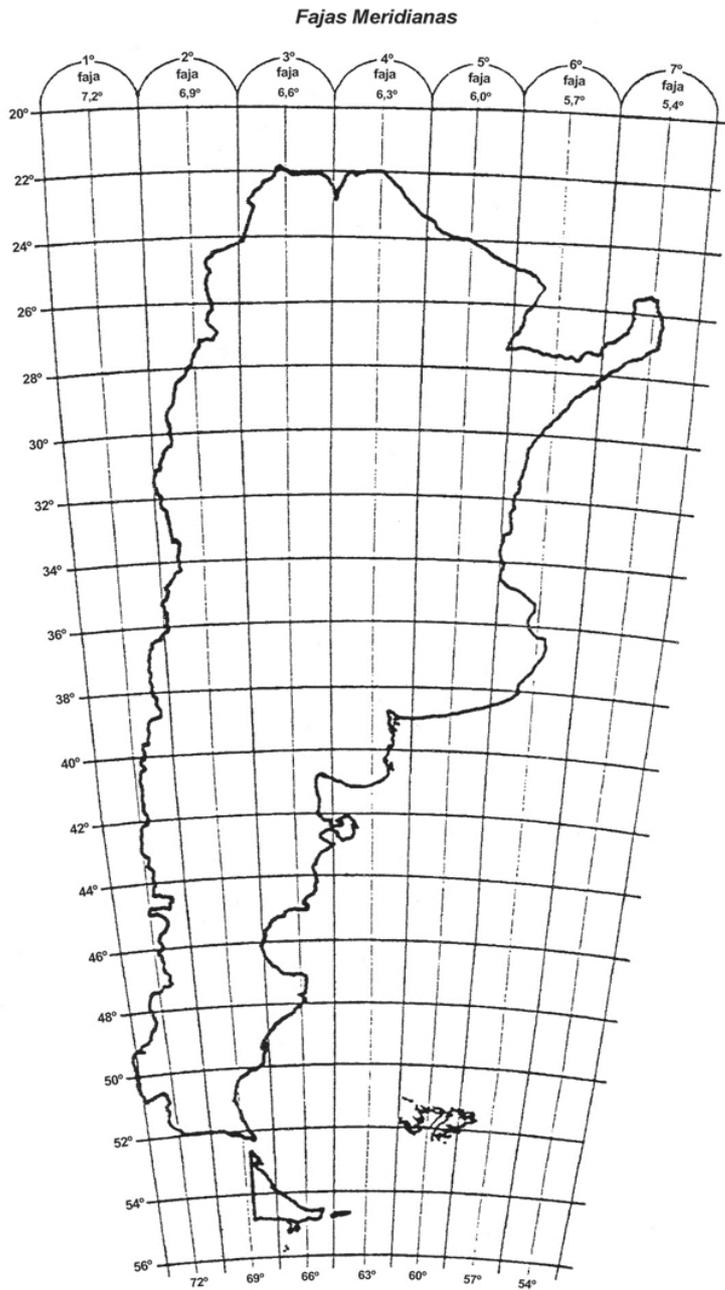


Fig. 4.

A los fines de la utilización general de estos sistemas el I.G.M. publica periódicamente catálogos de información específica como la “Guía de la República Argentina para Investigaciones Geográficas” donde puede consultarse el estado de desarrollo de todas las redes trigonométricas, altimétricas y gravimétricas como así también la cartografía publicada en distintas escalas, levantamientos aerofotogramétricos e imágenes satelitales.

De esta manera es siempre posible disponer de la necesaria información sobre la existencia de puntos con coordenadas Gauss-Krüger así como sus valores métricos, monografías para ubicar los mojones, cotas, etc. Lamentablemente, esta información debe requerirse en la propia institución en la ciudad de Buenos Aires, ya que todavía no se ha dispuesto la necesaria descentralización hacia las provincias como corresponde al ámbito territorial de cada una.

Podría pensarse en un sistema de coordenadas planas locales cuando no existe ninguna posibilidad de relacionamiento con el sistema general. Sin embargo, debe aclararse que la experiencia demuestra que un sistema local de coordenadas resulta muy difícil de cambiar con posterioridad, no porque existan problemas de tipo técnico, sino por el elevado costo de las operaciones de transformación para las que no es sencillo encontrar la voluntad y el tiempo necesario en razón de la permanente necesidad de avanzar en el plan cartográfico correspondiente, por lo general atrasado. Sin embargo, en el estado actual de la tecnología geotopocartográfica para la fijación y levantamiento de puntos sobre la superficie de la tierra, puede recurrirse al posicionamiento satelital. En efecto, el posicionamiento G.P.S. (Sistema de Posicionamiento Global), a través de adecuadas redes, puede solucionar integralmente el problema permitiendo el relacionamiento a grandes distancias.

Cabe advertir, sin embargo, que estos modernos sistemas han planteado a nuestra Geodesia el desafío de mantener el sistema de coordenadas actuales que utiliza el I.G.M (Campo Inchauspe) o adoptar uno de los nuevos Sistemas de Referencia Globales (WGS -84 u otros). En tal sentido, el Instituto Geográfico Militar Argentino se encuentra estructurando los parámetros de transformación mediante el llamado Proyecto POSGAR.

No obstante las consideraciones anteriores, y cuando no se dispone de los medios ni del equipamiento adecuado es conveniente examinar la posibilidad de tener que recurrir a un sistema de coordenadas planas locales en cuyo caso resultará imprescindible programar la futura transformación al sistema regional definitivo, por traslación del origen local utilizado, a cuyos fines será necesario, como mínimo, orientar la red geométrica en el plano de proyección

determinando el azimut geodésico de uno de sus lados y calcular la convergencia plana en el punto de observación, conforme a la distancia de éste al meridiano central de la faja Gauss-Krüger utilizada.

Si bien pueden considerarse distintas alternativas como solución al problema específico, éste es un tema propio del levantamiento topográfico por lo que no entraremos en él, limitándonos a la representación gráfica, por ser el objetivo de este trabajo.

5. Formato y división en hojas

Por lo general el territorio relevado no puede ser representado en una sola hoja de papel, ya que se excederían las dimensiones cómodas de ésta. Por lo contrario, la carta topográfica resultante comprenderá varias láminas relacionadas geoméricamente entre sí cuyo número crecerá a medida que aumente la escala.

El número de hojas crecerá también con la mayor extensión del territorio a representar. Por ejemplo, si quisiéramos representar toda la zona continental de la República Argentina, en una hoja a escala 1:50.000 ésta tendrá un tamaño superior a 70 metros de altura, lo que resultaría de una exageración descontrolada. El Instituto Geográfico Militar Resuelve este problema con su programa de división en hojas que comprende aproximadamente 1.902 láminas a escala 1:100.000 y 7.255 láminas a escala 1: 50.000.

De la misma forma podemos decir que la carta topográfica a escala 1:5.000 o mayor, de una ciudad importante por su extensión territorial, estará formada por un número determinado de hojas que será necesario programar cuidadosamente.

El tratamiento meditado de este aspecto de la programación debe ser la tarea prioritaria de todo levantamiento topográfico, puesto que influirá en otras etapas posteriores como la elección de los sistemas geoméricos de referencia, la distribución y ubicación de los puntos de apoyo, la selección previa de los detalles a relevar, las características de la representación del relieve y el costo final de la operación.

Esta etapa del análisis y programación de una carta topográfica se denomina División en Hojas y está relacionada con otros aspectos de la misma como la extensión de la zona a representar, la escala elegida, la proyección cartográfica utilizada y el formato útil o campo de cada hoja.

La extensión de la zona a representar genera la necesidad primaria de la división en hojas, presentándose alternativas originadas en las características de los límites territoriales del espacio a cartografiar, por ejemplo, radios municipales, límites de pedanías o partidos, departamentos o provincias.

La escala elegida para la carta topográfica es determinante de la cantidad de hojas. Una escala muy grande hace crecer el número de hojas, sin embargo es necesario evitar toda tendencia a disminuir ese número haciendo las hojas más grandes porque éstas pueden resultar poco prácticas para su manejo y crear problemas posteriores en su reproducción.

La proyección cartográfica utilizada es también de relevante influencia, pues se relaciona directamente con las líneas que limitarán el campo útil de cada lámina, y cuya naturaleza crea dos posibilidades distintas para la división en hojas.

Una posibilidad es limitar el campo útil de cada hoja por dos meridianos en el sentido este-oeste y por dos paralelos en el sentido norte-sud creando un sistema que llamaremos *división geográfica*.

Por lo general las líneas límites que representan meridianos y paralelos en este sistema, son curvas, lo que dificulta el ensamble de las hojas vecinas y, además, éstas son de distintos tamaño, pues a medida que avanzamos hacia los polos, o sea al Sud en nuestro país, la latitud crece y las dimensiones en sentido este-oeste disminuyen por efecto de la convergencia de meridianos.

El tamaño distinto de las hojas en este caso, se refiere a la parte útil de la representación cartográfica, es decir a lo que hemos llamado campo de la lámina y no a los límites de papel que podrá permanecer de tamaño uniforme según el formato I.R.A.M. elegido como veremos más adelante. Claro que en una extensión territorial grande esta diferencia de tamaño del campo frente a la uniformidad del formato del papel significa espacios complementarios diferentes; una hoja de la zona norte tendrá menos espacio disponible para las referencias que una hoja de la zona sud.

Tratándose de levantamientos territoriales poco extensos, como es el caso de ciudades, esta diferencia de tamaño de las hojas no tiene ninguna importancia, al menos desde el punto de vista gráfico.

Otra posibilidad de división en hojas es adoptar un formato rectangular que permita definir unidades de dimensiones exactamente iguales en las cuales los límites están establecidos por la cuadrícula Gauss-Krüger correspondiente a la faja meridiana adoptada.

Las dimensiones constantes del campo cartográfico en cada lámina facilitan el dibujo de la carta y su reproducción, pero sobre todo, permiten el ensamble perfecto de una hoja con otra.

De esta forma, siendo igual la cuadrícula para todas las hojas, se logra una mejor definición geométrica por su uniformidad, dado que es posible utilizar una cuadrícula tipo con lo que se mejoran las posibilidades del dibujo y el posterior control básico, sobre todo cuando este sea manual.

Sin embargo, es conveniente señalar algunas particularidades de este método, a fin de evaluar en cada caso los inconvenientes que pudieran presentar.

En primer lugar, es necesario considerar que las líneas verticales de estas cuadrículas son paralelas al meridiano central de la faja y cuando la zona a representar se aleja demasiado de este meridiano las hojas tienen diferencia de orientación respecto del norte geográfico, producido por la convergencia de meridianos. Naturalmente, siempre son valores determinables por procedimientos sencillos en conocimiento de las características geométricas de la proyección Gauss-Krüger.

En segundo lugar, se sabe que los límites del campo útil de cada hoja dependen de la proyección utilizada y si ésta cambia, esos límites variarán. Este caso, debe considerarse cuando se trata de territorios vecinos dibujados en una proyección distinta, en cuyo caso las hojas no se podrán empalmar entre ambos sistemas.

Las dos posibilidades de división en hojas descriptas: *la división geográfica* y *la división rectangular*, tienen, como se ha expresado, ventajas e inconvenientes y en cada caso en particular será necesario considerar la alternativa de usar uno u otro sistema. A modo de criterio generalizado puede sugerirse la división geográfica en hojas para territorios muy extensos en escalas medias y pequeñas como la utilizada en la Carta Topográfica de la República Argentina; y la división rectangular, en hojas por aplicación de las características de la proyección Gauss-Krüger, para territorios poco extensos a escalas grandes como las ciudades y zonas de influencia.

El formato final de las hojas crea también un condicionamiento porque mientras mayor es éste, menor el número de láminas a dibujar y reproducir, lo que daría ventajas económicas.

Sin embargo, hojas demasiado grandes de una carta topográfica, resultan incómodas no solo para su manejo, sino también para su reproducción ya que este tipo de cartas debe usarse siempre totalmente extendida. No sucede lo

mismo con una carta turística, por ejemplo, que se utiliza generalmente plegada en forma especial para el uso cómodo dentro del automóvil.

Además, es necesario tener en cuenta que la carta topográfica se utiliza siempre reproducida en imprenta, en copias heliográficas, o en salidas gráficas de computadoras, es decir sobre papel que sufre deformaciones dimensionales por efecto de los agentes atmosféricos. Dificilmente se utilice el original, que, por estar dibujado en material especial, conserva la exactitud gráfica. En consecuencia, hojas demasiado grandes producen alteraciones también grandes, aún dentro de las posibilidades de control que indicaremos más adelante. No se incluye en estas consideraciones las salidas gráficas por pantalla de computadora.

De cualquier manera, la forma y tamaño de las hojas a confeccionar debe ser elegido en correspondencia con un *plan cartográfico regional*, que relacione las distintas escalas de ejecución inmediata o futura, las que a su vez forman parte del programa integral.

En este caso, es interesante que las hojas que se relacionen entre sí tengan dimensiones idénticas cualquiera sea su escala, es decir que con 4 hojas a escala $1/n$ se forme una hoja a escala $1/2n$. Cuando esto no sea posible porque el paso de una escala a otra inferior no guarde la relación $1/2$ y las hojas resulten de otro formato, será necesario, al menos, establecer como condición que la nueva hoja comprenda un número entero de hojas en la escala superior. Este sistema corresponde a un verdadero Plan Cartográfico y significa una importante economía, en la composición de cartas compiladas procedentes de escalas mayores como, así también, una mejor relación e identificación de las hojas en las distintas escalas, lo que resulta imprescindible en el verdadero aprovechamiento de la carta topográfica.

Por ejemplo, la Carta Topográfica de la República Argentina responde a un Plan Cartográfico muy bien programado pues puede comprobarse que una hoja a escala $1:100.000$ comprende exactamente cuatro hojas a escala $1:50.000$ y éstas comprenden, a su vez, cuatro hojas a escala $1:25.000$. Sin embargo, no es lo mismo en cuanto a la relación de otras escalas del programa aun cuando una hoja del 500.000 comprende 36 hojas a escala $1:100.000$, es decir un número entero de veces (Fig. 5). (Ver Lámina)

Tratándose de cartas topográficas a escala grande o muy grande como es el caso de zonas urbanas, debe adoptarse igual criterio, pero limitando las hojas por el sistema rectangular de acuerdo a la cuadrícula Gauss-Krüger y buscando, en lo posible, que tales límites correspondan a cifras enteras redondeadas a los cien metros en relación con la escala adoptada.

La división en hojas crea algunos problemas en su utilización práctica, especialmente en territorios extensos, porque a veces un detalle geográfico de importancia resulta cortado por el límite de dos o más hojas. Por ejemplo, un centro poblado que sea seccionado, requiere que se empalmen las hojas para poder tener la información cartográfica simultánea. Naturalmente, este aspecto debe ser considerado al programar los límites de la división en hojas a fin de evitar en lo posible este problema (Fig. 6).

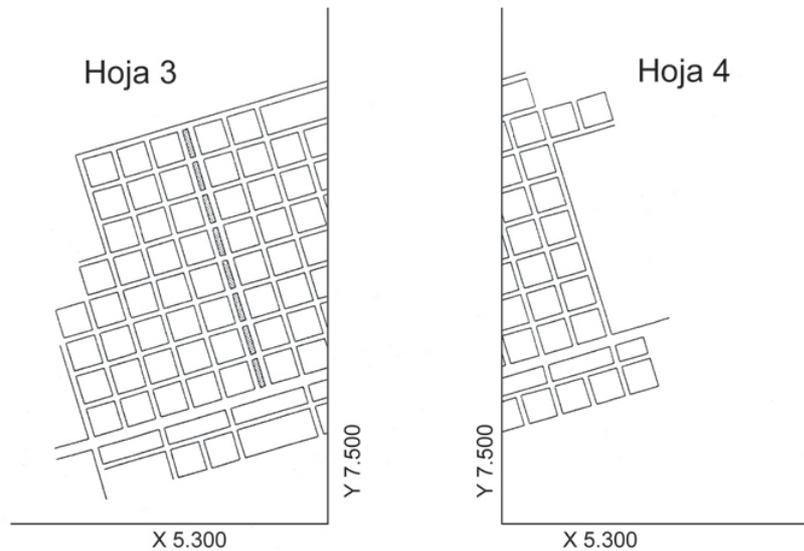
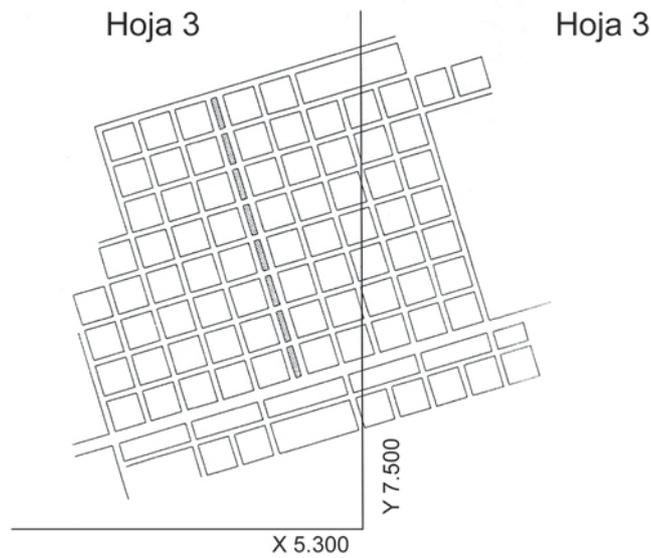


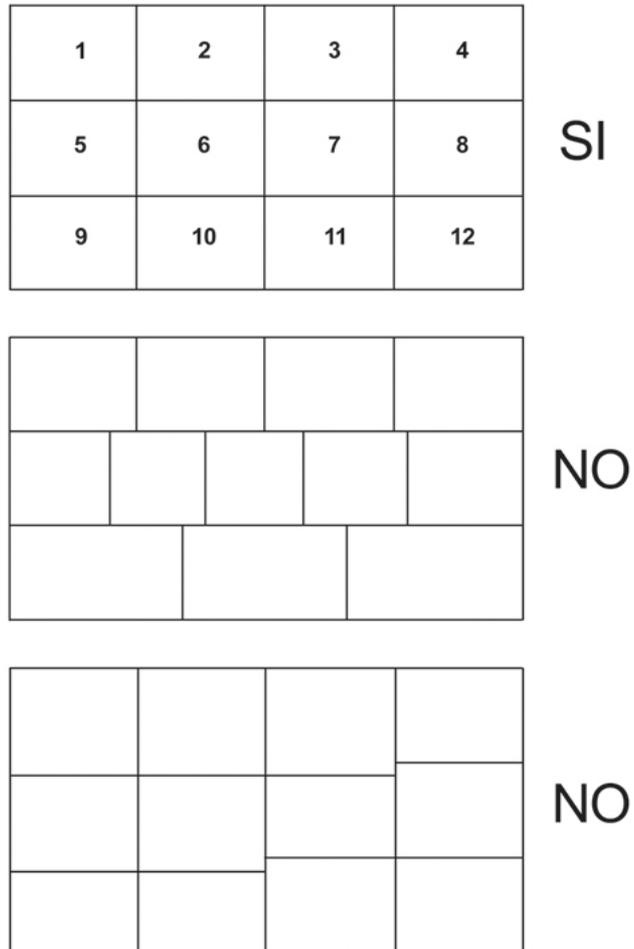
Fig. 6.

A estos fines, es conveniente que el proyecto de división en hojas se realice sobre antecedentes planimétricos como vistas aéreas. Cuando no se dispone de estos elementos, el sistema de hojas queda formado por líneas de división, que se ubican arbitrariamente sobre la superficie a cartografiar corriéndose el riesgo que detalles importantes resulten seccionados y que el usuario de la carta preferiría tener el centro de la hoja.

**Fig. 7.**

En casos como el señalado, el detalle seccionado aparecerá en el borde de la hoja y para hacer más cómoda la utilización de la información territorial que pretende la carta, puede adoptarse alguna de las siguientes soluciones.

Una solución puede ser confeccionar en una hoja suplementaria especial, distinta de las hojas regulares, que contenga el centro de la región, la ciudad o la zona que se desea rescatar para un uso determinado. Esta hoja, por lo general, se dibuja a una escala mayor que la del programa pero debe decirse que no siempre es aconsejable seguir este procedimiento, por el contrario, apartarse del plan cartográfico trazado solo se justifica en casos de excepción.

**Fig. 8.**

Otra solución posible se consigue mediante un desbordamiento de detalles en algunas hojas regulares. Es decir, se sobrepasa el límite del campo de la hoja en algún costado de la misma dibujando el detalle que interesa en el margen que habitualmente queda en blanco, y siempre que ese detalle resulte completo en el espacio disponible. En este caso, se elige la hoja más conveniente para conservar la información cartográfica de conjunto. Por ejemplo, un intercambiador de rutas importantes debe aparecer, en lo posible, en la misma hoja que la ciudad a la que da acceso (Fig.7).

El desbordamiento puede realizarse en casos como el señalado, en que se desea que la zona, la ciudad o el detalle geográfico no puede ser cortado por el límite entre dos hojas, dibujando el detalle completo en una de las dos hojas sobrepasando el borde aunque la hoja contigua debe quedar dibujada completa hasta el borde sin sobrepasar éste; es decir que parte del detalle aparecerá en ambas hojas.

A veces sucede que la descomposición en hojas programada, hace que algunas de ellas tenga poco espacio útil con detalles geográficos dibujados, especialmente cuando se trata de zonas límites del territorio cartografiado ya que solo interesa éste y no las adyacencias, como espacio ocupados por el mar, por otro país o por otra provincia, según el caso de que se trate. En estos casos, puede ser necesario reprogramar la división de las hojas bajo la condición que éstas resulten, preferiblemente cubiertas en su totalidad por detalles cartográficos y la cantidad total sea la mínima posible.

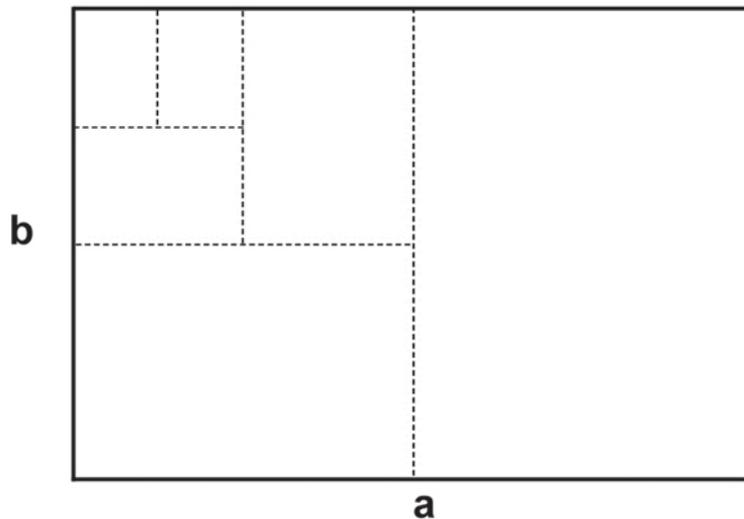


Fig. 9.

Sin embargo, estas condicionantes no autorizan a producir modificaciones en el programa que signifique crear discontinuidades en los límites, o hacer que las hojas no resulten de tamaño uniforme, lo que puede interpretarse en la figura N° 8.

Hasta ahora, nos hemos referido al formato del campo útil de cada hoja, es decir al espacio representativo del detalle cartografiado. El formato exterior de cada lámina debe responder a normas técnicas aceptadas universalmente, para nosotros, las NORMAS I.R.A.M. de las cuales adoptaremos la serie A_0 cuyas características son las siguientes: (Fig. N° 9).

Si designamos con la letra “a” el ancho de la lámina y con la letra “b” el alto, debe cumplirse la siguiente relación:

$$a = b\sqrt{2} \quad (1)$$

La serie A_0 tiene por característica la siguiente relación en sus dimensiones a partir de las cuales se generan distintos tamaños según la necesidad:

$$a \cdot b = 1m^2 \quad (2)$$

Reemplazando en (2) el valor de “a” que indica la expresión (1) se deduce el valor base de “b”=0,841. Reemplazando ese valor en (2), se obtiene el valor base de “a”=1,189.

Partiendo de la relación $a \cdot b = 1m^2$ y aplicando los criterios indicados se obtiene la serie A_0 que es la siguiente:

a = 1,189	b = 0,841
0,841	0,594
0,594	0,420
0,420	0,297
0,297	0,210
0,210	0,148

Puede advertirse en esta serie que se cumple una ley, denominada “del doblado”, por la cual la hoja de papel con las dimensiones indicadas al doblarla por la mitad vuelve a repetirse la relación:

$$a = b\sqrt{2}$$

Lo que permite ampliar esta escala hacia arriba o hacia abajo según sea necesario. Sin embargo, debe preferirse como norma general que la hoja de papel en que se dibuja la carta no sobrepase el $0,50m^2$ de superficie.

6. Numeración y designación de las hojas

En cualquier programa de ejecución cartográfica el proyecto de descomposición en hojas debe incluir un nomenclador numérico o alfanumérico que asegure la identificación y ubicación de las mismas.

Es posible adoptar distintos criterios al respecto, cada uno de los cuales ofrece ventajas según el caso especial donde sean utilizados. Por ejemplo, el criterio adoptado por el Instituto Geográfico Militar para numerar las hojas de su Plan Cartográfico Nacional es el siguiente:

El programa se origina en las hojas a escala 1:500.000 cuya designación está formada por un número de cuatro cifras de las cuales las dos primeras corresponden a la latitud en grados enteros del centro de la hoja y las dos restantes a la longitud en grados enteros del mismo centro, por ejemplo hoja N° 3.166, abarcando un campo útil de dos grados en latitud y tres grados en longitud, en correspondencia con las fajas meridianas de la proyección Gauss-Krüger. (Fig. N° 10). (Ver Lámina).

A su vez, cada hoja a escala 1:500.000 está dividida en cuatro hojas a escala 1:250.000 cuya identificación se realiza por los cuatro primeros números romanos empezando en el ángulo noroeste y aumentando siempre de izquierda a derecha. Este número romano que identifica la hoja del 250.000 es complementario y se adiciona a la nomenclatura de la hoja 1:500.000 a que pertenece. Por ejemplo 3.166-1. (Fig. N° 10). La hoja original a escala 1:500.000 está dividida en 36 hojas a escala 1:100.000 numeradas con números arábigos de 1 a 36 empezando en el ángulo noroeste y continuando siempre de izquierda a derecha de manera que la hoja N° 36 corresponde al extremo sudeste. Este número se agrega directamente al de la hoja a 1:500.000 sin tener en cuenta la correspondiente hoja del 250.000. Por ejemplo: 3.166-8 (Fig. N° 10)

Con idéntico criterio, cada hoja a escala 1:100.000 se divide en cuatro hojas a escala 1:50.000 identificados con números arábigos de 1 a 4 empezando en el ángulo noroeste y continuando siempre en el sentido de la lectura, es decir de izquierda a derecha. Este último número correspondiente a una hoja a 50.000 se adiciona a los otros identificativos de la hoja a 100.000 a que pertenece. Por ejemplo: 3.166-8-3 que será el extremo sudoeste. (Fig. N° 10).

Finalmente, cada hoja a escala 1:50.000 se divide en cuatro hojas a escala 1:25.000 identificadas por las primeras cuatro letras minúsculas del alfabeto, empezando por el extremo Noroeste y continuando la designación de izquierda a derecha. Esta última letra se agrega al grupo de cifras identificadoras de

la hoja a escala 1:50.000 a que pertenece. Por ejemplo: 3.166-8-3-c que será la que corresponde al extremo sudoeste. (Fig. N° 10). En las escalas grandes y muy grandes, en especial, tratándose de cartas topográficas urbanas, un buen criterio es utilizar simplemente una nomenclatura tal que se atribuya a cada hoja un número de orden de 1 a n partiendo de la hoja extrema al noroeste y continuando línea por línea del Oeste hacia el Este y del Norte hacia el Sud. (Fig. N° 11).

Este criterio puede presentar algunas variantes, sobre todo cuando el programa cartográfico a desarrollar comprende escalas sucesivas para el mismo territorio, en cuyo caso debe adoptarse siempre una modalidad de numeración que ponga en evidencia la identidad en las hojas y su relación en las distintas escalas.

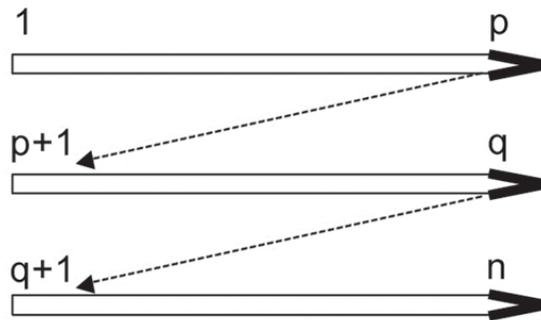


Fig. 11.

Es común que el usuario de la cartografía prefiera que cada hoja tenga su propio nombre, como el de un detalle geográfico destacado, a fin de situarla cómodamente sin necesidad de recurrir permanentemente a la numeración y al cuadro de ensamble con otras hojas.

El uso del nombre de la hoja, como único elemento de ubicación, no siempre es suficiente pues para serlo, requiere un conocimiento previo y bastante profundo de la zona cartografiada.

Por lo tanto, el nombre de una hoja debe ser considerado como un medio accesorio de designación, pues el mejor sistema de identificación y archivo sigue siendo el número.

El nombre de la hoja será el de un detalle geográfico importante que se encuentre dentro de su campo, cuya elección debe surgir de un criterio debi-

damente ordenado otorgando prioridades de acuerdo a la relevancia que el detalle tenga como característico de la zona en que se encuentra, por ejemplo, nombre de ciudad, pueblo, localidad, caserío, paraje, cerro, volcán, lago, laguna, estancia, etc.

Deberá siempre evitarse la elección del nombre de un accidente geográfico que se encuentre en dos o más hojas por ser cortado por la división de las mismas, pues un nombre en esas condiciones puede prestarse a la confusión.

7. Imágenes cartográficas

Como se ha expresado al principio, al considerar las características de una carta topográfica, hemos advertido la importancia de este documento gráfico que precede, necesariamente, a cualquier acción de desarrollo territorial o de estudio geográfico, sea este económico, social, estadístico, etc.

Una carta topográfica debe ser capaz de informar con claridad expresiva y con exactitud correspondiente a su escala, sobre identidad y ubicación del detalle planimétrico así como de la forma y dimensiones del relieve topográfico. Es el único procedimiento que permite una representación real y depurada del espacio geográfico posibilitando su interpretación inmediata.

El espacio geográfico comprende no sólo la superficie de la tierra, sino también las relaciones de orden físico, biológico, económico, etc., que se producen en un lugar y en un tiempo y que comprenden causas y consecuencias de la organización de la tierra y de sus habitantes como vínculo inseparable.

El conocimiento del espacio geográfico se trasmite así, mediante un lenguaje particular caracterizado por el adecuado manejo de un conjunto de símbolos y signos dibujados y ordenados lógicamente que llamamos EXPRESION CARTOGRAFICA y que es parte de la Expresión Gráfica como sistema de comunicación visual.

Este sistema de comunicación se basa en la transmisión visual mediante expresiones gráficas por medio de las cuales el lector percibe, en un instante, una determinada cantidad de imágenes que inmediatamente agrupa en su cerebro en forma ordenada, obteniendo, en el mismo instante, la información territorial que necesita.

Esta percepción inmediata del contenido de la carta por medio de la expresión gráfica, la transforma en un lenguaje de simple comprensión que puede ser asimilado y memorizado con mayor facilidad que los lenguajes orales y

escritos permitiendo, por lo tanto, un mayor volumen de información en tiempo y espacios reducidos.

El estudio científico de la Expresión Gráfica, merece mucha atención en procura de desarrollar los procedimientos más adecuados para utilizar mejor la considerable potencia de la visión, la que sin lugar a dudas, ha sido aprovechada por el hombre desde sus orígenes, lo que nos conduce a asegurar que la imagen ha precedido a la escritura en los primitivos sistemas de comunicación.

El conocimiento teórico de la expresión gráfica, incluye el estudio de sus leyes, su estructura y su estética y constituye el objeto de la SEMIOLOGIA GRAFICA según JACQUES BERTIN (Semiología: del griego - semion = signo y logo = tratado). Es decir que el estudio y manejo de los símbolos y de los signos en función semiótica es el fondo del contenido del lenguaje gráfico en cartografía. En otros campos científicos se utiliza la expresión Semiografía como lenguaje de interpretación en estudios antropológicos.

Los signos cartográficos deben concebirse como consecuencia de la aplicación de reglas y leyes que hemos enunciado y que detallaremos más adelante, estableciendo correlaciones transitorias entre la expresión del signo y su significado, bajo condiciones impuestas por los códigos, como verdaderos sistemas que generan y orientan la lectura y comprensión de estos grafismos.

Como consecuencia de ello, todo signo cartográfico es una entidad conceptual circunstancial formada, en principio, por dos elementos relacionados: la expresión y el significado.

Un signo, por lo tanto, no es un objeto físico, sino la representación gráfica del mismo, situado en el espacio geográfico a que pertenece y que puede ser un detalle morfológico del terreno, un accidente natural, un hecho artificial o una señal existente.

Como veremos más adelante, en la carta topográfica preferimos utilizar la expresión SIGNO y no SIMBOLO, diferenciando ambos conceptos porque el primero es totalmente arbitrario y el segundo, en cambio, presenta cierta analogía o forma evocadora del fenómeno que representa, de utilidad en cartas y mapas temáticos.

En particular a los fines de nuestro estudio nos interesa la IMAGEN CARTOGRAFICA que representa determinados objetos o detalles geográficos mediante signos y que se caracteriza por tres componentes de referencia: dos componentes de localización que llamaremos "X" e "Y" y permiten su individualización en posición absoluta, respecto del plano de referencia donde

se ubica y su situación relativa respecto de otras imágenes; y una componente de caracterización que llamaremos “Z” que constituye el valor cualitativo o cuantitativo de la imagen como puede ser su altura, clase, contenido, etc.

Esta última componente de identificación de la imagen se presenta en seis aspectos distintivos denominados: VARIABLES VISUALES que constituyen la base de análisis de la imagen cartográfica formada por signos.

Según Jacques Bertin autor de la “Semiologie Graphique” y de otras publicaciones sobre el estudio teórico de la expresión gráfica y sus aplicaciones científicas, esas variables son:

- a. Forma
- b. Tamaño
- c. Orientación
- d. Color
- e. Valor
- f. Grano

En realidad las variables visuales son ocho, es decir: dos variables de localización que hemos llamado “X”, “Y” y seis variables de caracterización que hemos agrupado en “Z”. Bajo estas consideraciones, el estudio y elección de los signos a utilizar en la carta está condicionado al análisis y combinación de las variables visuales indicadas, las que en síntesis, ofrecen las siguientes particularidades:

a. Forma

Por su forma, pueden adoptarse distintos tipos de signos:

- a1: Puntuales: como círculos, triángulos, rectángulos, etc.
- a2: Lineales: como líneas continuas; a trazos; simples; dobles; etc.
- a3: Zonales: como zonas de bosques, bañados, etc. que gralmente son superficies tramadas. (Fig. 12).

Debe decirse, en general, que la forma de un signo cartográfico puede variarse cuanto se desee, lo que permite lograr una identificación precisa de los objetos representados. Sin embargo, para la carta topográfica no es conveniente elegir formas demasiado arbitrarias o complicadas, pues provocan dificultades en la percepción visual inmediata para la diferenciación con otras

imágenes. Por eso, en la carta topográfica usamos signos especiales que llamamos Signos Convencionales: que son esquemas centrados en posición real sobre la carta que identifican objetos cuya superficie a escala resulta demasiado pequeña para ser reconocida como tal. Estos signos convencionales, sacrifican a veces su posición real por efectos de la generalización que impone eventuales reducciones de escala.

b. Tamaño

En la carta topográfica el tamaño de los signos está relacionado con la escala, pero sobre todo, con la claridad exigible respecto de su finalidad específica. Un signo convencional de implantación zonal como un bosque tiene necesariamente la forma y el tamaño de la superficie que cubre. En cambio, los signos convencionales de implantación puntual o lineal pueden variar el tamaño, sin que por eso dejen de cumplir con la exigencia de las componentes de localización y de caracterización. De todos modos, También están condicionados por la escala de la carta y por la generalización del detalle que la misma imponga.

IMPLANTACIÓN	PUNTUAL	LINEAL	ZONAL
Forma ≡			
Tamaño ○ ○ ○ ≠			
Orientación ≡			

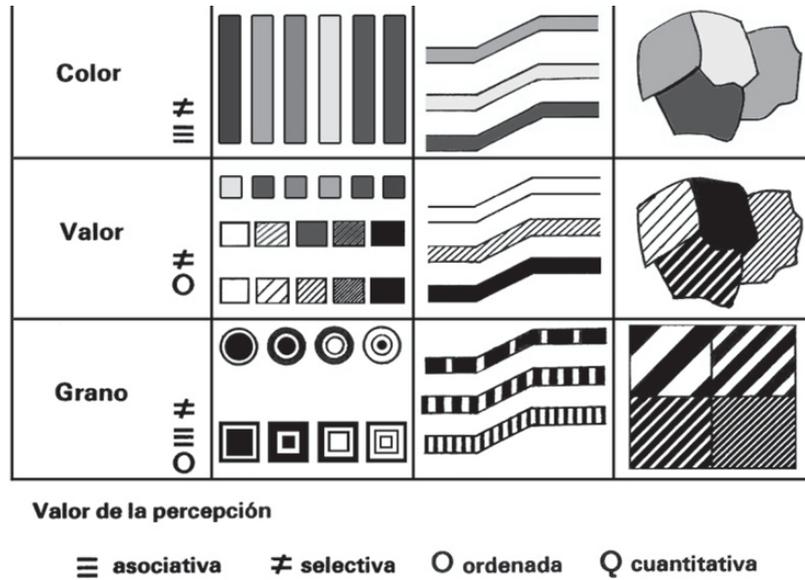


Fig. 12.

Esta variable tamaño, es de relevante importancia en la simbología para las cartas y los mapas temáticos sobre todo cuando se representan fenómenos cuantitativos y sus correlaciones. En estos casos los símbolos se dibujan en su propia escala no relacionada con la escala de la carta base, que es el fondo geográfico para la información.

Estos símbolos cuantitativos característicos de los mapas temáticos se dibujan en escalas proporcionales a la magnitud del fenómeno que representan. Por ejemplo, los mapas de densidad de población deben recurrir a símbolos que indiquen la cantidad de habitantes adoptando escalas continuas, según series aritméticas, geométricas, logarítmicas, etc. que hagan perceptibles los efectos y la tendencia del fenómeno representado. (Fig. 13).

c. Orientación

Un signo puede cambiar su significado según como esté orientado en su lugar de implantación aun cuando conserve su forma y su tamaño. Sin embar-

go, las posibilidades de orientación son limitadas aun cuando puede ser aplicado a todo tipo de signo de implantación puntual.

Solamente el círculo no admite cambio de orientación a menos que se dibuje un diámetro u otro elemento lineal adicional como ejemplo un signo convencional que represente una capilla en la carta topográfica que según el manual de Signos Cartográficos del Instituto Geográfico Militar Argentino es un círculo con una cruz en la parte superior. (Fig.14).

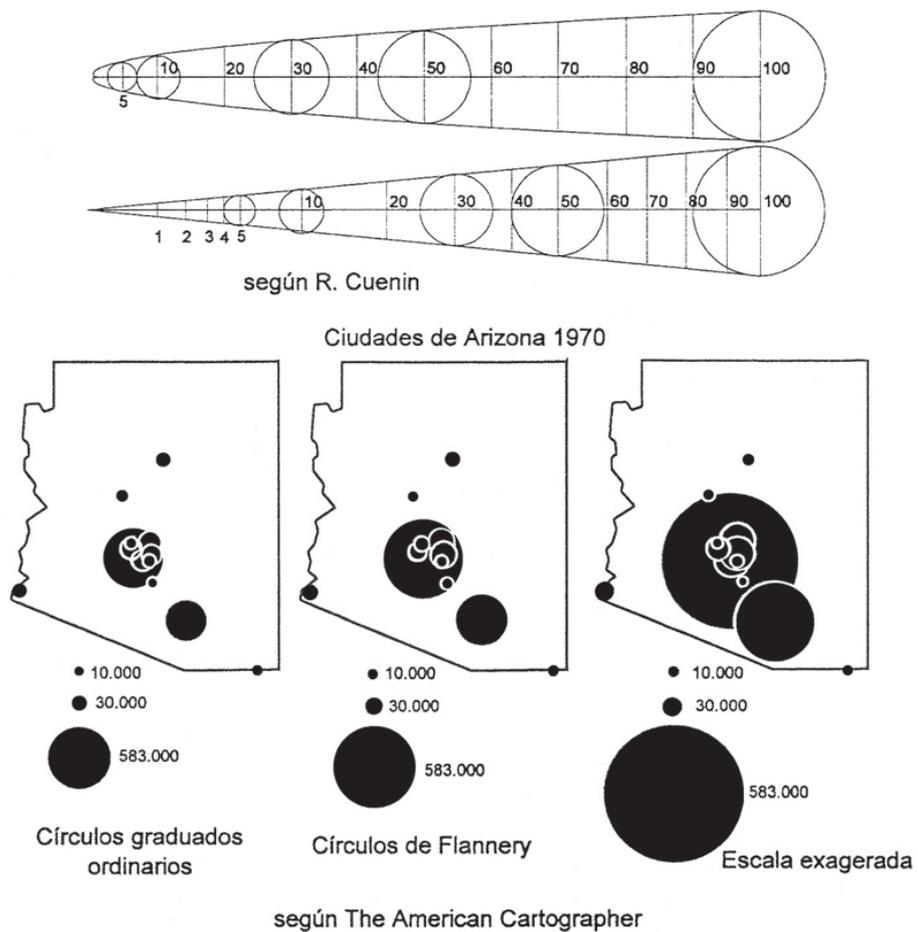


Fig. 13.

Esta variable orientación es selectiva y permite en muchos casos reemplazar al color sin que se deteriore la imagen; por ejemplo, en la implantación zonal de un bosque, un pantano, etc. favoreciendo además, la percepción visual por combinación con otras variables.

d. Color

El color es una variable intensamente perceptible por el ojo, y por lo tanto, es diferencial y selectiva. Sin embargo, su utilización exige respetar complejas estructuras que comprometen distintos aspectos, a veces contradictorios entre sí, que responden a características de orden físico, psicológico, subjetivo, simbólico y estético del color

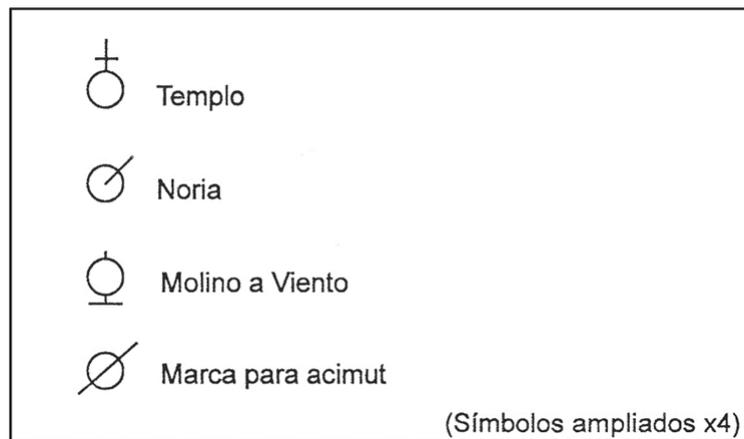


Fig. 14.

El estudio detallado de estos aspectos, por su importancia, merecen una atención preferencial que no será posible desarrollar en el presente tema y quedará en otro capítulo especial de la Cartografía Artística y en la reproducción de Cartas y Mapas.

En su aspecto general, los llamados colores plenos se ordenan en el espectro visible por el ojo según las longitudes de onda crecientes de las vibraciones luminosas, lo que permite ordenarlos de la siguiente forma:

VIOLETA - AZUL - VERDE - AMARILLO - NARANJA - ROJO.

En esta escala continua, ordenadas por las longitudes de onda crecientes, no tienen el mismo orden las distintas tonalidades que puede tener cada color; por esta razón la variable COLOR debe ser analizada siempre en correspondencia con la variable VALOR, porque el ojo tiene tendencia a ver ordenadamente el valor o TONO antes que el color propiamente dicho o color pleno. Muchas veces, por confundir estas dos variables visuales: color y valor se cometen errores graves en la confección de cartas en colores y se malgasta el alto costo de la impresión.

Según H. Gaussen en su obra "L'emploi des couleurs en Cartographie" es mejor clasificar los colores según "tonalidades" crecientes a ambos lados del amarillo, obteniendo una gama "CALIENTE" formada por: AMARILLO - NARANJA - ROJO - ROJO/VIOLETA y otra gama "FRÍA" POR: AMARILLO - VERDE - AZUL - AZUL/VIOLETA.

La aplicación de estos criterios tiene especial aceptación en Cartografía Temática, por ejemplo en Cartas Climáticas mediante el uso de las llamadas ANALOGÍAS PSICOLÓGICAS DE GAUSSEN en que los azules representan zona de humedad, los rojos zonas cálidas, los amarillos zonas de sequía y las combinaciones entre ellos para climas intermedios.

En la carta topográfica, en particular, los colores se utilizan obedeciendo a convenios aceptados en forma universal y en términos generales: los azules para representar el agua en sus distintas manifestaciones geográficas: mares, ríos, lagos, etc.; el verde para la vegetación en general; el pardo o rojizo para las formas del terreno sobre el nivel del mar y el negro para las obras implantadas por el hombre.

Es necesario destacar, respecto de la carta topográfica, que la diferencia entre los colores es más sensible cuando la superficie de los símbolos es grande. Como consecuencia es un procedimiento que se adapta mejor para la implantación zonal.

La implantación puntual o lineal requiere, en cambio, el uso de colores muy diferentes sobre todo cuando el signo es muy pequeño o de trazo muy fino; por ejemplo un círculo de un par de milímetros de diámetro o un triángulo de líneas muy finas en color amarillo serán poco visibles sobre el fondo blanco del papel.

El uso del color en Cartografía requiere de procedimientos fotográficos y de composición en laboratorio para preparar los originales de cada color pleno, lo que lo transforma en un método bastante costoso.

Por eso es que se recurre al uso de tres colores plenos que son los llamados colores primarios: AMARILLO, AZUL y ROJO, los que se pueden combinar para dar todos los colores usuales. Este método llamado TRICOMIA permite trabajar solo con tres originales, uno para cada color pleno, y obtener una buena gama de tonalidades para la confección de la carta en colores. Estos procedimientos de reproducción pertenecen a un capítulo especial de la cartografía que no es el objeto específico del tema aquí desarrollado.

Sin embargo, adviértase que la mayor parte de los procedimientos de reproducción de Cartas Topográficas en escalas grandes se efectúan en blanco y negro, utilizando intensamente la variable visual VALOR, por lo que, al menos en estos casos, el color no es indispensable. Al contrario, la tendencia actual es la de utilizar intensamente y en forma combinada, la totalidad de las variables visuales tratando de reemplazar al color, lo que se logra sin que se resienta la finalidad informativa de la carta. Es la MONOCROMIA que permite disminuir enormemente los costos de reproducción frente a la POLICROMIA que por la complejidad del procedimiento solo se justifica para reproducir un número elevado de ejemplares. Por otra parte, la tendencia de los modernos procedimientos de emisión de cartas automatizadas es a la monocromía.

Corresponde señalar, sin embargo, que se dispone en la actualidad de procedimientos especiales cuando se trata de reproducir por policromía un número limitado de ejemplares. Entre otros, se puede mencionar la Xerografía (procedimiento de reproducción electrostático), que entrega excelentes copias a todo color y a precios muy competitivos con un futuro de acelerado perfeccionamiento.

e. Valor

Dentro de un color es posible variar sus tonalidades y estos distintos grados o escalones forman una variable visual que llamamos VALOR y que se obtiene aclarando el color pleno por medio del blanco u oscureciéndolo por medio del negro.

El concepto de VALOR se expresa, entonces, por la relación entre las cantidades de blanco y de negro sobre una superficie dada formando una escala progresiva y continua con una infinidad de grises intermedios entre el blanco y el negro.

Esta escala de tonos intermedios es siempre monocroma ya que, por ejemplo, una variación del rojo puro hasta el blanco es una variación del valor y no del color. En la práctica se logra superponiendo tramados de líneas blancas sobre el rojo pleno, las que son cada vez más densas hasta llegar al blanco pleno.

La gran ventaja de utilizar esta variable, es que permite prescindir del color utilizando sólo el blanco y el negro, ya que entre ambos tendremos una gama tan completa como se desee de grises, pasando en forma ordenada del blanco al gris claro, al gris mediano, al gris oscuro, etc. hasta llegar al negro. Es aconsejable el uso de esta variable para la simbología de implantación zonal donde es fácil aplicar tramados de puntos o líneas en forma mecánica, por medio de filtros o con las cómodas calcomanías impresas que se encuentran en cualquier comercio de artículos de dibujo y por supuesto, con salidas gráficas de las computadoras.

En cambio, la implantación puntual o lineal de signos, dificulta la apreciación de tonalidades de grises por ser muy reducida la superficie. Por ejemplo, en la representación de una carretera formada por dos líneas paralelas sería necesario un ancho entre ambas más o menos apreciable para que se destaquen distintos grados de grises que se logran por lo general con rayados interiores.

f. Grano

Es la estructura o punteado de la parte interior del signo que le hace tomar aspectos diferentes según que esa estructura sea más o menos compacta por aproximación o alejamiento de los puntos o líneas que rellenan su superficie.

Por ejemplo, en la Carta Topográfica la representación de la planta de edificios de distintas categorías, de gran utilidad para el Catastro, se puede diferenciar perfectamente recurriendo a la variable GRANO mediante ampliación o reducción fotográfica de una trama de líneas. La superficie de cada categoría tomará aspectos diferentes aunque se conserven constantes otras variables como forma, orientación, tamaño, tono y color. Es decir que esta variable adquiere óptima expresión en implantación zonal tratándose de la carta topográfica; en cambio en implantación lineal, el ancho del signo debe tener por lo menos 2mm para que pueda destacar el grano. En cambio, es de aplicación permanente para la elaboración de símbolos puntuales como círculos, cuadrados, etc. en las cartas temáticas.

Esta variación del grano permite obtener series de tramas en forma ordenada y como consecuencia resulta selectiva en la elección o identificación del signo que compone.

Sin embargo, es necesario advertir que en la práctica es difícil establecer una variación de GRANO rigurosa pues siempre existe una combinación en la variable VALOR, por eso las tramas autoadhesivas que se venden en las casas de dibujo deben elegirse considerando las diferencias entre estas dos variables visuales o tener el debido cuidado en la programación del tipo de grafismos, cuando se utilice el procedimiento automatizado con el uso de ordenadores.

8. *Signos convencionales*

Como se ha expresado, la carta es el medio de información territorial por excelencia que pertenece, a un sistema de comunicación característico determinado por la EXPRESION GRAFICA.

Este sistema se basa en esquematizar e identificar determinadas imágenes mediante la elaboración de grafismos convencionales- en forma de dibujos figurativos o simbólicos que responden, en forma directa, a la aplicación de las VARIABLES VISUALES que hemos mencionado y a sus posibles combinaciones que, generalmente están formadas por elementos gráficos simples, figurativos del fenómeno que representan o muchas veces totalmente abstractos.

Estos grafismos constituyen un medio de identificación y facilitan la percepción y representación de objetos materiales, fenómenos naturales o conceptos jurídicos, administrativos, económicos, etc. Registrados o referidos al espacio geográfico así como las relaciones entre ellos. Desde el punto de vista de su utilización, general podemos designarlos SIMBOLOS CARTOGRAFICOS dentro del amplio campo de la Cartografía, aun cuando adquieren distintas características en orden a su utilización específica.

En cuanto a estas características de utilización es de interés particular en agrimensura, la simbología de la carta topográfica, para la cual utilizamos grafismos especialmente diseñados que llamamos SIGNOS CONVENCIONALES para facilitar la identificación sobre el dibujo de sistema geométricos y fenómenos geográficos, cuya implementación en el dibujo es rigurosa, conforme a la escala de la carta y dentro de las limitaciones que imponen los

principios de la generalización: así quedarán representados puntos trigonométricos, caminos, ríos, etc.

En la carta temática, en cambio, se representan fenómenos cualitativos o cuantitativos y sus relaciones, como por ejemplo los distintos minerales existentes en un territorio donde el símbolo se ubica aproximadamente en la región a que pertenece cada mineral, es decir no tiene implantación exacta como en la carta topográfica.

Si bien nuestro interés particular en el tema de que se trata, está centrado en el estudio de los signos convencionales para la carta topográfica, hacemos mención a otro tipo de símbolos cartográficos, de uso especial dentro del amplio campo de la Cartografía.

Signos Simbólicos: Son símbolos de fácil localización sobre la carta o el mapa que representan gráficamente un objeto o un hecho en forma evocada o semejante mediante un diseño esquematizado y no tiene implantación rigurosa en el dibujo como los signos convencionales. Sin embargo, en algunos casos especiales suele utilizarse en la carta topográfica, como un “árbol visible de lejos” o una “torre de alta tensión”, etc.

Pictogramas: Son símbolos fácilmente comprensibles porque mediante perfiles o figuras similares, evocan objetos o hechos como por ejemplo el perfil de un barco para representar fenómenos sobre tráfico marino en los mapas temáticos o la forma de un avión para indicar la presencia de un aeropuerto. Dentro de este tipo de símbolos puede incluirse los llamados Ideogramas que expresan una idea o una religión.

Símbolos Proporcionales: Comprenden grafismos que representan magnitudes de distintos fenómenos utilizados en mapas temáticos de carácter cuantitativo a los que hemos referido en particular al tratar la variable visual tamaño.

Gráficas y Diagramas: Pertenecen al ámbito de la Cartografía Temática en especial al campo estadístico y comprenden gráficas circulares como círculos divididos en porcentajes, gráficas de ba-

rras o diagramas de columnas, etc. Si bien se trata de símbolos proporcionales, se estima conveniente separarlos por sus características particulares ya que pueden o no estar relacionados con el fondo geográfico de un mapa. El estudio en particular de esta simbología corresponde a un capítulo relevante dentro de la Cartografía Temática. (Fig. 15).

En general, la elección de símbolos cartográficos para representar hechos existentes o conceptos geográficos es una tarea muy delicada del proyecto cartográfico pues, necesariamente debe existir un convenio indirecto entre el redactor de la carta y su usuario.

La Historia de la Cartografía documenta y demuestra, lo largo y laboriosa que ha sido la evolución para lograr el mejor modo de resolver el problema de la representación cartográfica, atendiendo simultáneamente tanto el aspecto técnico como el puramente simbólico cuya combinación compromete la claridad y la precisión que requiere la información territorial a transmitir.

Antiguamente los objetos representados en una carta o en un mapa, eran diseñados exclusivamente en forma pictórica y vistos desde un determinado punto como imágenes semiperspectivas fáciles de interpretar, pero excluía toda posibilidad de medición con lo que la escala no era aplicable a esos fines y con el agravante que el perfil de cada símbolo, tapaba mucho espacio del dibujo por lo que todo detalle atrás de un edificio representado en su forma vertical, quedaba anulada.

Recién a fines del siglo XVIII apareció la necesidad de confeccionar cartas que permitiesen medidas de distancias, ángulos y superficies lo que se hace posible cuando los objetos son representados en su verdadera posición, forma y tamaño proyectados sobre un plano horizontal.

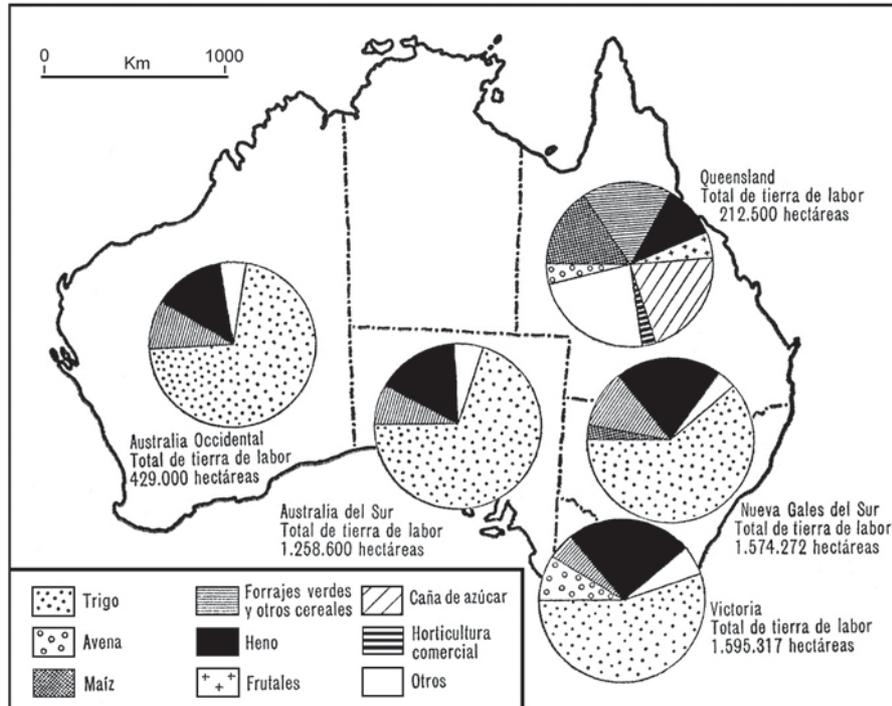


Fig. 15.

Las consideraciones expuestas tiene sólo carácter informativo ya que no es asunto directo de la carta topográfica que estamos tratando, por lo que volveremos al análisis del uso de los signos convencionales.

Los símbolos y en particular los signos convencionales, tienden actualmente a normalizarse en función de la creciente u cartografía en todos los ámbitos de la actividad humana y su los temas de tratamiento en las reuniones científicas vinculados a la cartografía. Esta preocupación se acentúa cada vez más atendiendo al sostenido progreso de la cartografía asistida por computadoras y a la simbología, en estos métodos, procede del dibujo automatizado.

En todo caso, la elección del símbolo más adecuado tiene por finalidad, facilitar la identificación de los fenómenos representados de tal manera que el autor de la carta habrá realizado una verdadera obra de arte cuando logre que el lector de la misma reciba el mensaje de la información territorial mediante una percepción simple.

Dentro de los signos convencionales para la carta topográfica deben distinguirse en general dos tipos de uso para los mismos: por un lado los signos que representan la obra del hombre sobre la tierra, indicando la presencia y la forma del objeto como así también sus características. Por ejemplo un punto trigonométrico, un puente, un camino, etc. cuya estructura gráfica está formada por trazos geométricos simples regulados por normas más o menos estrictas; por otro lado, los signos destinados a la representación de accidentes topográficos naturales que no tienen por lo general, trazos geométricos normalizados y sirven sólo como modelo útil para representar las particularidades del terreno y deben adaptarse solo a su morfología por ejemplo, ríos, barrancas, curvas de nivel, etc.

El símbolo y el signo convencional se dibujan, por lo general fuera de escala, es decir cuando se trata de representar un hecho geográfico natural como un río o una zona barrancosa, solo se respeta el tamaño del accidente en cartas topográficas a escala muy grande, es decir 1:2.000 y mayores.

Los signos convencionales que representan puntos de sistemas geométricos, como vértices de triángulos, poligonales o puntos de nivelación, se dibujan siempre fuera de la escala. Por ejemplo, un punto trigonométrico se representa por un triángulo de 3,5 mm. de lado; en una carta a escala muy grande por ejemplo 1:1.000 esas dimensiones equivalen a 3,5 metros en el terreno lo que no es real, pues el mojón que materializa el punto tendrá 30 x 30 cms. como máximo.

En cuanto a la posición correcta del signo sobre la carta, aunque el punto disponga de coordenadas planas exactas, su situación es relativa en la generalidad de los casos. Sólo en las cartas topográficas en escala muy grande puede lograrse su situación exacta. En las escalas medias y pequeñas, en cambio, a medida que disminuye la escala la posición del signo debe ceder ante la falta de espacio. Supongamos que una carta a escala 1:100.000 tenemos que ubicar una ruta nacional, paralelamente una línea ferroviaria y a continuación un camino secundario en igual sentido, pero además un punto de triangulación; el espacio que ocupan las tres obras viales es de por lo menos 100 metros en el terreno que equivale a 1 mm. de la carta a la escala considerada, espacio éste que no permite colocar exactamente en su lugar cada uno de los signos, por lo que algunos quedarán desplazados en orden a su importancia geográfica. El punto trigonométrico, sin embargo, deberá tener situación exacta conforme a sus coordenadas, aunque los otros elementos deben servir de referencia para su correcta posición relativa.

La utilización de los signos convencionales de una carta topográfica, adquieren distintas características conforme a la implantación sobre el dibujo que requiere la información territorial a transmitir. En este sentido, puede decirse que el signo tendrá una implantación puntual, lineal o zonal.

Signos de Implantación Puntual

Requiere la utilización de figuras geométricas de pequeñas superficies ubicadas en su verdadera posición sobre la carta, como triángulos, círculos, rectángulos, etc. apropiados al objeto representado como punto trigonométrico, punto poligonométrico, construcciones pequeñas, etc.

Estos signos que representan fenómenos puntuales, deben ser de diseño simple y, como se ha expresado anteriormente, se dibujan, por lo general, en un tamaño mayor que el real a la escala del dibujo, aunque su punto central, fácil de identificar por simple percepción, debe ubicarse con exactitud, razón por la cual se eligen figuras geométricas que se prestan bien para estas exigencias. Es poco recomendable utilizar figuras complicadas con trazos adicionales porque son difíciles de dibujar y pueden resultar confusos en la reducción fotográfica a que son sometidas frecuentemente las cartas topográficas.

En la implantación puntual, un signo debe ser elegido considerando las siguientes variables visuales: forma, tamaño, orientación y color y sus correlaciones.

Los signos puntuales no siempre tiene una forma evocadora del objeto que representan, por lo que requieren necesariamente una codificación que deberá quedar establecida en un lugar visible de la carta como convenio explícito entre el autor y el lector. De esta manera, y con la combinación de las variables visuales, se evita confundir algunos signos que representan objetos distintos, aunque tengan la misma forma, por ejemplo, el círculo que puede representar un punto poligonométrico, un pozo de agua, un monte bajo, etc.

Signos de Implantado Lineal

Las líneas convencionales que representan accidentes y se desarrollan longitudinalmente como caminos, vías férreas, ríos, límites administrativos, etc.

pueden ser de trazos simples, dobles y aún triples o pueden ser continuas o discontinuas, rectas o curvas, etc. La línea pura no tiene en sí un significado en la Carta Topográfica para la representación de un elemento longitudinal a excepción de los límites parcelarios.

Un trazo continuo debe siempre relacionarse con un fenómeno también continuo y completo como una curva de nivel en la representación de la morfología, o un camino terminado y en uso en la representación de fenómenos geográficos. Un trazo discontinuo, en cambio, representará objetos incompletos o inseguros como líneas de forma (no curvas de nivel), caminos en construcción, huellas, lagunas temporarias, etc.

La implantación de este tipo de signo debe ser rigurosa para el eje de la figura con las variantes que imponga la generalización relacionada con la escala de la carta.

La elección de los signos convencionales lineales importa conocer el efecto visual de los mismos, una vez completado el dibujo sobre todo cuando se trabaja en monocromía, como sucede en la carta topográfica a escala grande, atendiendo a lograr una buena diferenciación, por ejemplo entre ferrocarril, caminos de distintos tipos, canales y otros elementos de trazo geométrico que pueden enmarañar el conjunto. Así, también, en estos casos, la relación entre las curvas de nivel, y las vaguadas y corrientes naturales de agua. Menos problemas existe en policromía donde estos elementos aparecen diferenciados en la variable color.

Debe decirse también que los signos lineales, resultan de una gran importancia para conseguir un adecuado valor estético de la Carta Topográfica, especialmente en las escalas grandes, ya que un ancho demasiado pronunciado quita elegancia al conjunto y uno demasiado pequeño empastará las reproducciones quitándole nitidez, sobre todo en las reducciones fotográficas.

Finalmente, diremos que en este tipo de implantación lineal deben considerarse las siguientes variables: forma, tamaño y color, aunque en modo muy limitado pues la forma para un camino, por ejemplo es prácticamente la misma que para un canal y el tamaño debe aplicarse solo al ancho pues el largo es el que realmente tiene el accidente geográfico. Lo mismo sucede con la representación de un río en que en las escalas grandes tiene la forma y dimensiones que corresponden a la escala utilizada. La variable color, en cambio, es de aplicación, siempre que la carta sea policroma, lo que no es común en este tipo de cartas topográficas a escala grandes.

Signos de Implantación Zonal

En este caso se utilizan símbolos especiales para cubrir una determinada superficie caracterizando fenómenos de tipo extensivo como pantanos, arrozales, cultivos, etc.

Por regla general son símbolos evocativos que se distribuyen en forma simétrica cubriendo todo el espacio a representar, por ejemplo un grupo de cruces dentro de un perímetro geométrico representa un cementerio católico.

En la Carta Topográfica en escalas muy grandes, en especial en cartas urbanas, la implantación zonal suele ser de gran aplicación para diferenciar tipos de edificios en que se trabaja con tramas constituidas por puntos o líneas espaciadas regularmente aunque con orientaciones diferentes. El dibujo a mano o con plantillas de estas tramas es bastante difícil, y generalmente no guarda uniformidad, por lo que es preferible el uso de tramas impresas en folios transparentes que se consiguen en las casas de dibujo y pueden recortarse y pegarse sobre la superficie a representar, especialmente en cartas monocromas.

En la elección de estos símbolos de implantación zonal son de aplicación las siguientes variables: color, valor y grano. La forma y el tamaño son propios de la zona a cubrir cuya implantación responde a la escala del dibujo. El diseño del símbolo interior debe ser esquemático y evocador, como el perfil de una palmera para cubrir la zona de un palmar.

Finalmente, debemos decir que no es posible establecer reglas precisas para la elección de los signos cartográficos ya que los mismos responden a una representación, por lo general de características particulares de cada región geográfica. No obstante, deben aceptarse solo aquellos signos que respondan a una razonada imaginación, atendiendo no solo a la sencillez del dibujo, sino también a la claridad y posibilidades de reducción.

Existe una fuerte tendencia a la normalización de los signos convencionales, en especial en la Cartografía Topográfica, que va adquiriendo una cierta aceptación de carácter universal, en especial en todos aquellos casos que son de uso generalizado y quedando fuera de estos convenios los signos puramente regionales.

Contribuyen a esta tendencia de normalización, por una parte, el empleo generalizado de los símbolos impresos que pueden adquirirse en el comercio y por otro lado la automatización del dibujo como producto de las computadoras.

Para la Carta Topográfica de la República Argentina rigen los signos cartográficos seleccionados en el manual así designado del Instituto Geográfico

Militar, para las escalas 1:25.000 a 1:500.000. Muchos de estos signos pueden ser utilizados para escalas mayores, aunque en estos casos siempre es necesario representar accidentes topográficos naturales o artificiales para los cuales no está previsto el signo correspondiente, oportunidad en la que el Agrimensor podrá dar muestras de su habilidad cartográfica para elegir símbolos de construcción simple y de significado expresivo, cuidando especialmente las tres condiciones básicas de una buena carta: exactitud, claridad y armonía de conjunto.

9. La generalización cartográfica

Introducción

El hombre utiliza sus sentidos para tener una imagen del mundo exterior que lo rodea. Pero esta imagen es muy reducida, ya que la observación de objetos infinitamente pequeños o demasiado alejados queda limitada por su agudeza visual, aun cuando pueda recurrir a instrumentos ópticos o electrónicos para ampliarla.

Entonces, su tendencia natural es a observar desde lo alto para lograr un campo más amplio, procurando utilizar sus sentidos desde un punto único y equidistante, es decir a “vuelo de pájaro”, para obtener una información simultánea y comparable de todo el paisaje en una figuración plana del mismo.

De esta manera, podría suponerse que la mejor forma de tener toda la información necesaria sobre una determinada extensión territorial será observarla desde lo alto, ya que encontrándonos parados sobre el terreno mismo en el centro de ese territorio, sólo podríamos apreciar lo que nos rodea en un entorno bastante reducido, sin poder estimar relaciones de distancia, situación o tamaño, es decir, a escala humana, con todas las deformaciones e imperfecciones que implica encontrarnos al nivel del suelo.

De estas reflexiones podríamos considerar como mejor solución la fotografía aérea, que como sabemos, está tomada desde un avión en ciertas condiciones que permiten obtener una imagen reducida y semejante del terreno, desde un punto de vista del espacio. Naturalmente, existirá una relación entre la distancia focal de la cámara de toma y la altura de vuelo sobre el terreno que permita determinar la escala de esta imagen.

Imágenes del terreno también pueden obtenerse a partir de datos digitales transmitidos desde satélites y sometidos a determinados tratamientos.

Cualquiera sea el origen, una imagen fotográfica del terreno no satisface los requerimientos fundamentales de información depurada que ofrece la carta, ya que aquella tendrá una escala variable en función de los desniveles del terreno, de la distancia de los objetos al punto central y de los inevitables movimientos del avión. Además, la fotografía registra con fidelidad todo cuanto existe en el terreno, siempre en función de la escala media, del poder de separación y del tipo de emulsión utilizada.

Esto trae como consecuencia que el contraste entre detalles vecinos, haga aparecer a algunos de éstos más importantes de lo que son en realidad, o por el contrario, que aparezcan todos tan importantes que no permitan distinguir con claridad los accidentes geográficos que interesan especialmente para determinadas finalidades.

Una carta, en cambio, proporciona una imagen incompleta del terreno y está confeccionada en una escala prefijada que es prácticamente constante, al menos en las escalas grandes. En las escalas pequeñas es controlable cualquier variación conociendo los módulos de deformación lineal de la proyección utilizada. Por otra parte, estos documentos gráficos son el resultado del tratamiento ordenado de la información recogida y de ello surge la selección de detalles geográficos a representar, destacando la importancia de los mismos de acuerdo a la finalidad de su uso y disimulando o anulando aquellos que no son de interés, con lo que la carta resulta de lectura más fácil que la fotografía.

La elaboración de una carta persigue siempre un determinado propósito que es fijado directamente por el usuario en función de sus propias necesidades.

Pero estos propósitos se cumplen únicamente cuando el documento gráfico es capaz de informar con exactitud, claridad y armonía de acuerdo al contenido y a la forma de su representación.

Esto exige una acentuación o disminución de los distintos elementos de la carta, por ejemplo de la hidrografía, el sistema vial, los límites, la vegetación, los lugares habitados, los detalles topográficos, las leyendas, etc.

Vale decir que la composición de una carta requiere la elección de los objetos que valen la pena ser representados, eliminando aquellos que no sean de interés, transformando el producto final en una construcción subjetiva sometida a un conjunto de normas pre-establecidas, en cuanto se refiere a la selección de los objetos y a su representación gráfica.

Aun así, seleccionados previamente, los objetos no estarán representados tal cual son, sino mediante símbolos y signos convencionales más o menos descriptivos, y a su vez, estarán sujetos a variaciones cuantitativas.

La cantidad de estos signos, su distribución y su relación con las variables visuales que se tratan en otro capítulo, dependen del espacio disponible en el papel para su dibujo. Este espacio está en relación con la escala elegida para la carta; como es lógico, a medida que disminuye la escala, se reduce el espacio disponible para colocar los signos y será más exigente la eliminación o redistribución de objetos a representar.

Esta limitación en el lenguaje gráfico es inevitable y pone a prueba en forma permanente, el ingenio y la sensibilidad artística del Agrimensor que deberá tomar decisiones de importancia a cada momento en la elaboración de su carta. De ello depende que el documento gráfico resulte capaz de transmitir la información territorial con exactitud, claridad y armonía, como se ha expresado, facilitando su lectura.

Este problema típico de la cartografía, y fundamental en el proceso de la expresión cartográfica, se resuelve por medio de la GENERALIZACIÓN que es el arte de distinguir lo que es esencial de aquello que no lo es, en la comunicación de la información territorial.

Si bien la Generalización Cartográfica requiere del agrimensor buena dosis de intuición personal, debemos dar algunas pautas sobre los aspectos fundamentales, relacionando algunos elementos técnicos del problema que son aplicables a todos los componentes de la carta: a la planimetría, al relieve, a la rotulación, etc.

Técnica de la Generalización

Desde el punto de vista técnico, el proceso de Generalización Cartográfica, comprende tres operaciones fundamentales: Selección, Esquematización y Armonización.

La Selección: constituye el primer paso de este delicado proceso y viene impuesta por la necesidad de construir una carta cuya claridad facilite su lectura. A esos fines es necesario eliminar todo aquello que resulte superfluo, reservando espacio para los objetos que realmente importan de acuerdo a la finalidad de la carta.

Esta selección de los objetos que deben ser representados, empieza realmente en el propio levantamiento sobre el terreno cuando el agrimensor debe seleccionar qué detalles medir y cuáles dejar, atendiendo a las exigencias de su trabajo. Lo mismo sucede cuando está sentado frente a un instrumento de

restitución fotogramétrica, donde deberá elegir realmente los objetos sobre los que apoyará el estilóptico de su aparato para registrar su posición y dejará de lado todos aquellos detalles que aparecen en el modelo estereoscópico pero que no son de interés, a su criterio exclusivamente.

Vale la pena insistir aquí sobre la importancia de esta selección básica en la obtención de la información, pues es aquí donde el agrimensor, poco experimentado, se sentirá naturalmente inclinado a relevar más detalles que los necesarios y después tratará de elegir una escala más grande que la adecuada para disponer de suficientes espacio en el dibujo y no perder muchos datos obtenidos.

Esta tendencia, cuesta tiempo y dinero; no beneficia realmente, ya que la escala elegida para la carta debe ajustarse lo más posible a la finalidad de la misma. Tomarla demasiado grande, crea problemas de organización, dibujo, etc. y puede en muchos casos hacer perder armonía en el conjunto, por ejemplo si la altimetría no responde a esa escala ya que fue programada para una menor.

La selección en gabinete de la información disponible requiere adoptar, en primera instancia criterios cualitativos o cuantitativos según los detalles de que se trate y según la finalidad del documento a confeccionar. No se trata de pensar por ejemplo que desde el punto de vista cualitativo, se puede suprimir un río y dejar representados sus afluentes porque éstos tienen una finalidad, es precisamente formar el cauce principal.

Desde el punto de vista cuantitativo, no se puede decir por ejemplo: suprimimos todas las poblaciones con menos de 500 habitantes, pues puede existir un pequeño centro poblado que ofrezca relevancia desde el punto de vista geográfico, por ejemplo si en él existe un hospital regional o un cruce de rutas importantes con otros servicios generales.

Tampoco puede adoptarse un criterio mecánico como decir: se suprimen todos los caminos cuyas calzadas sean menores de 7 metros, porque puede existir un camino pavimentado no tan ancho, en una zona donde los demás son de tierra y pantanosos en épocas de lluvia.

En general, podemos decir que la selección no es un procedimiento mecánico como puede ser un colador de arena que deja pasar solo granos de determinado diámetro. Por el contrario, la elección de los objetos a eliminar debe ser inteligente y racional y referirse solo a aquellos menos importantes y menos característicos, conservando a su vez, los que sean útiles desde el punto de vista topográficos, geográfico o científico, según la finalidad de la carta o especialmente aquellos otros que pueden ser necesarios como referencias de

otros detalles; por ejemplo la situación de un cerro característico entre dos arroyos secundarios; éstos últimos son el marco de referencia de aquel detalle orográfico.

Como hemos dicho, la generalización involucra a todos los elementos de la carta y en consecuencia la selección corresponde también a las curvas de nivel. Naturalmente este aspecto resulta íntimamente relacionado con la equidistancia de las curvas y suprimir algunas de ellas crea el compromiso de conservar el carácter morfológico general, es decir, es necesario elegir con precaución las curvas a suprimir.

La selección requiere, en primer lugar, determinar el valor propio del objeto a representar con respecto a la necesidad de su representación en el dibujo, por ejemplo, no se puede suprimir un punto trigonométrico en una carta topográfica porque tiene que ver con el aspecto geométrico de la misma. En cambio, en una carta turística eso interesa menos, pero interesa más resaltar los puntos con vista panorámica o los lugares donde se puede adquirir combustible.

En segundo lugar, debe considerarse el valor de referencia que pueda tener un objeto, como detalle para relacionar otros objetos; por ejemplo, pueden ser poco importantes algunos caminos secundarios de reducido tránsito, pero si en la intersección de dos de ellos existe un monumento histórico como una capilla que es un detalle característico, aquellos caminos secundarios no pueden suprimirse porque son la referencia del detalle que importa.

En tercer lugar, tendremos en cuenta el valor relativo de un objeto respecto de otros de su misma naturaleza, pero cuya importancia resulta distinta; tendremos por ejemplo, la importancia relativa de un río navegable frente a otro que no lo es. O como hemos indicado antes, dos pequeños centros poblados no tienen la misma importancia si en uno de ellos existe un hospital regional a donde se puede recurrir en una emergencia.

La selección es siempre una operación delicada y resulta más fácil cuando la planimetría es uniforme y más difícil cuando no lo es; por ejemplo en el primer caso, o sea en un terreno llano, un pequeño cerro rocoso resulta de una gran importancia, en cambio pasará inadvertido en un terreno accidentado con muchas masas rocosas y densas curvas de nivel.

Muchas veces, resulta conveniente proceder a una selección suplementaria después de estar armada y diseñada la carta, pues en algunos espacios la gran densidad gráfica produce dificultad en la lectura y se hace necesario suprimir adicionalmente algunos objetos representados, tarea ésta que resulta aún más exigente que la primera selección. Otras veces, en cambio, hay poca

densidad gráfica donde se habían suprimido, por ejemplo, algunas curvas de nivel auxiliares; esta selección suplementaria puede aconsejar incorporar esas curvas nuevamente hasta que se logre un adecuado equilibrio en la densidad gráfica del documento.

La Esquemmatización: La palabra esquema viene del latín “schema” y significa figura, o sea en nuestro lenguaje cartográfico debe entenderse como símbolo, es decir grafismo o dibujo simbólico que representa objetos materiales, hechos existentes o conceptos del espacio geográfico.

En consecuencia, la esquematización en el proceso de generalización cartográfica, tiene que ver con la elaboración de símbolos y signos convencionales, como primera etapa de la programación de una carta. Y esta elaboración de símbolos, a su vez, requiere de la utilización racional de las variables visuales referidas al aspecto cualitativo del símbolo, es decir: forma, tamaño, orientación, color, valor y grano.

Deben distinguirse dos tipos de esquematización: la estructural y la conceptual.

Esquemmatización Estructural: Consiste en una simplificación en las formas de los detalles de implantación lineal, como caminos, canales, ríos, costas de lagos, contornos de bosques, límites administrativos, etc.

Esta simplificación puede, en algunos casos, significar que se redondean o suavizan sinuosidades demasiado complicadas que dificultan la lectura de la carta o que se supriman ángulos que no conducen a clarificar el carácter general del signo utilizado. En otros casos, puede ser necesario exagerar algún detalle, precisamente para hacer resaltar el carácter, la dirección o la característica propia del elemento lineal representado.

Naturalmente, la esquematización estructural requiere tener presente la finalidad de la carta atendiendo a que, a medida que disminuye la escala, el diseño del signo se hace más comprometido con la reducción del espacio disponible, pero sin perder el carácter general del accidente geográfico a representar.

La esquematización estructural de las curvas de nivel debe considerarse como un caso particular, porque cuando la escala disminuye estas líneas van perdiendo su carácter, es decir dejan de ser geoméricamente líneas que unen puntos de igual altura para transformarse en un medio de expresión de las formas del terreno, alejándose cada vez más de su verdadera posición original

que corresponde a escalas grandes. Este tema está tratado con mayor detenimiento en otro trabajo en preparación.

Los detalles de implantación puntual, ofrecen menos problemas porque se pueden esquematizar por medio de signos puntuales ya sea en forma aislada o en grupos. Y los de implantación zonal aceptan igual consideración pues son solo símbolos evocativos y es cuestión de reducir la intensidad, o sea procurar un espaciamiento uniforme conservando, como se ha expresado, el carácter general que delimita la zona correspondiente.

Es importante considerar, finalmente, que en la esquematización estructural se conserva la posición del signo no solo en su aspecto absoluto, sino también en su posición relativa respecto de otros signos, vale decir que se respetan también las dos variables visuales de posición “X” e “Y”, claro está, dentro de las limitaciones que imponga la escala de la carta, pues como ya sabemos, a medida que la escala disminuye, la falta de espacio, obliga a sacrificar la posición exacta de algunos objetos en favor de otros.

Esquematización Conceptual: Se aplica cuando la escala disminuye mucho y se requiere una expresión cartográfica menos detallada como si se observara el detalle desde un punto más lejano, entonces necesariamente, se modifica la verdadera posición del signo, pues lo que interesa es solo el concepto en cuanto a la presencia del detalle geográfico en ese sector.

No debe pensarse, que en estos casos, puede prescindirse del criterio personal del agrimensor. Por el contrario, solo él puede tomar las decisiones que corresponden, pues conoce el carácter geográfico de la región y la relación entre los distintos elementos a representar, en virtud de su propios relevamientos.

El mejor ejemplo puede verse en la representación de poblaciones para las cuales existe una gama muy extensa de posibilidades, desde las grandes escalas en que se representan las manzanas con sus calles, plazas, parques, rutas de acceso, etc. hasta las escalas muy pequeñas, en que todo se reduce a punto predeterminado, y en que solo se mantiene el concepto de existencia del centro poblado en esa región, sin que sea exacta la ubicación de su punto central.

La Armonización: Es la etapa final del proceso de generalización cartográfica y tiene por finalidad producir un adecuado equilibrio entre la representación gráfica de los detalles, a fin de lograr las tres condiciones básicas que debe reunir una carta: exactitud, claridad y expresividad.

Esta etapa es necesaria, no solo porque la selección inicial de objetos a representar puede crear un desequilibrio del conjunto conforme a la finalidad específica de la carta, sino que la posterior esquematización suele producir exageración de algunos símbolos o signos convencionales y la reducción de otros, creando, la posibilidad de un cambio de su posición correcta, es decir, fomentando una falsedad del conjunto.

Por lo tanto, podemos decir que en esta etapa deben producirse los retoques necesarios a cada detalle representado, pero atendiendo especialmente al conjunto y no al detalle en particular, lo que necesariamente puede llevarnos, en algunos casos, a empezar desde el principio, es decir, desde la propia selección de los objetos representados.

Naturalmente, aquí debemos insistir nuevamente en que esta depuración del producto cartográfico final es más exigente, a medida que disminuye la escala, ya que la posibilidad de representar el terreno con fidelidad suficiente, sea planimétricamente o altimétricamente, es privilegio de la carta topográfica a escala grande, porque el espacio gráfico disponible permite ubicar los detalles en cantidad y proporción parecidas a la realidad. En las escalas menores, en cambio, la falta de espacio obliga a ser riguroso en las distintas etapas de la generalización.

Sin embargo, a medida que disminuye la escala, la carta se hace de utilización más general, pero disminuye la posibilidad de representación y en consecuencia, debe reducirse el número de detalles simplificando y esquematizando las imágenes a tal punto que es necesario, muchas veces, modificar los signos convencionales, simplificando su forma y tamaño recurriendo, cada vez más a las combinaciones posibles de las variables visuales.

Este aumento de la expresión convencional obliga al desplazamiento, voluntario o no, de los signos respecto de su verdadera posición, rompiendo el equilibrio natural de la carta, y favoreciendo cierta categoría de detalles, por deterioro de otras, sobre todo porque se amplían las dimensiones aparentes de los objetos.

Por ejemplo, en una carta a escala 1:100.000 tomemos un detalle muy común como es un camino pavimentado, luego las vías del ferrocarril y del otro lado un camino de tierra. Utilizando la simbología adecuada veremos que el camino pavimentado se representa con una línea doble cuyo ancho total es de 0,9 mm, lo que a la escala de la carta representaría un ancho total de 90 m, pero en realidad el camino tiene 30 m; El ferrocarril se representa con una línea de 0,3 mm, que a escala serían 30 m cuando en realidad tiene 20 m El camino secundario se representa con dos líneas paralelas con un ancho total

de 0,7 mm y que a escala significan 70 m, cuando en realidad tiene 14 m. Los tres elementos juntos se representarán gráficamente con un ancho de 1,9 mm que a escala significarían 190 m, pero éstos tres accidentes en realidad ocupan en el terreno un ancho total de 64 m es decir, que la representación gráfica crea una exageración deformante prácticamente igual a 3 veces.

Si el mismo ejemplo lo aplicáramos en una carta a escala 1:500.000 veríamos que la exageración de este conjunto de detalles resulta igual a 9 veces. Y si en esta escala se representan otros detalles mediante signos cartográficos de implantación puntual, como por ejemplo un pozo de agua, con un círculo de 1 mm de diámetro, la exageración respecto del tamaño real es de 250 veces.

Consideraciones Finales

La generalización cartográfica debe realizarse teniendo en cuenta algunos aspectos que son determinantes tanto en la selección de los detalles a representar como en su esquematización a través de la simbología.

En primer lugar, es necesario tener en cuenta cual será la finalidad específica de la carta que se confecciona, pues de ello depende la forma como debe estar presentada. Por ejemplo, una carta topográfica debe tener necesariamente representados con exactitud los puntos trigonométricos y poligonométricos, las curvas de nivel con su equidistancia y los detalles planimétricos vinculados con la finalidad puramente técnica que se persigue. Una carta turística a la misma escala, como las del Automóvil Club Argentino, no requiere la posición de los puntos trigonométricos, ni las curvas de nivel, porque el automovilista no entenderá de su aplicación. Pero sí es importante reconocer el tipo de caminos que deberá transitar, los lugares desde donde puede abastecerse de combustible, u otros servicios esenciales para un viajero, etc. Cada una de estas cartas requiere una simbología propia y aun cuando en algunos casos pueda ser común, variará la dimensión de los signos así como la escritura y otros aspectos que son característicos y establecen una diferenciación neta.

La escala de la carta tiene una influencia determinante en el proceso de generalización, por cuanto a medida que disminuye la misma, el espacio disponible se reduce en proporción igual al cuadrado de la relación de las escalas. Por ejemplo, en la escala 1:50.000 un territorio que ocupa 10 x 10 mm, es decir 500 x 500 metros en el terreno, al pasar a la escala 1:100.000, ese espa-

cio queda reducido a 5 x 5 mm es decir 1/4 de la superficie gráfica disponible en la primera carta. Es de apreciar entonces que la generalización deberá ser estricta para que la carta a menor escala resulte tan legible como la original, aunque tendrá, por cierto menos detalles y probablemente se habrá sacrificado la precisión relativa.

Este proceso resulta lógico, pues mientras en una carta a escala grande interesan los detalles particulares, como cercos, acequias o límites de propiedad, si se trata de catastro parcelario, en las cartas a escala menores, en cambio, solo interesa la configuración general que representa una buena imagen del espacio geográfico.

Las características geográficas de la región a cartografiar, tienen una influencia determinante en la generalización, especialmente en la etapa de la selección de los detalles a representar ya que éstos deben quedar con el máximo de claridad y eficacia demostrando el carácter y los trazos esenciales de la región, suministrando además, puntos de comparación entre las regiones semejantes.

No resulta igual el criterio a aplicar, en la generalización de una zona muy poblada, al de una zona desértica, pues los detalles que son importantes para una, no lo son para la otra. Tomemos un ejemplo muy sencillo: En una zona poblada carece de importancia un pozo de agua o una fuente, pero ese detalle es de carácter relevante en una zona desértica. Podemos aun tomar otro ejemplo característico: En un terreno muy escarpado, un montículo de rocas puede pasar desapercibido, porque es la característica de la región, pero ese montículo no queda inadvertido en un terreno llano donde corta el paisaje.

Finalmente, haremos algunas consideraciones respecto de la cartografía automatizada, o sea asistida por computadoras, atendiendo a sus características y al papel que pueda desempeñar la generalización en este procedimiento técnico de producción cartográfica, totalmente distinto del que estamos acostumbrados.

El sostenido desarrollo de las computadoras en estos últimos veinte años ha tenido su influencia en la cartografía moderna, generando un creciente interés por las cartas y mapas dibujados en forma automática, ya que permite liberar al agrimensor de las complicadas y laboriosas tareas manuales que requieren además la intervención de especialistas en dibujo cartográfico, bastante difícil de conseguir en esta época.

Además, el principal atractivo de esta metodología lo constituye la velocidad increíble con que puede confeccionarse la carta y la enorme riqueza de

información geográfica que puede almacenarse en las memorias de la computadora, capaz de emitir cada vez un nuevo documento cartográfico en la escala deseada.

Esta posibilidad introduce alguna variante en el clásico concepto sobre la relación entre la escala de la carta, la exactitud del levantamiento y la generalización del detalle, ya que toda la información almacenada puede salir gráficamente en cualquier escala.

Como sabemos, el proceso integrado de elaboración de una carta asistida por ordenador requiere al menos, cubrir tres aspectos básicos, que son: El levantamiento de la información, su tratamiento ordenado y la salida gráfica. Esta última, que genera el producto final, responderá a la información almacenada, y producirá el documento gráfico mediante los llamados “periféricos de salida” que por lo general son las impresoras, la pantalla catódica y los trazadores.

Ahora bien, esta salida gráfica responderá a su vez, a una programación específica, luego del tratamiento y depuración de la información, que debiera incluir la generalización adecuada para cada escala a emitir.

Esto no es fácil, porque los algoritmos son un conjunto de reglas y procedimientos lógicos que describen como se puede resolver un problema en un número determinado de pasos, actuando solamente en el campo de la decisión, es decir en la selección mecánica de detalles a incorporar.

No encontramos aquí una forma de relacionar la definición de generalización que hemos dado al principio: “es el arte de distinguir lo que es esencial, de aquello que no lo es, en la comunicación de la información territorial”, con un mecanismo de selección originando en una instrucción de carácter matemático.

Sin embargo, es posible que el agrimensor pueda intervenir en un sistema interactivo y tomar un intercambio continuo de comunicación con el ordenador a través de la pantalla catódica, visualizando en forma inmediata la información seleccionada como etapa previa al dibujo final.

Esta acción interactiva, podría, dentro de determinados condiciones de equipo y de programa, corregir el diseño agregando o quitando datos mediante el uso de “lápiz óptico” u otro sistema, o sea una “generalización digital” si se puede permitir esta expresión. No debemos dejar de mencionar que a través de la pantalla catódica suelen obtenerse “los modelos digitales del terreno” que pueden resultar invalores para una adecuada representación de las formas del terreno mediante curvas de nivel en la carta topográfica.

En estas reflexiones tenemos que decir, que la generalización requiere una elaboración de carácter subjetivo y en ese campo la cartografía automatizada tendrá que establecer una metodología que pueda reemplazar el criterio selectivo y artístico del agrimensor; aparentemente, eso es poco posible, sin embargo, este será el tema fundamental a resolver por la cartografía del futuro.

10. Representación del relieve topográfico

Comprende el estudio de los procedimientos que permiten representar sobre dos dimensiones del plano, fenómenos del espacio geográfico de tres dimensiones, como son las formas del terreno cuyas variaciones cuantitativas son de carácter continuo.

Esta particularidad dificulta la posibilidad de asimilar estas formas a figuras geométricas determinadas, salvo para superficies muy reducidas, razón por la cual la representación deberá realizarse por puntos, o por líneas de iguales características o alturas las que; en general, son abstractas, es decir no se encuentran materializadas sobre el terreno.

Desde este punto de vista, podemos decir que el problema de la representación de la altimetría, al menos en la Carta Topográfica en escala grande, se resuelve por los métodos de la geometría acotada.

Sin embargo, queda pendiente la representación de las formas que permitan obtener una percepción instantánea, en una imagen global y plástica de los aspectos morfológicos del terreno y que no es excluyente del aspecto geométrico, sino que debe ser complementario.

Este aspecto plástico de la imagen cartográfica, se logra por la combinación con algunos métodos como el de sombreado, y tiene éxito en las escalas medias y pequeñas. Para las escalas grandes y muy grandes, debemos conformarnos, por ahora, con una buena solución geométrica del problema, sin perjuicio de reconocer algunos procedimientos algo sofisticados como el METODO KITIRO, que, en nuestra opinión, puede perjudicar la claridad de la representación planimétrica y de la escritura correspondiente.

La solución de la representación de las formas y la descripción morfológica del terreno, ha constituido siempre uno de los problemas fundamentales de la Cartografía y no puede decirse que para cualquier región deba siempre aplicarse el mismo procedimiento, pues interviene no solo la finalidad específica a

que será destinada la carta, sino las características topográficas, el desarrollo humano de la región, y la escala en que será confeccionada.

En este estudio, nos interesa en particular la representación del relieve en cartas en escala grande y muy grande, por lo que reduciremos la descripción a los procedimientos específicos, dejando de lado otros métodos adecuados para escalas menores, como sombreado plástico, hipsometría, etc.

En este sentido, podemos mencionar dos procedimientos técnicos adecuados para la representación de la altimetría en cartas a escala grande o muy grande: La de puntos acotados y la de curvas de nivel.

Puntos Acotados

Un plano o una carta acotada proviene de la determinación de la posición planimétrica y de la cota o altura respecto de un plano de comparación, de una serie de puntos convenientemente elegidos en el terreno.

Esta elección exige que los puntos se encuentren perfectamente distribuidos en los lugares más altos y más bajos, líneas de vaguadas, de crestas, etc., de manera que su densidad sea suficiente para admitir que la pendiente es constante entre dos puntos. De esta forma la superficie del terreno queda bien definida desde el punto de vista geométrico pero la representación general no es de ninguna manera expresiva.

Este procedimiento tiene la particularidad de aprovechar al máximo la exactitud de los levantamientos de campaña, pero presenta el inconveniente de entorpecer la representación de la planimetría, pues al lado de cada punto debe escribirse su cota o altura, ocupando considerable espacio que dificulta la claridad de la imagen a medida que crece la densidad de puntos. Es por eso que este procedimiento no se adapta para un terreno accidentado y se lo prefiere más en terreno llano, sobre todo para los planos de detalle en escala muy grande y en levantamientos con fines muy específicos como la construcción de aeropuertos, la preparación para cultivos por inundación como arrozceras, emplazamientos de edificios, etc. Tiene uso preferido también en cartas marinas, sobre todo en las zonas cercanas de los puertos porque se adapta muy bien a la utilización de la navegación en que es necesario marcar con precisión la profundidad del mar con la particularidad de falta de detalles planimétricos de que carece el lecho marino. En estas cartas topográficas, en general, los puntos acotados se utilizan como complementos de las curvas de

nivel para facilitar la identificación de sus cotas y marcar con precisión la altura de algunos puntos destacados de la orografía, como cerros, crestas, valles, etc.

Otra de las posibilidades de mayor actualidad es la utilización de puntos acotados del terreno para representar su relieve, está en la confección de los “modelos numéricos del terreno” mediante el uso de ordenadores.

Este procedimiento que pertenece al campo de la Cartografía Automatizada permite obtener un modelo de representación de volúmenes en perspectiva isométrica a partir de las tres coordenadas que definen la posición de cada punto en el espacio, es decir las coordenadas planimétricas “X”, “Y” y la cota o coordenada “Z”.

De esta manera se representa la variación espacial de la superficie del terreno respecto de un plano de comparación.

Se asimila a un bloque-diagrama en perspectiva de la superficie tridimensional. El conjunto de tareas necesarias se traduce en un lenguaje matemático, en primera instancia, e informático posteriormente, para que el ordenador pueda elaborar automáticamente, con precisión y rapidez el modelo deseado y conserve en su memoria todos los datos geométricos del relevamiento. Una buena distribución de puntos relevados en el terreno posibilita, por interpolaciones sucesivas, obtener un reticulado ortogonal cuyos cruces de líneas en ambos sentidos resultan acotados formando bases alabeadas de prismas contiguos que definen el volumen representado en perspectiva isométrica. (Fig. 16).

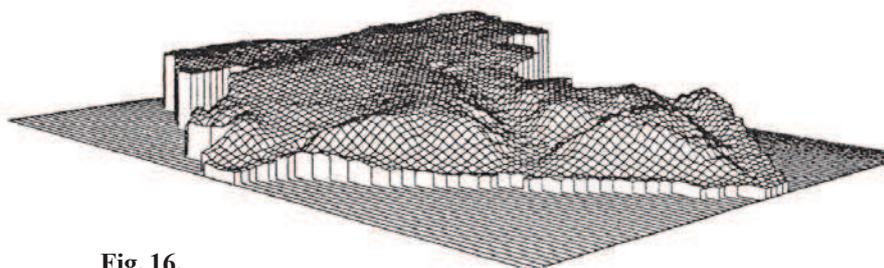


Fig. 16.

Sobre este modelo es posible introducir modificaciones al volumen representado, como el proyecto de un camino u otra obra que signifique movimiento de tierra y, en consecuencia los cálculos volumétricos del mismo. Por cierto,

que a partir de este modelo es posible también el trazado automático de las curvas de nivel, en caso que esa fuera la preferencia del usuario.

Curvas de Nivel

Las curvas de nivel o curvas de altura están formadas por la sucesión de puntos de la superficie terrestre que tienen igual altura sobre un plano de comparación que normalmente es el nivel medio del mar. Estas líneas de igual altura son ideales, es decir, no existen realmente sobre el terreno, pero sí se representan sobre la carta topográfica como la proyección ortogonal de las intersecciones de la superficie del suelo con superficies de altura establecida, con respecto al nivel de referencia, que puede asimilarse localmente a planos horizontales. Estas curvas así resultantes se originan normalmente prescindiendo de la esfericidad de la tierra.

La distancia constante entre dos planos horizontales sucesivos establece la diferencia de altura entre las curvas de nivel correspondientes y recibe el nombre de equidistancia.

Una curva de nivel aislada puede definir solamente la altura de la sucesión de puntos que la forman, pero no representa el relieve del terreno. Para que ello suceda, es necesario que existan grupos de curvas trazadas conservando una determinada equidistancia y cuya densidad debe ser tal que la altura de un punto cualquiera, pueda obtenerse por una simple interpolación lineal entre las dos curvas en que está comprendido.

De esta manera, el terreno quedará perfectamente representado desde el punto de vista geométrico y la condición ideal estará dada cuando las curvas no presenten ninguna discontinuidad, caso contrario, no existirá el efecto plástico de las formas representadas.

La elección de la equidistancia es de gran importancia, ya que debe asegurar una pendiente constante entre dos curvas consecutivas, permitiendo así su uso en la determinación de cotas de puntos aislados mediante operaciones geométricas. Además, cuando la equidistancia no es rigurosamente constante puede resultar falseado el efecto plástico necesario para la correcta percepción del relieve en su conjunto. Por lo tanto, puede decirse que la finalidad esencial de las curvas de nivel es la de suministrar una definición geométrica del terreno, y en forma secundaria, dar, de una manera bastante discreta, una sensación de volumen. Este último aspecto, no obstante, queda reservado

para usuarios con algunos conocimientos de geomorfología y para lectores experimentados, aun cuando para reforzar esta sensación, es necesario recurrir a algunos procedimientos complementarios como el sombreado plástico, que no siempre son aconsejables para cartas topográficas a escala grande.

En efecto, no existe en realidad una solución de tipo universal aplicable a todas las clases de cartas, en cambio puede adoptarse distintos criterios según sea el tipo de relieve a representar o la escala de la carta.

Las cartas topográficas a escala grande y muy grande, se destinan casi exclusivamente a finalidades puramente técnicas como los proyectos de ingeniería, por lo que lo más importante es la representación geométrica tan exacta como sea posible. Estas cartas se confeccionan para ser reproducidas a un solo color con la consiguiente reducción de costos y la representación de la altimetría debe realizarse exclusivamente por medio de curvas de nivel y una red suficientemente densa de puntos acotados.

El aspecto regional del terreno y el efecto plástico del mismo, son normalmente sacrificados en estas escalas grandes, aun cuando se han efectuado algunos ensayos para introducir el sombreado con luz lateral, pero el costo y la complicación, sobre todo en terrenos poco movidos, la reservan para ediciones de lujo. En las cartas topográficas a escalas medias, por ejemplo 1:50.000 a 1:100.000, cuyo uso está destinado no solo a tareas técnicas sino de información territorial, se ha popularizado el uso de curvas de nivel, complementadas con puntos acotados para asegurar una mayor precisión y sombreados para dar un efecto plástico al conjunto.

En cartas a pequeña escala, es decir 1:200.000 y menores, las curvas de nivel pierden precisión, pues es necesario aumentar la equidistancia y someter el dibujo a rigurosa generalización, aun cuando el conjunto sirva para poner en evidencia los aspectos geomorfológicos esenciales. En estas escalas resulta más interesante el uso de la hipsometría monocolor o multicolor para poner de manifiesto la regionalización del territorio conforme a su altura y el sombreado resulta aquí imprescindible acentuándose el beneficio de su uso a medida que decrece la escala.

Equidistancia

Como se ha indicado más arriba, la elección de la equidistancia de las curvas de nivel, que representan el relieve del terreno en una carta topográfica,

es de relevante importancia, atendiendo a las relaciones geométricas que puedan obtenerse de la misma. Esta equidistancia es siempre adecuada al tipo de terreno, es decir aumenta con el ángulo de pendiente media y disminuye a medida que el terreno se aproxima a la llanura. Por cierto que, cuánto más pequeña sea la equidistancia entre las curvas de nivel, tanto más exacta será la representación de la altimetría, y además aumentará la plasticidad de la imagen topográfica. Pero también será más apretada la información, lo que puede dificultar la lectura cómoda de la carta. Y por otra parte, requiere mayor exigencia en el levantamiento de los puntos del terreno, lo que significa elevar su costo. Queda entonces como problema en la planificación de la Carta Topográfica, los beneficios y las dificultades de elegir una equidistancia demasiado pequeña, aun cuando muchos usuarios suelen así exigirlo sin los fundamentos técnicos suficientes.

Podemos decir que la equidistancia entre las curvas de nivel de una carta topográfica debe guardar relación con la escala, a fin de cubrir una de las exigencias básicas del lenguaje cartográfico, que es la armonía del conjunto. En este sentido, diremos que siendo la escala:

$$E = \frac{1}{M'}$$

La equidistancia de las curvas de nivel debe aproximarse a:

$$\Delta H = \frac{M}{1000'}$$

Para terrenos medianamente accidentados, ya que la representación en zona de alta montaña o en llanura requiere consideraciones especiales. Sin embargo, esta proporción respecto del módulo de la escala no es una función lineal, sino que en términos generales, puede decirse que para cartas topográficas en escalas muy grandes y grandes (hasta 1:20.000), suele utilizarse la siguiente proporción:

$$\Delta H = \frac{M}{1000}$$

Para cartas en escala media (1:20.000 a 1:100.000) puede utilizarse, indicativamente, una proporción:

$$\Delta H = \frac{M}{1000} \text{ a } \Delta H = \frac{M}{5000}$$

Para cartas a escala pequeña (1:100.000 y menores) puede acercarse a:

$$\Delta H = \frac{M}{3000} \text{ a } \Delta H = \frac{M}{5000}$$

Estas proporciones deben tomarse con carácter orientativo únicamente, para terrenos medianamente accidentados.

En realidad la equidistancia de las curvas de nivel depende de las siguientes condiciones:

- a) La escala en que será dibujada la carta
- b) La pendiente media del terreno a representar
- c) La distancia gráfica entre curvas, que resulte suficientemente útil y a la vez clara

Si llamamos "D" a la distancia horizontal real entre dos curvas de nivel consecutivas y "a" al ángulo de pendiente del terreno entre ambas curvas, la diferencia de altura entre ambas curvas, o equidistancia " ΔH ", será:

$$\Delta H = D \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Siendo la escala de la carta:

$$E = \frac{1}{M'}$$

La distancia real "D" se representará en la carta por la distancia gráfica V entre dos curvas consecutivas.

$$\Delta H = d \cdot M \quad \text{Luego: } \Delta H = d \cdot M \cdot \operatorname{Tg} \alpha$$

A fin de expresar esa distancia gráfica en milímetros de la carta, tendremos la expresión:

$$\Delta H_m = \frac{d[\text{mm}]}{1000}$$

En la que se encuentran relacionados los tres elementos fundamentales indicados: escala de la carta, pendiente del terreno y distancia gráfica entre curvas (Fig. 17).

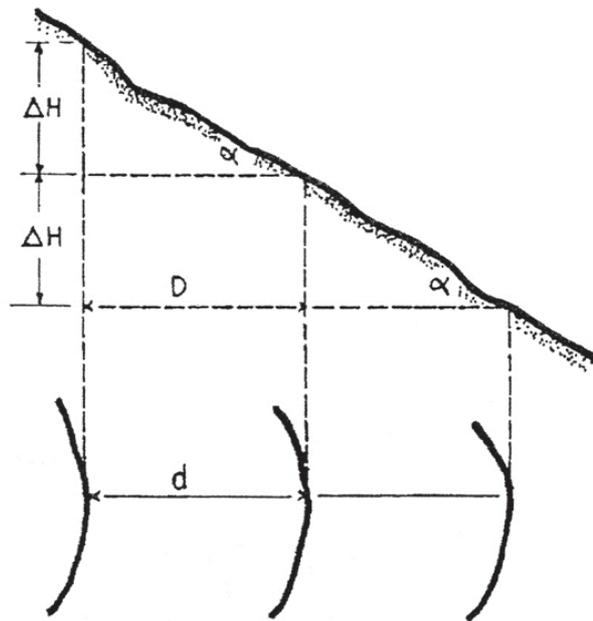


Fig. 17.

En esta expresión existen dos elementos condicionantes de carácter obligado que son la escala y la pendiente del terreno y otro variable como la distancia gráfica entre curvas, que depende de otros factores como son la densidad de representación de la planimetría, la exigencia de uso técnico de la carta y sobre todo la claridad de lectura que se pretenda.

En este sentido, podemos decir que el ojo del lector de la carta podrá captar espacios entre curvas de hasta 0,5 mm, siempre que estos estén dibujados con un espesor uniforme de 0,1 mm.

Este límite parece demasiado exigente para cubrir las tres condiciones básicas de una carta topográfica que son exactitud, claridad y armonía, sobre todo pensando en que este documento no llega únicamente a lectores espe-

cialmente entrenados. Es por eso que parece más prudente aceptar como distancia gráfica mínima entre dos curvas 1 mm. En cuanto se refiere al mayor espaciamiento aceptable, resulta poco justificado establecer un límite en este sentido, que no sea buscando una definición práctica para el uso geométrico de las curvas de nivel ya que el efecto plástico seguramente está perdido. No obstante, y a modo de orientación podemos decir que curvas de nivel espaciadas más de 50 mm difícilmente cubran su finalidad específica.

1. El profesor EDUARD IMHOF de Zürich - Suiza utiliza una fórmula de tipo general para terrenos muy accidentados ($\alpha = 45^\circ$)

$$\Delta H = n \cdot \log. n T g \alpha \text{ siendo } \alpha = \text{pendiente del terreno}$$

Mediante la aplicación de esta fórmula, es conveniente construir gráficos para distintas pendientes tomando como eje de ordenadas la equidistancia a determinar y como abscisas las distintas escalas posibles a utilizar. Sin embargo, esta fórmula no se adapta para pendientes menores y muchos menos para terreno llano, en que la elección de la equidistancia requiere un análisis muy particularizado.

El resultado de aplicar una fórmula para obtener el valor de la equidistancia será un número cualquiera, posiblemente no entero, pero la equidistancia a utilizar debe ser una cifra simple, entera, fácilmente sumable y divisible que permita una agrupación cómoda. El resultado, por lo tanto, proviene de acercar el valor calculado a una cifra convenientemente redondeada.

En lo posible, la equidistancia debe ser una sola en toda la extensión de cada una de las hojas que componen el plan cartográfico. Esta exigencia puede respetarse bastante bien en cartas topográficas a escala grande por cuanto en la reducida extensión de terreno que cubre cada hoja es poco probable que exista una gran variedad de tipos de pendiente pasando de alta montaña a llanura. En escalas medias o pequeñas, en cambio, la gran extensión que cubre cada hoja hace posible esta variedad y una equidistancia única que satisfaga todas las exigencias, resulta de muy difícil elección.

Para salvar este inconveniente, es posible utilizar un sistema de equidistancias combinadas adaptados a los diferentes tipos de pendiente del terreno contenidos dentro de la hoja, es decir haciendo crecer la equidistancia a medida que la superficie a representar sea más abrupta. Este procedimiento puede utilizarse únicamente en escalas pequeñas, pero su uso debe ser muy

limitado orientado a no destruir la imagen cartográfica, ya que de esta forma las curvas resultan difíciles de leer, y las distintas zonas de la carta aparecen igualmente cubiertas de líneas, ya se trate de terreno muy empinado o suavemente ondulado, dificultándose, por lo tanto, la captación de las formas del terreno. Un procedimiento mucho mejor se logra con el uso de curva de nivel intermedio, es decir intercalada entre las equidistancias normales, procurando hacerlo en forma sistematizada mediante un meditado programa que determine la zona a intercalar y el número de curvas.

Es preferible en estos casos, intercalar una sola curva aun cuando debe aceptarse que, bien dosificado el conjunto, puede admitirse un número mayor cuando se trate de cartas topográficas a escala grande y especialmente en terreno llano, donde la distancia gráfica entre las curvas normales es bastante grande, y por supuesto, siempre que la pendiente intermedia sea uniforme.

Las curvas intermedias son útiles también en terrenos cuya fisonomía cambia bruscamente con la presencia de lomas o montículos en medio de un paisaje llano, resultando un medio eficaz para destacar el carácter geomorfológico de estos accidentes.

Por cierto, las curvas de nivel intermedias no deben captar toda la atención del lector eclipsando la presencia de las curvas normales; por el contrario deben aparecer dibujadas de forma menos destacadas que éstas, ya sea con líneas de menor espesor o con trazos interrumpidos.

Dibujo de las curvas de nivel

El trazado de las curvas de nivel sobre la hoja de dibujo, no debe presentar interrupciones ya que el relieve es un fenómeno continuo, pero es común que se las corte para no afectar la claridad de detalles planimétricos como construcciones, plantaciones, caminos, etc. Esta tendencia se acentúa más en terreno accidentado.

En el dibujo normal de la carta topográfica podemos distinguir al menos las siguientes categorías de curvas de nivel:

- Directrices
- Normales
- Intermedias
- Auxiliares
- Figurativas

Denominamos directrices a una serie de curvas de cota redonda que se eligen cada cuatro o cinco curvas normales y permiten tener una apreciación más inmediata de la altimetría general de la región. Estas curvas directrices se destacan dibujándolas con un trazo más grueso que el resto y colocándole la cota correspondiente sobre el mismo eje de la curva y en una interrupción de ésta, de manera que la lectura se efectúa en forma normal, es decir colocando la hoja dibujada con la dirección Norte hacia arriba. Este número de cifras enteras no debe ser colocado en los bordes de la hoja sino en el interior de la misma, procurando ocupar lugares visibles poco cubiertos por detalles planimétricos y evitando que las alturas de curvas directrices sucesivas resulten encolumnadas o en forma de escalera, ya que este procedimiento atenta contra la estética del conjunto. Debe tratarse con prudencia el engrosamiento del trazo de las curvas directrices para que no produzcan la sensación de terrazas cuando se destacan demasiado de las curvas normales; esto puede producirse sobre todo en las escalas menores.

Las curvas de nivel normales guardan entre sí la relación geométrica que impone la equidistancia elegida y cubren por lo tanto, todo el espacio representado. Estarán dibujadas en un trazo fino y uniforme, por ejemplo, 0,1 mm en el mismo color de las curvas directrices y no lleva numeración ni acotación alguna. Su utilización, desde el punto de vista geométrico, debe siempre relacionarse con los puntos acotados, que seguramente cubrirán distintas zonas de la carta.

Las curvas intermedias ya han sido definidas y su utilización es complementaria de las curvas normales, ya que sólo se utilizan cuando la variación de pendientes del terreno, dentro de la misma hoja, hace que la equidistancia general elegida resulta insuficiente. Se dibujarán del mismo espesor que las curvas normales, pero en trazos interrumpidos cuyas dimensiones aproximadas pueden ser, por ejemplo: espesor del trazo 0,1 mm \ largo del trazo 1 mm y separación entre trazos 0,5 mm. Respecto de los espesores en general, relacionados con el color agregaremos algunas consideraciones más adelante.

Curvas auxiliares se utilizan cuando el terreno presenta alguna particularidad topográfica que no responde al paisaje general y, que por su tamaño resulta menor que la equidistancia entre curvas normales y por lo tanto no es captada por ésta.

Es el caso de pequeños montículos aislados, de dunas, o de una saliente rocosa que queda entre dos curvas de nivel. Esta curva auxiliar se dibuja con líneas de puntos como si fuera una curva de nivel local, perfilando el detalle topográfico. No debe asegurarse valor geométrico compatible con las cur-

vas de nivel normales pues el objeto es más bien poner de manifiesto la presencia del detalle (Fig. 18).

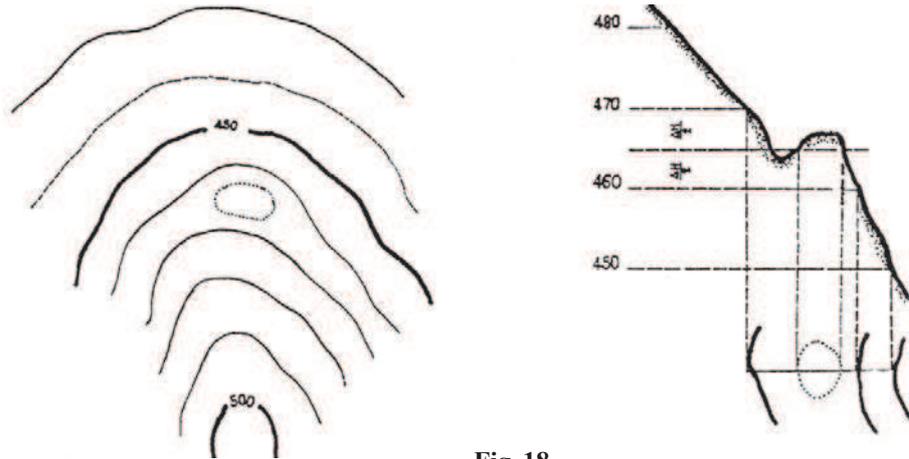


Fig. 18.

Las curvas figurativas son líneas de forma solamente, que no tienen una aplicación técnica definida y concurren a veces para destacar algunas características geomorfológicas locales. Se dibujan en trazos alargados del menor espesor posible cuya longitud no es rigurosa, siendo imprescindible dejar constancia de su uso en los cuadros de referencia de la carta.

Curvas de Nivel en Colores

La posibilidad que presenta el uso de distintos colores en el dibujo de las curvas de nivel en una carta topográfica proporciona un medio más para enriquecer los contenidos y la expresión de la carta, pero es todavía un campo importante de experimentación de la Cartografía que procura lograr un mejor efecto plástico y facilitar la lectura del documento gráfico.

En este sentido, se ha realizado numerosas experiencias, unas más felices que otras, pero finalmente nos inducen a inclinarnos por la representación más sencilla que resulta casi siempre la más eficaz.

Según E. IMHOF, los distintos colores a utilizar en el dibujo de las curvas de nivel pueden seleccionarse según los siguientes principios:

- Diferenciación del color según las características del suelo.
- Variación del color según las distintas alturas.
- Variación del color según perfiles de luz y sombra.

Nos referiremos al primer caso, pues los otros dos tienen aplicación solamente en cartas a escala pequeña cuyo tratamiento escapa, por ahora, a la intensidad de este trabajo aplicado solo a la carta topográfica, en escala grande y muy grande.

Es posible utilizar colores en el trazo de las curvas de nivel que, de alguna manera, evoquen las características generales de la cubierta del suelo donde se desarrollan. Así suele utilizarse, curvas en suelo abierto en color marrón o siena tostado; curvas en zona de nieves eternas o batimétricas, en azul, etc.

De alguna manera esos colores se identifican con el ambiente topográfico; la roca con el negro, la tierra con el marrón, y el agua con el azul como es aceptado universalmente. Con este criterio también podría aceptarse que las curvas de nivel en una zona fértil se dibujen de color verde pero los ensayos realizados en este sentido no dieron ningún resultado porque se trata de un color poco impactante y demasiado parecido al azul, que ya está destinado a la hidrografía.

Tampoco es adecuado el rojo para dibujar las curvas de nivel pues produce un efecto plástico exagerado en grupos de curvas que representan terreno accidentado. El amarillo resulta, por el contrario, poco destacable sobre el fondo blanco del papel.

Por todo ello, es preferible aplicar el criterio de adoptar solo dos colores que de alguna manera responden a los principios enunciados y que limitaremos a la carta topográfica en las grandes escalas: el siena tostado (pero no amarillento) para las curvas de nivel sobre el terreno y el azul para las curvas batimétricas.

Sin embargo, no puede descartarse el uso del negro para las curvas de nivel sobre el terreno, aunque debe tenerse en cuenta que suelen resultar demasiado destacadas y molestar con ello el detalle planimétrico dibujado. Esto se puede evitar disminuyendo el espesor del trazo como veremos más adelante, ya que las curvas en marrón o siena tostado se dibujan un poco más gruesas. La ventaja de la curva de nivel dibujada en negro y con trazo fino, está en la nitidez de las reproducciones ya que tratándose de cartas topográficas a escala grande, el número de hojas a reproducir es siempre limitado y se

realiza por procedimientos comunes como la heliografía o las salidas gráficas de computadoras.

Es necesario aclarar que la elección de los colores o el uso exclusivo del negro, así como los espesores de los trazos, exigen una acentuada prudencia aunque se trate de cartas topográficas en escala grande, pues de ello depende lograr las condiciones básicas del documento: exactitud, claridad y armonía.

El color en que se dibujen las curvas de nivel está directamente relacionado con el espesor del trazo y entre ambos genera el efecto visual necesario para hacer cómoda y clara la lectura de la carta. Por ejemplo, en escalas muy grandes (1:1.000 a 1:2.000) una curva directriz en negro, tendrá un espesor de 0,25 mm y en marrón 0,35 mm; las curvas normales 0,15 mm y 0,20 mm respectivamente. Para escalas 1:5.000 a 1:10.000 estos valores disminuyen un 25 % aproximadamente.

Sin embargo, no se debe exagerar el espesor de las curvas directrices pues se corre el riesgo de que la carta dé la impresión de representar el terreno como si fuesen terrazas. Por cierto que si las curvas resultan demasiado finas tampoco cumplen con la función para las que fueron trazadas.

Es por eso que insistimos en la necesidad de que el agrimensor programe con cuidado la estructura general de su carta topográfica a fin de armonizar el tipo de terreno, la escala, la equidistancia de las curvas de nivel y la densidad del detalle planimétrico, sin olvidar que en las grandes escalas es más importante la expresión geométrica que el aspecto visual del relieve, dado que su utilización será preferentemente con fines técnicos.

En escalas menores, en cambio, y sobre todo en terreno accidentado, las curvas de nivel crean una verdadera articulación figurativa, sobre todo cuando se combinan con sombreado en tonos de color adecuados, lo que se acentúa a medida que disminuye la escala posibilitándosele una expresión gráfica de alto contenido artístico.

11. Carta topográfica automatizada

El diseño Integral de cartas y mapas ha sido siempre una labor intelectual de tipo personal y su diagramación y dibujo se ha resuelto por medios manuales.

Para su beneficio, las técnicas de dibujo recibieron un fuerte avance con la aparición de nuevos tipos de trazadores y grabadores de película que re-

emplazaron a los viejos tiralíneas, como así también calcomanías de símbolos y tramas, escritura mecánica, procesos fotográficos, etc., que trajeron un importante alivio a nuestros agrimensores, aunque no por eso hubo cambio en su tarea del dibujo puramente manual.

Sin embargo, en los últimos veinte años ha sido tan vertiginoso el desarrollo de las computadoras que no podía estar ausente en el mismo su aplicación a la Cartografía, por lo que ésta recurre hoy a la Ciencia Informática para alcanzar con celeridad y excelencia sus fines propios que son medir, tratar y representar los fenómenos que tiene lugar sobre la superficie de la tierra.

Esta metodología cartográfica moderna, tiene un principal atractivo en la confección de cartas en escalas medias y pequeñas y particularmente en la Cartografía Temática para las cuales la enorme capacidad de memoria de las computadoras modernas permite almacenar gran cantidad de datos que pueden luego clasificarse y ordenarse para ser volcados al diseño gráfico.

El creciente interés por las cartas y mapas dibujados por computadoras está motivado, sobre todo, en la eliminación de complicadas y laboriosas tareas manuales que requieren especialistas en dibujo cartográfico, cada vez más difíciles de conseguir.

Pero por sobre todo, el principal atractivo lo ofrece la gran velocidad de producción y la uniformidad del diseño con suficiente exactitud gráfica.

El uso de la automatización para la confección de la carta topográfica a escala grande, es un poco más limitado, teniendo en cuenta el elevado costo inicial del equipamiento (“Hardware”) y el de los programas o instrucciones correspondientes (“Software”) frente a las superficies territoriales muy reducidas que normalmente es necesario cartografiar en estas escalas, en nuestro medio.

Sin embargo, hay que decir que la carta topográfica automatizada tiene su origen en una gran riqueza de información producida en levantamientos de detalle, que le permiten satisfacer las exigencias de cualquier escala. De allí que la producción de la carta puede hacerse directamente en forma automática en la escala de necesidad inmediata.

Esta posibilidad hace variar un poco los conceptos expuestos anteriormente, respecto de la relación entre la escala de la carta, la exactitud del levantamiento y la generalización del detalle.

Por otra parte, encontrándose toda la información topográfica almacenada en la computadora en forma permanente a través de cintas o discos magnéticos, siempre será posible incorporar información complementaria o

modificatoria, de la anterior, con lo que cada nueva carta estará permanentemente actualizada.

Por cierto, que este procedimiento moderno y automático de producción de la carta topográfica debe pertenecer a un conjunto armónico de la automatización “integrada”, desde el acto de levantamiento territorial en campaña, hasta la obtención del producto final. No tendría mucho sentido, al menos para el resultado final, hacer taquimetría clásica o medición con cinta en el terreno, y procesar tal información en equipos tan sofisticados como grandes ordenadores, mesas trazadoras automáticas, etc.

Una descripción técnica de los procedimientos automatizados, que resulta de la aplicación práctica, no será posible en esta oportunidad, dada la extensión que requiere, por lo que nos limitaremos a esbozar los aspectos generales, dejando para la inquietud del lector el estudio detallado de las técnicas correspondientes.

El proceso integral de elaboración de una carta topográfica asistida por ordenador requiere considerar, al menos tres aspectos básicos.

1. El Levantamiento topográfico: Es decir la obtención del material informativo que comprenderá la totalidad de los fenómenos que se producen sobre el espacio geográfico, cuya importancia merezca su representación gráfica conforme a la finalidad de la carta y otras necesidades de información territorial inmediatas o futuras, en el campo de aplicación de la carta topográfica en escala grande o muy grande.

Esta adquisición de la información básica podrá obtenerse por procedimientos directos de relevamiento territorial o por medio de la fotogrametría. En el primer caso, es necesario considerar el uso del instrumental más adecuado compatible con la automatización que se pretende, como por ejemplo, los modernos instrumentos con distanciómetros electromagnéticos incorporados y registro electrónico de datos, cálculo de coordenadas y alturas para su almacenamiento directo en computadoras compatibles con el proceso de automatización de la carta. En el segundo caso, los restituidores analíticos de fotogramas aéreos proveen ya las coordenadas finales de los puntos del terreno como operación simultánea, los que almacenados en cintas o discos electromagnéticos harán posible su ingreso al sistema de automatización de la representación gráfica.

Una tercera fuente de información de datos proviene de documentos gráficos elaborados con anterioridad, como cuadrículas, puntos fijos, referencias o detalles del espacio geográfico que se introducen al sistema mediante el

“digitalizador” o dispositivo por intermedio del cual las imágenes pueden convertirse en una secuencia de dígitos e introducirse en el ordenador.

Toda esta información básica, o sea los datos topométricos, coordenadas de localización del fenómeno, toponimia, etc. ingresan al sistema por los llamados “periféricos de entrada” del ordenador y son puestos en memoria adecuadamente codificados sobre la cuadrícula de referencia que se adopte.

2. El Tratamiento de la Información: consiste básicamente en la verificación de errores, eliminación de datos repetidos, identificación de espacios no relevados y ordenamiento lógico para la etapa final del dibujo.

Los órganos centrales del tratamiento de datos son los “ordenadores” o computadores que no difieren de equipos destinados a otros fines, solamente que en el caso de la cartografía automatizada responden a algoritmos especialmente apropiados a estos fines, de por sí, bastante complicados, traducidos en programas cuyo desarrollo es seguido por una “unidad de control”.

Esta información así tratada será luego transferida al archivo de datos básicos donde la unidad central de Proceso, mediante adecuado “software” cubre ordenadamente las previsiones en materia de cálculos, correlación de datos, distribución, distancias, superficies, forma y dimensiones de los símbolos, escala de reproducción, tipos de escritura, etc., para finalmente almacenar toda la información depurada y ordenada en memoria y/o transmitirlos a los “periféricos de salida” para el dibujo automático de la carta.

3. La Salida Gráfica: Se obtiene por medio de los “periféricos de salida” en distintas formas que proporcionan la información topográfica almacenada en las condiciones expuestas. Algunas de estas formas pueden ser:

a) En “impresora”, obteniendo directamente, sobre papel listados de coordenadas de los puntos, cotas, características cualitativas, etc., por medio de caracteres alfa-numéricos. En casos especiales la impresora puede utilizarse para la confección de gráficos y dibujos topográficos.

b) En “pantalla” que permite visualizar en forma inmediata la información seleccionada como etapa previa al dibujo final. De esta manera, es posible corregir el diseño, agregando o quitando datos topográficos mediante el uso de técnicas especiales como el “lápiz óptico” y otros, se obtiene también, a través de la pantalla catódica, los llamados “modelos digitales del terreno, los que pueden ser procesados en forma digital o gráfica y generar planos de líneas

altimétricas, como así también obtener perfiles, volúmenes, etc., de importancia en los proyectos interactivos de obras de ingeniería.

c) En “trazadores de tambor” que materializan el dibujo en forma continua mediante plumas sobre papel que se desarrolla en forma perpendicular y que es destinado, más bien, a la graficación de datos numéricos, como perfiles, diagramas, etc., más que a la obtención de una carta topográfica con las características de exactitud, claridad y armonía que pretendemos.

d) En “mesas trazadoras”, equipos electromecánicos capaces de interpretar y ejecutar las órdenes provenientes de la cinta magnética de trazado.

Existen hoy numerosos aparatos capaces de producir la carta topográfica en forma automatizada que difieren, por cierto, en tecnología, velocidad, precio, etc., Por ello haremos solamente una descripción somera de tipo general a fin de completar esta síntesis.

Las mesas trazadoras son, en realidad, mesas de dibujo de base plana dirigidas por ordenador que pueden utilizar indistintamente, lápices de microminas, bolígrafo, estilográficas de tinta china o grabadores de película. Alternativamente estas mesas pueden ser utilizadas para obtener información gráfica por medio de la digitalización.

En otro campo no cartográfico, estos equipos son utilizados para el corte automático con gran precisión de piezas de cualquier formato sobre plástico, cuero, cartón y otros materiales de uso industrial.

La superficie de dibujo aprovechable varía mucho con los distintos modelos que se ofrecen en el comercio, pero llegan hasta formatos suficientemente grandes que permiten confeccionar cualquier carta topográfica.

El trazado de líneas resulta de gran definición con espesores teóricos de 0,02 mm, hasta 1 mm para diferentes tipos de líneas: llena, doble, trazos y puntos, etc., y la posibilidad de trazar distintos tipos de símbolos cartográficos y distintas letras y números para la escritura. Estos equipos tienen un extraordinario rendimiento en el dibujo por la alta velocidad inicial (de H² 300 mm/s) para una línea recta en condiciones favorables. Las mesas trazadoras permiten ajuste automático en inclinación y altura y pueden ser conectados a distintas clases de ordenadores, contando con procesadores integrados. El dibujo que se obtiene es de gran definición gráfica, aunque es necesario destacar que ofrece cierta rigidez, cierta dureza, propia del origen totalmente mecanizado, lo que no le resta utilidad práctica. Por lo demás, la representación, tanto de la planimetría, como de la altimetría mediante puntos acotados y curvas de nivel puede decirse que en el estado de desarrollo actual de estas técnicas, no hay limitaciones.

Debe agregarse a las mencionadas posibilidades de estos equipos que la principal causa de su adopción para la confección sistemática de la carta topográfica, es la extraordinaria velocidad de elaboración de las hojas y la capacidad para resolver con igual rapidez la mayoría de los problemas que ofrece la actualización permanente.

Finalmente diremos respecto de esta metodología totalmente moderna, que es sin duda el sistema cartográfico del futuro y que ofrece un campo experimental tan formidable que no sería prudente, en este momento, aventurar un pronóstico de posibilidades dada la vertiginosa evolución de la ciencia informática.

Sin embargo, tampoco sería justo no expresar, al menos, algunos conceptos respecto de la utilización real de estos procedimientos para resolver nuestras necesidades inmediatas de cartografía en escalas grandes y muy grandes y en especial la cartografía topográfica urbana.

En primer lugar, es necesario poner de manifiesto que la Cartografía Automatizada (CAD - Diseño Auxiliar por Ordenador) requiere un equipo (Hardware) de alta sofisticación que exige una inversión inicial bastante elevada. Aunque es posible realizar cartografía, con algunas limitaciones, con el auxilio de las llamadas Computadoras Personales.

En segundo lugar, debe considerarse también, el altísimo costo de los programas (Software) relacionados con el proceso total de obtención de la carta topográfica, dada la complejidad de los algoritmos necesarios para ello. Pero por sobre todo, es necesario advertir que, a nivel de escalas grandes, las necesidades de cartografía están centradas en requerimientos localizados en las autonomías municipales y provinciales. Lamentablemente no existen planes de levantamiento territorial sistematizado en las mencionadas escalas.

Efectivamente, en casos aislados, alguna obra pública, generalmente de poca extensión superficial, reclama una cartografía topográfica en escala grande lo que genera algún problema de ejecución totalmente localizado y por lo general divorciado de los planes territoriales en escalas menores.

En otros casos, también muy aislados, algún municipio reclama la ejecución de su carta básica cuando dispone de un adecuado asesoramiento técnico, pues por lo general estas autonomías carecen de un concepto claro sobre la importancia de disponer de una información territorial integrada que garantice el éxito del desarrollo urbano planificado sobre bases fidedignas. En cambio, se inclinan sistemáticamente por la aplicación de criterios parciales que procuren acrecentar en forma inmediata los recursos presupuestarios a tra-

vés de imposiciones económicas relacionadas con la propiedad inmueble como unidad contributiva útil a ese solo fin.

Afortunadamente, distintas provincias argentinas están proyectando la ejecución de su cartografía catastral regular en escalas grandes. En particular, corresponde mencionar a la Provincia de Córdoba, que ya tiene licitados los relevamientos necesarios, de acuerdo al Plan Cartográfico Provincial, para cubrir todo el territorio con Cartas Parcelarias a Escala 1:50.000 y todos los centros poblados a escala 1:1.000. Estas últimas cartas parcelarias son solo planimétricas con exactitud gráfica regular, a las que podrá incorporarse la altimetría en cualquier momento y disponer así de la Carta Topográfica Regular a Escala grande de los centros urbanos.

Para evitar el deterioro progresivo de la información territorial, que atenta seriamente en contra del desarrollo y que lo mantiene estancado, es necesario preparar en forma urgente programas de desarrollo cartográfico en escala grande y en forma sistemática por parte de todas las Provincias Argentinas con la correspondiente coordinación de la Carta Topográfica Nacional en escalas menores y la debida asistencia técnica a los municipios, cuya ejecución deberá estar coordinada por entidades provinciales especializadas, con la participación activa de agrimensores, desde su ejercicio profesional privado por grupos seleccionados y registrados a esos fines.

En este caso, es justificable ampliamente la inversión en los grandes equipos que hemos mencionado, ya que la cartografía automatizada será el único procedimiento capaz de cumplir tales programas en tiempo y forma recuperando el valioso tiempo, lamentablemente, perdido por falta de visión del futuro.

Pero en estas condiciones de evolución de la técnica cartográfica automatizada y de su imprevisible futuro, es necesario considerar que el agrimensor debe orientar, su concepto de levantamiento territorial hacia esas tecnologías, pero sin perder de vista su finalidad, que es la información transmitida por medio de la expresión gráfica.

Finalmente diremos que, suelen expresarse opiniones en favor de reemplazar totalmente la cartografía clásica por la cartografía automatizada y más aún, reemplazar la cartografía gráfica por la información numérica, en base a la extraordinaria capacidad de almacenamiento, de datos de las grandes computadoras.

Estas opiniones parecen, por ahora, un poco exageradas si se tiene en cuenta que la carta, como lenguaje gráfico de información territorial, no puede dejar de ser exacta, expresiva y armónica, atributos éstos del carácter des-

criptivo de este documento, que de ninguna forma puede dejar de reflejar la fisonomía del espacio geográfico que representa, teniendo en cuenta que la máquina solo trata con la velocidad el material que se le ha suministrado, pero el agrimensor, como ser inteligente, sigue siendo el artífice de su adecuada elección y de las relaciones que producirán un mensaje comprensible y útil a los fines propuestos.

12. Calidad de una carta topográfica

La carta topográfica debe cumplir con requisitos básicos para ser considerado un buen documento de información territorial, que satisfaga las exigencias del usuario. Como mínimo, una buena carta topográfica debe ser EXACTA, CLARA y EXPRESIVA.

Cumplir con tales exigencias, requiere una cuidadosa programación atendiendo, no solo a las necesidades inmediatas del usuario, sino también a su utilización futura por lo que la calidad y cantidad de la información debe garantizarse constituyendo, por sobre todo, un conjunto armónico.

Lamentablemente, la ausencia de un plan cartográfico en escalas grandes originada en la despreocupación de los gobiernos provinciales y en particular los comunales, obligan a cubrir muchas necesidades, frecuentemente no relacionadas entre sí, cada vez que se dispone ejecutar un relevamiento topográfico territorial aislado, por lo que el agrimensor debe utilizar toda su preparación técnica y su ingenio para producir un documento con las bondades exigidas y evitar que el territorio quede cubierto, con el tiempo, por cartas de baja calidad y de distintas características en las que pocos confiarán, contribuyendo una vez más, a una mala inversión pública.

Es conveniente entonces, tener en cuenta cada una de las condiciones básicas señaladas: exactitud, claridad y expresión que componen necesariamente un conjunto, cuya armonía deberá encontrarse.

Las apreciaciones de estas cualidades, que definen en su conjunto la calidad de una carta tienen, por lo general, una dosis importante de subjetividad, ya que lo que resulta bueno para un tipo de usuario, puede no serlo para otro.

En efecto, algunos usuarios como los técnicos, que necesitan obtener medidas de distancia, perfiles altimétricos, etc., harán una evaluación desde el punto de vista métrico, ya que para ellos es fundamental la exactitud gráfica. Para otros, como los planificadores o los geógrafos, es importante la claridad

y la expresión del conjunto que les permita captar rápidamente la información territorial que necesitan y no les interesa tanto la exactitud de las medidas.

La capacidad real de evaluar la calidad de una carta topográfica, en su conjunto, está reservada a pocas personas que tengan una formación técnica y estética adecuada. En efecto, al menos en nuestro país, existe poca cultura cartográfica en los niveles intelectuales y ninguna en otros niveles.

Otros países, en especial los centro-europeos y nórdicos, cuentan con una gran tradición geodésica e instrumental, por lo que las normas de elaboración cartográfica son especialmente severas, lo que garantiza elevada calidad en la mayoría de sus cartas.

1. Exactitud

Esta expresión, en su acepción general, significa “puntualidad y fidelidad en la ejecución de alguna cosa”. En otras palabras, quiere decir certidumbre, contabilidad o conveniencia precisa de las cosas para el fin a que se destinan.

Aplicado a la carta topográfica, el concepto de exactitud, se refiere no sólo a aspectos de la precisión gráfica desde el punto de vista métrico, sino también a la calidad de la representación que asegure una información territorial adecuada a la finalidad del documento.

Analizaremos la exactitud de la carta topográfica desde tres aspectos básicos: la calidad de la información, la precisión de la planimetría y precisión de la altimetría.

1.1. Calidad de la información

Los usuarios de la carta pretenden que ésta sea un fiel reflejo de todo lo que se encuentra sobre la superficie relevada.

Esto no es posible, porque la carta es una imagen convencional de los objetos y fenómenos relacionados con el territorio que no puede ser rigurosamente semejante. En efecto, la representación que se logra en el documento gráfico, proviene del uso racional de un conjunto de signos convencionales ubicados sobre el dibujo con una exactitud que decrece con la disminución de la escala. Así lo exigen las técnicas de generalización.

Sin embargo, es exigible que la información a representar sea completa y adecuada a la escala, a fin de satisfacer la finalidad de la carta y asegurar su exactitud. Así es que, al margen de los aspectos puramente métricos, debe ser completa la información vinculada a la toponimia, los detalles topográficos, la hidrografía, las vías de comunicación, etc.

Tampoco debe recargarse la representación cartográfica, atentando contra la claridad como veremos más adelante y contra el costo final de la operación, ya que la recopilación exagerada de datos encarece enormemente la misma.

Como se ha expresado anteriormente, la inevitable generalización cartográfica, afecta la posición exacta de los signos convencionales, generando alteraciones de naturaleza sistemática, aunque de magnitud variable, que se presentan como corrimientos planimétricos, que fácilmente sobrepasan el milímetro cuando se agrupan demasiado los detalles.

La calidad de la información influye decididamente en la solución de este problema. Los datos deben ser afectados por el primer paso en el proceso de generalización, que se produce durante la selección de detalles a relevar en campaña, por lo que requiere del agrimensor su atención preferencial.

1.2. Exactitud Planimétrica

La exactitud planimétrica de una carta topográfica, está relacionada con la posibilidad de realizar mediciones sobre la misma. Estas mediciones pueden efectuarse para determinar la posición absoluta de puntos aislados, o para conocer distancias entre puntos en distintas partes de la carta.

En consecuencia, estas mediciones están relacionadas con la exactitud con que puntos aislados y bien identificables han sido trasladados al dibujo con relación a la cuadrícula de referencia y con la exactitud relativa entre las representaciones de un detalle respecto a otro.

Estas condiciones son válidas únicamente en cartas topográficas en escala grande, porque el emplazamiento de los signos encuentra generalmente el espacio necesario. En las escalas menores en cambio, la generalización impone un tratamiento distinto para la posición de los objetos representados. Un detalle cualquiera, por ejemplo una intersección de caminos, es probable que esté desplazada respecto de su posición exacta, mientras que otro detalle de mayor jerarquía cartográfica, como es un punto trigonométrico, tendrá la ubicación exacta de acuerdo a sus coordenadas planas.

Las desviaciones en la posición absoluta o relativa de los detalles representados y que son determinantes para juzgar la exactitud planimétrica de la carta, pueden provenir de errores groseros producidos por equivocaciones u omisiones; por errores propiamente dichos del proceso cartográfico; o por necesidad vinculada a la generalización.

Los errores groseros son evitables, con un adecuado programa de control de calidad. Los errores propiamente dichos, en cambio, son inevitables; provienen de las múltiples imperfecciones del proceso de elaboración del documento cartográfico. Los desplazamientos producidos por la falta de espacio, que origina la generalización, son también inevitables pero la selección adecuada de los objetos a representar y la preferencia de unos respecto a otros, para ocupar lugares menos alejados del verdadero, mejorará el conjunto.

La redacción cartográfica genera errores como se ha expresado. Estos errores pueden ser accidentales, como aquellos que se originan en la propia incertidumbre en la ubicación del detalle por sus coordenadas o en la imprecisión del levantamiento. Pero también pueden ser sistemáticos como los que proviene del corrimiento de la cuadrícula, de la deformación del soporte del dibujo o del proceso de generalización.

El aspecto más delicado a tratar en la confección de la carta topográfica es el sistema geométrico de referencia, o sea la cuadrícula y la posición planimétrica de los puntos del apoyo geodésico de campaña, referidos a aquella.

La cuadrícula está relacionada con el sistema de proyección en el plano elegido, el que introduce alteraciones, aunque fácilmente determinables, y que son aceptables cuando el campo de la proyección tiene una extensión limitada, como sucede en las hojas de cartas topográficas a escala grande, en la Cartografía Urbana. Más bien, deben preocuparnos otras causas de error que resultan decididamente perjudiciales como se verá.

La lectura de una carta se realiza normalmente sin la ayuda de instrumentos ópticos, es decir a “ojo desnudo”. En estas condiciones, el ojo humano, conforme a su anatomía fisiológica, puede apreciar hasta 0,1 mm. Podemos tomar este valor como límite del error gráfico, apreciable para el punto mejor ubicado o para la línea más fina en una carta.

En consecuencia, la cuadrícula de una carta topográfica en escala grande, puede ser trazada con una seguridad que no sobrepasa el error gráfico de $\pm 0,1$ mm si se utilizan instrumentos comunes como reglas, plantillas perforadas, etc. En cambio, utilizando coordinatógrafos mecánicos o electromecánicos o mesas trazadoras, el error del trazado disminuye a valores teóricos del orden

de $\pm 0,05$ mm También puede resultar más fino un trazado lineal cuando se utilizan cuchillas o estiletes especiales sobre soportes emulsionados.

La ubicación de los puntos de apoyo referidos a la cuadrícula, tienen una exactitud similar a la de ésta; pero teniendo en cuenta que el documento que llega al usuario no es el original sino una reproducción con menor nitidez que aquel, debe contarse siempre con que el error gráfico teórico de $\pm 0,1$ mm, pueda resultar un poco mayor. Siguiendo el orden lógico del proceso cartográfico, debe suponerse que los puntos de detalle tendrán una posición sobre el dibujo de menor precisión planimétrica que la cuadrícula y los puntos del sistema geométrico de apoyo. La ubicación de los puntos de detalle a partir de sus coordenadas planas ofrece variantes según la escala del dibujo.

En efecto, la propia estructura gráfica del signo convencional, construido desproporcionadamente respecto del verdadero objeto representado, puede ser dibujada ubicando con exactitud su centro en implantación puntual, cuando se trata de escalas grandes, por el amplio espacio de que se dispone; es el caso de una intersección de alambrados, un molino, un pozo de agua, etc. Cuando se trata de implantación lineal, puede ubicarse con exactitud el eje de un camino o un canal, siempre que sean aislados.

Esto no sucede en las cartas topográficas a escalas medias o pequeñas pues disminuye el espacio disponible y el diseño cartográfico introduce nuevos errores en la ubicación de los detalles, originados en los desplazamientos sistemáticos de magnitud variable propios de la generalización.

De allí que debemos diferenciar la exactitud que puede exigirse a una carta en escala grande, como la carta topográfica urbana, de la que se puede obtener en una carta en escala media o pequeña, ya que en ésta, solo algunos detalles estarán colocados en su verdadera posición. Por lo tanto, en estos casos, es necesario saber cuáles son los detalles, que por convención, deben quedar en su lugar conforme a su importancia, ya que estos signos no desplazados son los únicos que forman una base confiable para medir distancias, sobre todo.

Por otra parte, el conjunto de representación planimétrica está afectada por el proceso de reproducción de la carta original ya que intervienen operaciones mecánicas, fotográficas, químicas, electromagnéticas, etc. que influyen, no sólo en la claridad del dibujo, sino también en el soporte sobre el que se realiza la reproducción, generalmente papel. El soporte del original es, generalmente, un folio de plástico transparente (vinílicos, poliestirenos, polyester, etc.) cuya estabilidad dimensional, frente a los agentes atmosféricos, puede considerarse absoluta a los fines cartográficos, pues tienen muy bajo coeficiente de dilatación.

Pero, el usuario difícilmente tendrá oportunidad de utilizar el original y deberá conformarse con tomar sus medidas sobre una reproducción en papel, que no constituye un soporte estable. Por el contrario, es sensible a las variaciones higrométricas y en menor grado, a las tensiones mecánicas sufridas durante el almacenamiento y la impresión.

Las variaciones dimensionales del papel, son diferentes en distintos sentidos de la hoja de dibujo y no son totalmente reversibles, o sea que aunque vuelvan las condiciones ambientales iniciales, no recupera sus dimensiones primitivas, más que en forma parcial y muy lentamente.

Esta falta de estabilidad dimensional del soporte, produce desplazamientos sectoriales, que inciden sistemáticamente en la exactitud del dibujo. Se agrava, además, cuando la reproducción de la carta es policroma pues la falta de estabilidad dimensional del papel, obliga a realizar ajustes en las sucesivas pasadas para cada color. De donde sucede que si bien estas alteraciones son de carácter sistemático, no resultan idénticas de una edición a otra ni tampoco de una hoja a otra, aún dentro de la misma edición. Los parámetros de éstas deformaciones pueden determinarse por comparación con la cuadrícula dibujada y aplicarse como coeficientes de corrección a las longitudes medidas sobre la carta. Sin embargo, es aconsejable obtener estas longitudes por diferencia de las coordenadas planas de los puntos extremos, en cuyo caso la deformación de tales coordenadas, queda limitada dentro del menor cuadrado donde se encuentra el punto. En este caso particular, la deformación se aplica sobre una distancia en "X" e "Y" no mayor que la mitad del lado de la cuadrícula, lo que resulta generalmente despreciable.

La complejidad del proceso cartográfico, como hemos visto, no permite establecer valores o fórmulas universalmente válidas para definir los errores medios y las tolerancias de la posición planimétrica de los objetos y fenómenos representados en cualquier carta topográfica, pues interviene distintas variantes como pueden ser, la finalidad específica, la escala elegida, el tipo de terreno, la densidad del detalle planimétrico, la metodología del levantamiento, etc.

Atendiendo a estas consideraciones, nos referiremos a la exactitud planimétrica de cartas topográficas a escala grande, ya que hemos concentrado nuestra atención desde el principio en este tipo de documentos que serán, seguramente, el problema prioritario a resolver por la agrimensura, dado el atraso en que se encuentra la información territorial en este aspecto.

La exactitud planimétrica de una carta topográfica en escala grande, se mide en términos del error medio de las desviaciones de signos convenciona-

les de implantación puntual o lineal, respecto de las posiciones correctas de los objetos que representan. El efecto total de los errores gráficos cometidos en las coordenadas planimétricas que definen la posición de un punto sobre la carta, tienen la forma general:

$$f = \sqrt{f_y^2 + f_x^2}$$

Esta expresión puede no ser el parámetro de referencia correcta para el control de la precisión de un punto, pero es el más intuitivo y suficiente para el tratamiento gráfico que pretendemos.

Generalmente, se fijan solamente tolerancias dimensionales como normas que son una consecuencia de los errores medios gráficos. Conforme a principios del cálculo de probabilidades, estas tolerancias resultan el doble o el triple de los errores medios.

Las instituciones que generan cartografía topográfica regular en distintas partes del mundo, establecen criterios diferentes para fijar las tolerancias. Resultaría bastante largo de enumerar estos distintos valores y criterios, los que en definitiva, dependen, como se ha dicho anteriormente, de las características del terreno, los métodos de levantamiento, la escala, etc., adaptados a las modalidades y exigencias de los distintos países, generalmente relacionados con su tradición cartográfica.

Sin embargo, mencionaremos el criterio adoptado por el Instituto Panamericano de Geografía e Historia en su publicación "ESPECIFICACIONES TOPOGRAFICAS" preparada por la Comisión de Cartografía de esa Institución a la que pertenecen los países de América incluida la República Argentina.

Este manual técnico proporciona las especificaciones básicas para cartas topográficas y de otros tipos y describe los requisitos para el diseño y contenido de las mismas.

En materia de tolerancia, se distinguen distintas categorías de cartas topográficas, la primera de las cuales corresponde a escalas grandes y establece: "El 90 % de todas las características planimétricas, con excepción de aquellas desplazadas inevitablemente por el tamaño exagerado de los símbolos, está colocado a 0,02 de pulgada, o sea 0,51 mm de su posición geográfica según la proyección del mapa".

Si bien se establece un condicionamiento muy acertado respecto de los símbolos exagerados o afectados por la generalización, el criterio seguido es

el mismo utilizado en las normas de los Estados Unidos de América por el National Map. Accuracy Standards, y merece una reflexión que plantea fundamentalmente el Prof. Victor Hansjürgen Haar en su trabajo sobre “TOLERANCIAS PARA LEVANTAMIENTOS EXPEDITIVOS” presentado al Vº Congreso Nacional de Cartografía 1978.

En resumen, podemos decir que los puntos de apoyo de un levantamiento topográfico estarán perfectamente identificados en la carta por su signo convencional y pueden tener un desplazamiento gráfico medio respecto de su posición verdadera equivalente a:

$$Eg.p = \pm 0,1 \text{ mm}$$

Debe entenderse que este error corresponderá al centro geométrico del signo, que será un triángulo para los puntos trigonométricos y un círculo para los vértices poligonométricos, ya que el grafismo correspondiente estará fuera de escala.

De acuerdo a la Teoría de Errores, la tolerancia podrá elegirse al doble o el triple del error medio, o sea:

$$Tg.p = \pm 0,3 \text{ mm}$$

En cuanto se refiere a los puntos de detalle, el Ing. Geógrafo V. H. Haar en el trabajo mencionado anteriormente, establece como error medio gráfico:

$$Eg.p = \pm 0,5 \text{ mm}$$

Y una tolerancia gráfica de:

$$Tg.p = \pm 1,4 \text{ mm}$$

Para puntos bien identificados en cartas topográficas regulares a escala grande, para la posición absoluta de puntos respecto del sistema de referencia.

En cambio, tratándose de valores relativos, en distancias medidas directamente sobre la carta, entre puntos de detalles bien identificados, utilizando la expresión:

$$Tg.l = 0,001d + 2,0 \text{ en } mm$$

Siendo “*d*” la distancia gráfica en milímetros entre los puntos elegidos y 2,0 resulta de multiplicar la tolerancia gráfica, para un punto, por $\sqrt{2}$.

Podemos interpretar esta expresión de orden práctico de la siguiente forma:

$$Tg.l = \frac{1}{1000} dmm + Tg.p.\sqrt{2}$$

El Prof. Haar justifica que las medidas extraídas gráficamente de una carta en escala grande para uso técnico no se necesitan conocer con una exactitud superior a 1/1000. Este criterio es también aceptable por Agrim. Roberto Müller en su libro “TEORIA DE ERRORES DE CALCULO DE COMPENSACION”.

1.3. Exactitud Altimétrica

La carta topográfica informa sobre la altimetría del territorio representado por medio de puntos acotados y curvas de nivel.

En el primer caso, la altura del punto, respecto de un determinado plano de comparación, está expresada por el correspondiente valor numérico. Por lo tanto, su exactitud se relaciona con la del levantamiento topográfico y no con la representación gráfica. Las curvas de nivel, en cambio, presentan un desplazamiento planimétrico respecto de su posición verdadera, originado en el error altimétrico de los puntos acotados, pero también en el procedimiento utilizado para su trazado y en las distintas pendientes del terreno representado.

En efecto, en el levantamiento topográfico clásico, por los métodos de relevamiento directo del terreno, es determinante la adecuada elección de los puntos acotados, ya que su posición y altura permiten interpolar las curvas de nivel cuyo trazado correcto, depende también de la exactitud altimétrica de tales puntos.

Un levantamiento fotogramétrico, en cambio, proporciona el trazado continuo de la curva de nivel, como resultado de la restitución estereoscópica y su exactitud depende de la altura de vuelo, las características de la cámara, la definición del grano de la emulsión, el tipo de instrumento de restitución, el apoyo topográfico, etc.

Del conjunto de puntos acotados y curvas de nivel, podrá deducirse la exactitud en altura de un punto cualquiera, obtenido por interpolación entre dos curvas de nivel para la que intervienen, además de las condiciones citadas, la pendiente del terreno, la presencia de detalles planimétricos, la cubierta vegetal y la equidistancia entre las curvas.

Como se ha expresado para la exactitud planimétrica, tampoco en la altimetría es posible formular expresiones que tengan una validez universal para cualquier escala, tipo de terreno, calidad y metodología del levantamiento o finalidad específica de la carta.

En este sentido ha sido muy utilizada por distintos países la FORMULA DE KOPPE para determinar la calidad altimétrica de una carta, reconociéndose aún hoy, las ventajas de su sencillez conceptual.

Esta fórmula tiene la forma:

$a + b.n$ en la que “a” y “b” son constantes que se fijan en cada caso particular y “n” expresa la pendiente del terreno en el punto donde se aplica.

La fórmula de Koppe es más conocida bajo la forma:

$$a = b.tg \alpha$$

Y se la puede utilizar para evaluar la calidad de las obras cartográficas considerando el valor “a” como la desviación típica de las alturas de los puntos acotados y “b” la desviación típica planimétrica.

Se han utilizado numerosas versiones de esta fórmula aplicadas a cartas topográficas en distintas escalas, que han servido para fijar las correspondientes tolerancias. Así, en Alemania se utiliza para el Mapa Nacional Básico a escala 1:5.000 la tolerancia:

$$Hp = 0,4 + 3tg. \alpha$$

Sin embargo, nuestro verdadero interés en la carta topográfica como información sobre la altimetría, está en determinar la cota de puntos por la interpolación entre las curvas de nivel, la que se ve afectada por el desplazamiento horizontal gráfico de las mismas.

Este desplazamiento horizontal nunca debe ser igual o mayor que el espacio gráfico comprendido entre la posición sobre la carta de dos curvas de nivel, espacio éste que es función de la equidistancia elegida y ésta a su vez, depende de la escala y de la pendiente del terreno.

Las “ESPECIFICACIONES TOPOGRAFICAS” publicación del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, que hemos mencionado anteriormente, establece que: “el noventa por ciento de todas las curvas de nivel y de todas las elevaciones de puntos interpolados de curvas de nivel, es exacto hasta la mitad del intervalo de curvas de nivel básico”.

Esta tolerancia parece aceptable para los trabajos comunes que realizan nuestros agrimensores en la elaboración de cartografía topográfica en escala grande, sobre todo en sectores urbanos y zonas de influencia, utilizando por lo general, métodos clásicos en el relevamiento topográfico. El error medio deducido será entonces, igual a un tercio de la equidistancia, lo que dependerá directamente de la exactitud altimétrica de levantamiento.

O sea:

$$Eh. p = p \frac{1}{3} \Delta H$$

Cuando se trata de escalas menores, a medida que éstas disminuyen, se complica el desplazamiento horizontal de las curvas de nivel por las causas expresadas, a las que se agregan los efectos de la generalización por lo cual la tolerancia debe ampliarse, pero sin sobrepasar todo el espacio horizontal entre curvas.

2. Claridad

La carta topográfica es clara cuando permite que la información territorial que representa puede tener inmediata interpretación por el usuario del documento. Es decir, que el lector de la carta percibe, sin duda alguna, el particular de la información que pretende, diferenciándose en forma categórica de todos los demás detalles que en el momento no le interesan. Cuando la carta no ofrece esta posibilidad, se dice que es poco legible, porque el ojo no puede aislar a la primera intensión, el detalle que necesita consultar y memorizar conforme a los fines que propone.

El principio fundamental que debe respetarse para conservar la claridad de la carta, es no sobrecargarla de información superflua, como por ejemplo, utilizar nombres de cerros, lomadas, quebradas o simples lugares que muchas veces son indicados por los lugareños, pero que no constituyen verdaderos topónimos y confunden al lector de la carta sobre todo cuando ésta pueda ser base para la investigación aplicada al derecho de propiedad.

Esto no autoriza a incorporar información insuficiente, con lo que la carta tampoco sería clara por falta de elementos de referencia. En el equilibrio del manejo de la información se asienta la habilidad cartográfica del agrimensor, que tomará siempre el lugar del usuario al que desea llegar con su información territorial, coordinando adecuadamente la selección de detalles del levantamiento topográfico con la escala elegida. Si esta relación no se respeta, la claridad de la carta puede resultar seriamente afectada.

El tratamiento de la información está afectado por el proceso de generalización cartográfica, que aumenta su influencia a medida que disminuye la escala.

En este sentido, resulta muy importante un prudente criterio en la elección de las variables visuales, atendiendo a su valor simbólico y a sus propiedades disociativas.

Es decir que debe asegurarse la distinción entre símbolos de un mismo grupo y, por supuesto entre grupos distintos, recurriendo a procedimientos técnicos adecuados, entre los que puede contarse el hábil uso del color por ejemplo.

La claridad de la carta depende, también, del adecuado manejo de los elementos complementarios como la toponimia, la escritura, etc.

En efecto, debe procurarse la transcripción fiel y rigurosa de los nombres de lugares, ríos, cerros, etc. ya que siempre son elementos de referencia que no pueden identificarse por las características gráficas de la representación, sino por la toponimia.

La transcripción fiel de los topónimos es de importancia fundamental, porque influye decididamente no solamente en la Geografía del lugar, sino también en la Historia y sobre todo incide sobre el patrimonio toponímico nacional y sobre su tradición lingüística.

Un adecuado uso de los valores numéricos que se incorporan a la carta, como las cotas de curvas de nivel o las cotas de puntos aislados, importa para la claridad del documento ya que estos deben ofrecer la máxima utilidad práctica en la descripción de la altimetría.

Las cotas son indispensables para indicar la altura de puntos cuya distribución marcará las líneas estructurales del terreno, como las crestas, vaguadas, etc., las que evidencian las direcciones de la pendiente del terreno. Por lo tanto, deben guardar armonía de conjunto con las curvas de nivel, pero además, para hacer legible la carta, estas cotas deben colocarse siempre en idéntica posición respecto del punto a que se refieren; por ejemplo, en su costado

derecho o al norte del punto, salvo que en casos particulares esa cifra tape un detalle planimétrico importante.

En general, debemos decir que la escritura es fundamental para la claridad de la carta. Como hemos dicho, no debe estar recargada, y además, es necesario usar un tipo de letra como el “trazo bastón” o la “itálica”, cuyo tamaño responderá siempre a la importancia del accidente o del fenómeno geográfico a que se refiere. La escritura será siempre horizontal, salvo las que indican nombres de representaciones de implantación lineal que, seguirán aproximadamente la forma del accidente representado, como un arroyo por ejemplo.

3. *Expresión*

La carta topográfica es un documento cuya finalidad es transmitir un mensaje sobre información territorial mediante el lenguaje gráfico.

Este lenguaje que se basa en la transmisión de imágenes cartográficas, tiene que cumplir principios fundamentales como es la expresividad. Significa que debe lograrse un conjunto armónico entre las representaciones de la planimetría, altimetría, toponimia, colores, formato y tamaño de la hoja y otros componentes de la carta, que condicione la información para obtener una realista configuración del territorio.

La carta resultará expresiva, en la medida que valore adecuadamente la información de mayor significación frente a otros del mismo conjunto, lo que se logra con una determinada dosis de arte y el conocimiento acabado de la importancia relativa de los distintos sectores de la información. En este sentido, y a modo de ejemplo, puede destacarse la importancia que tendrá para el cartógrafo el conocimiento de las leyes de la GEOMORFOLOGIA, al tiempo de representar las formas generales del terreno por medio de las curvas de nivel cuyo adecuado manejo permitirá informar acabadamente sobre las características del relieve topográfico.

Lo mismo puede decirse de la expresividad con que debe informarse sobre la planimetría; esto depende de un adecuado uso de las variables visuales que permitirá utilizar signos, colores, tramas, etc., contrastando lo que es distinto y agrupando lo que es semejante. El uso de los signos requiere como primera medida el sentido común rechazando los grafismos demasiados complicados, pero en todos los casos indicando los código correspondientes a cada

signo, utilizado mediante un cuadro de referencias que no puede faltar, pues si el lector se ve en la necesidad de adivinar el significado de un signo, es razón suficiente para asegurar que no ha recibido el mensaje sobre la información territorial que contiene la carta.

Por otra parte, no debe descuidarse la información complementaria, como indicación en lugar destacado, de la escala, la proyección utilizada, el método de levantamiento la época en que fue realizado y el cuadro de ubicación de la hoja dentro del plan cartográfico, etc. Esto no significa que los márgenes de la carta resulten cubiertos de leyendas y aclaraciones, pues desvirtuarían los principios del lenguaje gráfico en que se transmite el mensaje.

Por supuesto que la carta topográfica exige las tres condiciones básicas: exactitud, claridad, y expresión como un conjunto inseparable pero sobre todo armónico. Para lograrlo nuestros agrimensores deben hacer gala de competencia técnica y artística basados en sus conocimientos universitarios para poder dar, en cada caso, directivas seguras sobre la elaboración del documento más relevante que informa sobre la realidad geográfica y es, por lo tanto, fundamental para planificar y ordenar el desarrollo territorial.

Bibliografía

- 1 Cartografía y Levantamientos Urbanos. T. J. Blachut, A Chrzanowsky, J. H. Saastamoinen -I. P. G. H. - México.
- 2 Cartographie Generale. René Cuenin - Eyrolles - París.
- 3 La Cartografía. Fernand Joly - Ariel - Barcelona/París.
- 4 Kartographische Gelandedarstellung. Eduard Imhof - W. de Gruiter - Berlín.
- 5 Semlologie Graphique. Jacques Bertin - Mouton/Gauthier p Paris.
- 6 Initition a la Graphique. Serge Bonin - Epi - París.
- 7 Mapas y Diagramas. F. J. Monkhouse, H. R. Wilkinson - Oikos -Barcelona.
- 8 Signos Cartográficos -I. G. M. - Buenos Aires.
- 9 Guía de la R. Argentina para Investigaciones Geográficas - I.G. M. - Buenos Aires.
- 10 Simbología Cartográfica - S. G. Bartaburu - (Compendio) -Córdoba.
- 11 Proyecciones Cartográficas (Compendio) - S. G. Bartaburu -U. N. de Córdoba.
- 12 Tolerancias para Levantamientos Expositivos - Víctor H. Haar - VQ Congreso Nacional de Cartografía - Neuquén -Argentina.

- 13 Especificaciones Topográficas - Comisión de Cartografía del I. P. G. H. - México.
- 14 Cartografía Temática y Representación Gráfica mediante ordenador. - J. A. Cebrán de Miguel - I. G. N. - Madrid.

Severiano Gustavo Bartaburu

El profesor **Gustavo S. Bartaburu**, nació en la localidad cordobesa de La Cumbre en el año 1926, se recibió de Agrimensor en el año 1952 y de Ingeniero Geógrafo en el año 1960, en la Universidad Nacional de Córdoba.

Fue Profesor de Topografía y Geodesia - Topografía II - Dibujo Topográfico I y II - Trabajo Final y Cartografía en la Escuela de Agrimensura. Profesor de Dibujo Topográfico en la Escuela de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Desde 1996 a la fecha, es Profesor Extraordinario – Consulto de la UNC. Resolución Consejo Superior UNC N° 194 del 20/06/1995.

Es Profesor Estable de la Carrera del Doctorado en Agrimensura en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca.

Dictó los siguientes Cursos de Postgrado: “*Fotogrametría, Estadística Catastral y Agrimensura Legal*” - Federación Argentina de Agrimensores en San Juan Julio de 1960. Seminario sobre “*El Catastro Moderno*” - Universidad Nacional de Asunción y la Fundación Hanns Seidel de Baviera, Alemania. Seminario de Capacitación: “*La Gestión Municipal de América del Sur*” temas: Cartografía Catastral de apoyo para la planificación urbana y Organización Catastral y actualización física. - Federación Mundial de Ciudades Unidas en la Ciudad de Córdoba. “*Actualización en Propiedad Horizontal*” en la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. UNCA. “*Preparación y uso de Mapas Temáticos*” - Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería - Región Centro UNC. “*Sistema de Posicionamiento Global GPS*” - Colegio de Agrimensores Córdoba y Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC. “*Captación de datos satelitales para aplicación en los Sistemas de Información Geográfica*” - Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Realizó un sin número de Trabajos Técnicos Científicos que presentó en distintas Universidades, Convenciones y reuniones nacionales e internacionales, y/o que fueron publicados.

“Carta Parcelaria para el Ordenamiento Catastral de la Localidad de La Cumbre, Provincia de Córdoba”. *“Coordenadas Geográficas de un lugar”*. *“Astronomía Geodésica basado en la comparación de métodos de determinación de coordenadas geográficas y el Azimut en un punto, teoría de errores, gráficos comparativos, justificación y conclusiones”*. *“Catastro Parcelario de Oberá”*. Bartaburu, Severiano G. y HaarVictor H. Trabajo originado en el convenio suscripto entre la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba con la Municipalidad de Oberá, Provincia de Misiones. *“Relevamiento Fotogramétrico de la Ciudad de Río Cuarto, Provincia de Córdoba”*. *“Triangulación Radial Mecánica”*. *“Fototeodolito ZEISS 1318”*. *“Cámara Clara”*. *“Estereoscopio de Espejos”*. *“Dibujo Topográfico”*. *“Estereocomparador ZEISS 1318”*. *“Organización del Catastro de la Ciudad de Córdoba”*. *“El Plano de Mensura”*. *“La Cartografía”*. *“Relevamiento Fotogramétrico de la Ciudad de Córdoba”*. *“Relevamiento Fotogramétrico de 950.000 en la Zona de Altas Sierras, Provincia de Córdoba”*. Publicado por la Dirección Provincial de Vialidad. *“Relevamiento Fotogramétrico de Detalle en la Zona de Estudios del Camino de Córdoba a Villa Dolores, Provincia de Córdoba”*. Publicado por la Dirección Provincial de Vialidad. Córdoba. *“El Plano de Mensura”*. *“Planos Topográficos”*. *“Relevamiento Topográfico y Catastral en Sector Quebrada de las Rosas, Córdoba”* Publicado por la Dirección Provincial de Vialidad de la Provincia de Córdoba. *“Relevamiento Topográfico-Catastral y Reparcelamiento Urbano de la Localidad de Tama, Departamento Angel Vicente Peñaloza, Provincia de La Rioja”*. *“Reducción y Generalización de Cartas por procedimientos Fotogramétricos de la Cartografía Topográfica de Zona del Río Tercero, Provincia de Córdoba”*. *“Carta Topográfica de la Ciudad de Santa Fe”*. *“Relevamiento Topográfico - Catastral de toda la zona de Riego del Dique Cruz del Eje, Provincia de Córdoba”*. *“Relevamiento Fotogramétrico para la confección de la Carta Topográfica a Escala 1:2.000, en zona de Río Tercero, Provincia de Córdoba”*. *“Relevamiento Topográfico para la elaboración de la catografía básica a escala 1:5.000 para el emplazamiento de la Nueva Población de Pichi PicúnLeufú, zona de embalse de El Chocón, Provincia de Neuquén”*. *“Carta Catastral Urbana de la Ciudad de Neuquén”*. XIII Congreso Internacional de Agrimensores realizado en Wiesbaden, República Federal de Alemania, 1971. *“Carta del Registro Gráfico de Neuquén”*. *“Bases para Planificar el Desarrollo”*. *“El Amojonamiento”*. *“Catastro Integral Provincia de La Rioja”*. Bartaburu, Severiano G. y otros. CONSAGRA Consultores Agrimensores Asociados. *“Parcelamiento Rural y Plan de Colonización en el Chañar, Provincia de Neuquén”*. *“Relevamiento Aerofotogramétrico para la confección de la Carta Topográfica a Escala 1:20.000, del Valle de Conlara, Provincia de Córdoba”*. *“Catastro Parcelario de la Provincia de Neuquén”*. Bartaburu, Severiano G. y otros. CONSAGRA Consultores Agrimensores Asociados. *“Catastro Parcelario del Departamento Capital de la Provincia de Catamarca”*. Bartaburu, Severiano G. y otros. CONSAGRA Consultores Agrimensores Asociados. *“Catastro Parcelario de los Departamentos Tinogasta y Antofagasta de la Sierra, Provincia*

de Catamarca". Bartaburu, Severiano G. y otros. CONSAGRA. "Catastro Parcelario del Departamento Fray Manerto Esquiú de la Provincia de Catamarca". Bartaburu, Severiano G. y otros. CONSAGRA. "Catastro Parcelario del Departamento Pomán de la Provincia de Catamarca". Bartaburu, Severiano G. y otros. CONSAGRA Trabajo: "Apoyo Topográfico para la Restitución Fotogramétrica a Escala 1:5.000 de la Ciudad de Río Cuarto, Provincia de Córdoba". Bartaburu, Severiano G. y otros. CONSAGRA "Relevamiento Fotogramétrico de la Zona de Río Primero en la Ciudad de Córdoba". Bartaburu, Severiano G. y otros. "La Agrimensura y la Cartografía Temática". "El Plano de Mensura". "Simbología Cartográfica – Variables visuales y Teoría de la Imagen". "Cartas Catastrales". "Elección de una proyección cartográfica". "La generalización Cartográfica". "La Carta Topográfica". "La Carta Topográfica". Nueva edición año 1990 corregida y aumentada. "Proyecciones Cartográficas- Desarrollos sobre el cilindro". "Proyecciones Cartográficas – Atlas Geográfico". "El Plano de Mensura". Nueva edición año 1991. - Es la que aquí se publica - "La Carta Topográfica". Nueva edición año 1992 aumentada. - Es la que aquí se publica - "Cartografía Automatizada". "A mis nietos" – Compendio Histórico-Geográfico del Pirineo Oriental Francia) - Cartografía, costumbres, imágenes del País Vasco. "El Amojonamiento y Nuevas Tecnologías". "Ética del Agrimensor". "¿Esta Actualizado el Catastro de la Provincia?". "La Actualización del Catastro Provincial". "Ética en el Deporte". "Teoría de Errores en el Apunte". "Agrimensura en la Universidad Nacional de Córdoba". "La Carrera de Agrimensura cumple 130 Años". Publicación Histórica sobre la creación de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, 14 de octubre de 2006. "Mojones que hacen Historia" – Relato Histórico – Geográfico del límite internacional entre España y Francia, sobre la cima de Los montes Pirineos. "Camino de las Altas Cumbres". "La Geometría Territorial". "Empleo del Color en Cartografía". "La Carta Topográfica". - 2ª edición. Editorial J.S.G. Comp. Gráfica. Córdoba, 2005. "Cartografía". 2ª edición. Editorial Científica Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, 2006. "Plan de Estudios de Agrimensura de la Universidad Nacional de Córdoba".-

Su último trabajo: "Agrimensura. Evocaciones de una profesión milenaria", edición julio 2013.

Fue disertante en 34 Conferencias y Ponencias presentadas en facultades, Congresos, Seminarios o Jornadas, desarrolladas en nuestro país. Además en la República Federal Alemana expuso: "La enseñanza de la Agrimensura en Córdoba, República Argentina". Conferencia por invitación de la Escuela Politécnica de Hannover. "Los Agrimensores Argentinos". Conferencia por invitación del Bund Der ÖffentlichBestellten Vermessungs Ingenieure de Colonia. Y "Catastro de la Provincia de Córdoba". Conferencia por invitación del Bayer - Landesvermessungsamt - Munich.

Fue varias veces Director del Departamento y de la Escuela de Agrimensura de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Fue miembro Titular del Jurado en innumerables Concursos de Títulos, Antecedentes y Oposición, en las Universidades de Córdoba, Santiago del Estero y Catamarca.

Fue director o asesor en Tesinas de Grado en más de 30 alumnos de la carrera de Agrimensura de la Universidad de Córdoba.

Miembro titular o suplente del Tribunal de Tesis de Postgrado del Doctorado en Agrimensura de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca. Continúa hasta la fecha como miembro asesor.

Se destacó como representante de la Provincia de Córdoba, del Colegio profesional y de la Universidad Nacional en numerosos Congresos, reuniones, asambleas, comisiones científicas de trabajo, de alcance nacional e internacional. Merecen destacarse: Miembro de la Comisión Organizadora, Director de la Exposición de Cartografía, y Delegado por la Asociación de Agrimensores de la provincia de Córdoba, ante el Primer Congreso Nacional de Agrimensura realizado en Córdoba en Julio de 1958, en marco del cual se crea la FEDERACIÓN ARGENTINA DE AGRIMENSORES – FADA. Presidente de la Reunión Extraordinaria y VII Reunión Nacional del Consejo Federal el Catastro con participación de las Direcciones Generales de Catastro de todo el país, realizada en Córdoba en Junio de 1967. Coautor y Miembro de la Comisión redactora del Proyecto de creación de la Facultad de Agrimensura de la Universidad Nacional de Córdoba, por implementación de la Resolución del Ministerio de Educación de la Nación

Como profesional de la Agrimensura merece mencionarse los siguientes trabajos: Jefe de Comisiones de Estudio en la Dirección de Vialidad de la Provincia de Córdoba. Jefe Departamento Cartografía en la Dirección de Catastro de la Provincia de Córdoba. Director Técnico en la Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos. Director de Catastro Municipal, contratado para dirigir los trabajos de actualización, revaluación catastral de las parcelas comprendidas en el radio urbano de la Ciudad de Córdoba. Asesor Técnico de Empresa C.A.R.T.A. Responsable del Subconvenio Catastro parcelario a la Municipalidad de Oberá. Co-fundador de CONSAGRA (Consultores Agrimensores Asociados), con la que se realizaron relevamientos catastrales en varias Provincias Argentinas entre los años 1969 y 1985.

Ejecutó más de 900 trabajos profesionales, entre mensuras, relevamientos, división de condominio, división en propiedad horizontal, loteos, fraccionamientos especiales, etc.

Fue miembro de la Comisión Técnica y Miembro Argentino de la Comisión de Instrumentos y Métodos de la Fotogrametría y Cartografía de la FIG Federación Internacional de Geometres.

Se desempeñó como Vocal Titular del Consejo Profesional de Ingeniería y Arquitectura, (Ley 1332), representando a los agrimensores entre los años 1960 y 1973.

Entre las numerosas distinciones y premios que recibió, merece destacarse los siguientes: Diploma de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la

Universidad Nacional de Córdoba, en reconocimiento por su valiosa contribución al desarrollo y crecimiento de esta Casa. Año 1995. Plaqueta de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca, con motivo de la Primera promoción del Doctorado en Agrimensura. Catamarca, 1998. Diploma y Plaqueta del Colegio de Agrimensores de Córdoba en reconocimiento a su trayectoria y labor en pos de la Agrimensura. Córdoba, 20 de Junio de 2007.

Se terminó de imprimir en
Editorial Advocatus, Obispo Trejo 181,
en el mes de octubre de 2013

|

