

PABLO ANDRÉS PÉREZ LÓPEZ

TOPOGRAFÍA



TOPOGRAFÍA

PABLO ANDRÉS PÉREZ LÓPEZ





INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
Institución Universitaria

TOPOGRAFÍA

© Pablo Andrés Pérez López

© Instituto Tecnológico Metropolitano

1a. edición: diciembre de 2010

Rectora

Luz Mariela Sorza Zapata

ISBN: 978-958-8351-92-6

Comité editorial

Olga María Rodríguez Bolufé, PhD

José R. Galo Sánchez, PhD

Liliana Saidon, PhD

Montserrat Vallverdú, PhD

Gianni Pezzoti, PhD

Juan Guillermo Rivera Berrío, PhD

Edilson Delgado Trejos, PhD

Paula Botero Bermúdez, Mgc

Marleny Aristizábal Pérez, Mgc

Viviana Díaz Díaz

Corrección de textos

Lorenza Correa Restrepo

Diagramación y montaje

L. Vieco e Hijos Ltda.

Hecho en Medellín, Colombia

Instituto Tecnológico Metropolitano

Calle 73 No. 76A 354

Tels.: (574) 440 51 97

Fax: 440 51 01

www.itm.edu.co

Medellín - Colombia

Las opiniones, originalidad y citas del texto son de la responsabilidad del autor. El Instituto salva cualquier obligación derivada del libro que se publica. Por lo tanto, ella recaerá única y exclusivamente en el autor.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	25
1. INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA.....	27
1.1 GENERALIDADES DE LA TOPOGRAFÍA.....	27
1.2 HISTORIA DE LA TOPOGRAFÍA.....	27
1.3 AGRIMENSURA.....	34
1.4 TOPOGRAFÍA.....	35
1.5 FUNDAMENTOS DE LA TOPOGRAFÍA PLANA.....	36
1.6 DIVISIONES, APLICACIONES Y DEFINICIONES EN LA TOPOGRAFÍA.....	37
1.6.1 PLANIMETRÍA O CONTROL HORIZONTAL.....	37
1.6.2 ALTIMETRÍA O CONTROL VERTICAL.....	38
1.6.3 PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA SIMULTÁNEAS (ALTIPLANIMETRÍA).....	38
1.6.4 PARA QUÉ SIRVE LA TOPOGRAFÍA.....	39
1.6.5 APLICACIONES DE LA TOPOGRAFÍA.....	39
1.6.6 DISTANCIA.....	49
1.6.7 LEVANTAMIENTO.....	50
1.6.8 REPLANTEAR.....	51
1.6.9 PERSONAL DE TRABAJO, EQUIPO Y MATERIALES.....	51
1.6.9.1 PERSONAL DE TRABAJO.....	51
1.6.9.2 EQUIPO.....	52
1.6.9.3 MATERIALES.....	52
1.7 GEODESIA.....	53
1.8 FOTOGRAMETRÍA.....	53
1.9 DIFERENCIAS ENTRE MEDIDAS CON TOPOGRAFÍA Y GEODESIA.....	54
1.10 NECESIDAD Y OBJETO DE LA TOPOGRAFÍA.....	56
1.11 HIPÓTESIS BÁSICAS PARA EL ESTUDIO DE LA TOPOGRAFÍA.....	56

1.12	ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .	57
1.13	TIPOS DE MEDICIONES QUE SE REALIZAN EN TOPOGRAFÍA	59
1.14	MÉTODOS DE MEDICIÓN.....	60
1.15	CLASES DE LEVANTAMIENTOS	61
1.16	LEVANTAMIENTOS DE TIPO GENERAL (LOTES Y PARCELAS).....	61
1.17	LEVANTAMIENTOS LONGITUDINALES O DE VÍAS DE COMUNICACIÓN (TRAZADOS)	62
1.18	LEVANTAMIENTOS DE MINAS.....	63
1.19	LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS.....	64
1.20	LEVANTAMIENTOS CATASTRALES Y URBANOS.....	65
1.21	LEVANTAMIENTOS AÉREOS	66
1.22	CLASES Y UNIDADES DE LAS MEDICIONES EN TOPOGRAFÍA.....	66
2.	PRECISIÓN Y ERRORES EN TOPOGRAFÍA	71
2.1	ERRORES DE LAS MEDICIONES TOPOGRÁFICAS	71
2.2	CAUSAS DE ERRORES.....	73
2.3	TIPOS O CLASES DE ERRORES.....	73
2.3.1	ERRORES SISTEMÁTICOS O ACUMULATIVOS.....	73
2.3.2	ERRORES ACCIDENTALES, ALEATORIOS O COMPENSATORIOS.....	74
3.	PLANIMETRÍA	77
3.1	DIRECCIÓN DE ALINEAMIENTOS	77
3.2	MERIDIANOS	78
3.2.1	MERIDIANO GEOGRÁFICO VERDADERO	78
3.2.2	MERIDIANOS MAGNÉTICOS	78
3.2.3	MERIDIANOS ARBITRARIOS	79
3.2.4	EL MERIDIANO DE ORIGEN (MERIDIANO CERO).....	80
3.2.5	PARALELO CERO	80
3.2.6	COORDENADAS GEOGRÁFICAS.....	80
3.3.	AZIMUT Y RUMBO	80
3.3.1	AZIMUT DE UN ALINEAMIENTO	81

3.3.2	RUMBO DE UN ALINEAMIENTO	82
3.4	CONTRAZIMUT Y CONTRARUMBO	84
3.4.1	CONTRAZIMUT DE UN ALINEAMIENTO	84
3.4.2	CONTRARRUMBO O RUMBO INVERSO DE UN ALINEAMIENTO	85
3.5	ÁNGULOS	86
3.5.1	TIPOS DE ÁNGULOS HORIZONTALES MEDIDOS EN LOS VÉRTICES DE POLIGONALES	86
3.5.1.1	ÁNGULOS DE DERECHA	86
3.5.1.2	ÁNGULOS DE IZQUIERDA	87
3.5.1.3	ÁNGULOS DE DEFLEXIÓN O DE GIRO	88
3.6	COORDENADAS	88
3.6.1	COORDENADAS POLARES	89
3.6.2	COORDENADAS RECTANGULARES	89
3.7	PROYECCIONES	90
3.8	PROCEDIMIENTO PARA TRANSFORMAR LAS COORDENADAS POLARES A COORDENADAS RECTANGULARES	90
3.8.1	CÁLCULO DE PROYECCIONES	90
3.8.2	CÁLCULO DE COORDENADAS RECTANGULARES	93
3.9	TRIANGULACIÓN TOPOGRÁFICA	95
3.10	NOTAS DE REGISTRO DE CAMPO Y CARTERAS PARA TOMA DE DATOS (LIBRETAS)	96
3.10.1	CARTERAS DE TRÁNSITO	97
3.10.2	CARTERAS DE NIVEL	98
3.10.3	CARTERAS PARA TOMA DE TOPOGRAFÍA	98
3.10.4	CARTERA DE CHAFLANES	98
3.10.5	CARTERAS ELECTRÓNICAS	99
4.	TIPOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	101
4.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR EL MÉTODO DE RADIACIÓN	101
4.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL ABIERTA	104

4.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL ABIERTA CON DETALLES POR RADIACIÓN	107
4.4	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL CERRADA.....	110
4.5	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR EL MÉTODO DE POLIGONAL CERRADA CON DETALLES POR RADIACIÓN	120
4.6	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR EL MÉTODO DE LA BASE MEDIDA....	127
5.	INSTRUMENTOS Y USOS COMUNES DE LAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN PLANIMETRÍA	133
5.1	PLOMADA.....	133
5.2	CINTA MÉTRICA	133
5.2.2	EMPLEO DE LA CINTA EN MEDIDAS DE DISTANCIAS.....	134
5.2.3.	TRAZO DE ÁNGULOS CON CINTA.....	135
5.3	PLANCHETA	136
5.3.1	VENTAJAS DE LA PLANCHETA	140
5.3.2	DESVENTAJAS DE LA PLANCHETA	141
5.3.3	CONDICIONES QUE DEBE REUNIR UNA PLANCHETA, Y AJUSTES QUE SE LE HACEN	141
5.4	BRÚJULA.....	142
5.4.1	USOS DE LA BRÚJULA	144
5.5	TEODOLITO MECÁNICO O TRANSITO MECÁNICO.....	145
5.5.1	GRADUACIÓN DEL ÁNGULO VERTICAL EN LOS TRÁNSITOS	158
5.5.2	EL ANTEOJO	161
5.6	TEODOLITO ÓPTICO	163
5.7	TEODOLITO ELECTRÓNICO	164
5.7.1	CONDICIONES QUE DEBE TENER UN TRÁNSITO MECÁNICO O ELECTRÓNICO Y AJUSTES QUE SE LE HACEN.....	167
5.8	DISTANCIÓMETRO.....	177
5.9	ESTACIÓN SEMITOTAL O SEMIESTACIÓN.....	180
5.10	ESTACIÓN TOTAL O ESTACIÓN	181
5.11	TRÍPODE.....	189

5.12	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL. GPS	192
5.12.1	TIPOS DE GPS	193
5.12.2	PRISMAS	196
6.	PROCESOS INICIALES PARA ARMAR EL EQUIPO TOPOGRÁFICO UTILIZADO EN PLANIMETRÍA	199
6.1	RECOMENDACIONES PARA ARMAR UN TRÁNSITO (TEODOLITO, SEMIESTACIÓN O ESTACIÓN TOTAL)	199
6.2	PRECAUCIONES AL EFECTUAR LAS VISUALES	208
6.3.	RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO Y CUIDADO DE LOS INSTRUMENTOS.....	210
7.	ALTIMETRÍA	215
7.1	COTA	215
7.2	DATUM	215
7.3	BM (BANCO DE NIVEL O BANCO MAESTRO).....	216
7.4	ESTACIÓN O CAMBIO.....	216
7.5	EQUIPO UTILIZADO	216
7.6	NIVELES	216
7.7	MIRAS	222
7.8	MÉTODOS DE NIVELACIÓN.....	225
7.8.1	NIVELACION BAROMÉTRICA.....	225
7.8.2	NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA.....	226
7.8.3	NIVELACIÓN GEOMÉTRICA O DIRECTA.....	231
7.8.4	TÉCNICAS DE NIVELACIÓN.....	234
7.8.5	MODELOS DE CARTERA DE NIVELACIÓN (LIBRETA DE NIVEL)	238
7.8.6	CHEQUEO DE LA CARTERA DE NIVELACIÓN.....	240
7.8.7	CONTRANIVELACIÓN.....	240
7.8.8	CAUSAS DE ERROR EN NIVELACIÓN	240
7.8.9	AJUSTE DE UNA NIVELACIÓN	242
7.8.10	TAQUIMETRÍA	242

8.	ALTIPLANIMETRÍA	247
8.1	CURVAS DE NIVEL	247
8.2	PERFIL	249
8.3	PENDIENTE DE UNA LÍNEA	250
9.	ÁREAS Y VOLÚMENES	253
9.2	MÉTODOS Y FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE ÁREAS	253
9.2	MÉTODOS Y FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES	259
10.	CÁLCULO DE ALTURAS INACCESIBLES	263
11.	PARTICIONES	265
12.	OTROS TÉRMINOS UTILIZADOS EN LA TOPOGRAFÍA	269
12.1	GRADO DE PRECISIÓN	269
12.2	COMPROBACIONES DE CAMPO	270
12.3	SUPERFICIES DE NIVEL	270
12.4	PLANOS, LÍNEAS Y ÁNGULOS HORIZONTALES	271
12.5	PLANOS, LÍNEAS Y ÁNGULOS VERTICALES (CENIT, ELEVACIÓN, DEPRESIÓN)	271
12.6	VÉRTICES, ESTACIONES Y ESTACAS	272
12.7	PUNTOS INSTANTÁNEOS	272
12.8	PUNTOS TRANSITORIOS	273
12.9	PUNTOS DEFINITIVOS	274
12.10	REFERENCIAS DE UN PUNTO TOPOGRÁFICO	275
12.11	POSICIÓN RELATIVA DE PUNTOS SOBRE EL TERRENO	275
13.	LEYES Y FUNCIONES DE TRIGONOMETRÍA	277
13.1	FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS DE TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS UTILIZADAS EN LEVANTAMIENTOS TRIGONOMÉTRICOS	277
13.2	LEY DE LOS SENOS	278
13.3	LEY DE LOS COSENOS	279

14.	TOPOGRAFÍA EN VÍAS	281
14.1	TRAZADOS	281
14.2	PASOS FUNDAMENTALES PARA UN TRAZADO	281
14.3	PASOS GENERALES EN UN PROYECTO VIAL	282
14.4	CURVAS.....	288
14.4.1	CURVAS CIRCULARES	289
14.4.2	REPLANTEO DE CURVAS HORIZONTALES	295
14.4.2.1	MÉTODOS PARA EL REPLANTEO DE CURVAS	296
14.5	REPLANTEO DE SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA	306
14.5.1	CÁLCULO DEL ANCHO O FRANJA DE DESBROCE	307
14.6	PERALTE	308
14.7	CURVAS VERTICALES.....	310
14.7.1	CURVA VERTICAL CONVEXA.....	312
14.7.2	CURVA VERTICAL CÓNCAVA	313
14.7.3	ELEMENTOS Y ECUACIONES DE LAS CURVAS VERTICALES	315
14.7.4	CASOS ESPECIALES DE CURVAS VERTICALES.....	316
14.7.5	DISTANCIAS DE VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES.....	317
14.7.6	CONTROLES DE DISEÑO DE LA CURVA VERTICAL	325
14.7.7	CRITERIOS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL	326
14.8	SECCIÓN TRANSVERSAL Y SECCIÓN LONGITUDINAL	328
14.8.1	ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	329
14.9	MOVIMIENTO DE TIERRA EN VÍAS.....	340
15.	DIBUJO TOPOGRÁFICO.....	345
15.1	DIBUJO PLANIMÉTRICO	345
15.2	DIBUJO ALTIMÉTRICO O TOPOGRÁFICO	345
	BIBLIOGRAFÍA	355

INTRODUCCIÓN

Este libro fue escrito partiendo de la comprensión, comprobación y entendimiento teórico y práctico del trabajo topográfico, con un lenguaje didáctico, pedagógico e ilustrativo que trata de contribuir y complementar la formación académica y profesional de las personas relacionadas de alguna forma con la topografía. Está dirigido a estudiantes de topografía, ingeniería, arquitectura, construcción, y profesionales afines a estas áreas. Poder escribirlo se hizo gracias a la motivación y conocimiento proveniente de experiencias laborales obtenidas en diferentes trabajos topográficos y proyectos de construcción, al estudio e investigación sobre el tema, y al ejercicio de esta cátedra universitaria, a partir de la cual, se evidenció la necesidad académica de contar con un texto docente, formativo, dinámico, gráfico y actual, que sirva para el aprendizaje, estudio e investigación a quienes desean profundizar los diferentes temas sobre la topografía.

Con el fin de alcanzar un vocabulario sencillo y facilitar su lectura e investigación, el libro comienza con definiciones básicas, algunas clasificaciones y divisiones de la topografía. El primer capítulo tiene un carácter introductorio, luego se profundizan los temas en posteriores capítulos. Se pretende dar en este texto los fundamentos más importantes para familiarizarse con esta disciplina y, a la vez, aprender algunos elementos conceptuales mínimos que faciliten la comprensión, asociación y asimilación de todo su contenido.

Este texto procura mostrar que la topografía comprende un conjunto de técnicas y prácticas de las cuales muchas de ellas son utilizadas para el replanteo, referenciación y control

altiplanimétrico de obras, que por sencilla que parezca la aplicación de estas técnicas, no implica que puedan dejarse de emplear, que sean subvaloradas, pueda prescindirse de estas o sean reemplazadas con otros métodos o técnicas de medición menos precisos; al contrario, deben ser utilizadas con el máximo fundamento y rigurosidad científica necesaria para garantizar el éxito del trabajo topográfico y la economía de los proyectos, puesto que los resultados que se derivan de este trabajo influyen en gran medida en el óptimo posicionamiento de las diversas formas y elementos geométricos proyectados en los diseños de proyectos de construcción, en los cuales se busca aprovechar al máximo la morfología de los terrenos, ya que este es un bien cada vez más escaso ypreciado.

En conclusión, es importante resaltar que las experiencias del gremio constructor han demostrado que todos los conceptos, técnicas y estudios topográficos preliminares y durante la ejecución de obras de construcción son importantes, y debe dárseles siempre la relevancia necesaria para garantizar el éxito técnico en la construcción de proyectos.

PABLO ANDRÉS PÉREZ LÓPEZ

1. INTRODUCCIÓN A LA TOPOGRAFÍA

1.1 GENERALIDADES DE LA TOPOGRAFÍA

Con el fin de alcanzar un léxico mínimo y contar con un lenguaje común de topografía, es necesario partir de la historia de la topografía, cómo ha sido desarrollada en Latinoamérica, y en Colombia específicamente, cómo ha sido su evolución a través del tiempo, su desarrollo educativo, jurídico, laboral y cuáles son las definiciones básicas, clasificaciones y divisiones que se deben tener en cuenta para su estudio. Este capítulo tendrá un carácter introductorio y se pretende dar en este los fundamentos más importantes para familiarizarse con esta disciplina y, a la vez, aprender algunos elementos conceptuales mínimos que faciliten la comprensión y asimilación de temas siguientes. Una vez finalizado este capítulo, se tendrá una mejor comprensión, asociación y asimilación de las demás temáticas presentadas.

1.2 HISTORIA DE LA TOPOGRAFÍA

Los orígenes de la profesión datan desde los tiempos de Tales de Mileto y Anaximandro, de quienes se conocen las primeras cartas geográficas y las observaciones astronómicas que añadió Eratóstenes de Cirene. Acto seguido, guardando la proporción del tiempo, Hiparco crea la teoría de los meridianos convergentes, y así como a estos pioneros, recordamos, entre otros, a Estrabón y Plinio, considerados los fundadores de la geografía, seguidos entre otros por el topógrafo griego Tolomeo quien actualizó los planos de la época de los Antónimos. Más tarde, en Europa, se mejoran los trabajos topográficos a partir de la invención de las cartas planas. Luego en el siglo XIII con la aplicación de la brújula y de los avances de la astronomía, se descubren nuevas aplicaciones a la topografía.

Así, de manera dinámica a través del tiempo, la topografía se hace cada vez más científica y especializada, por estar ligada a lograr la representación real del planeta, valiéndose para este propósito en la actualidad de los últimos adelantos tecnológicos como la Posición por satélite (GPS y GLONASS), gracias a los relojes atómicos y a la riqueza de información captada por los sensores remotos.

Paralelamente, el desarrollo de la informática y el rayo láser han permitido poner en marcha los sistemas inerciales y las mediciones del sistema SPS (Sistema de Posicionamiento Espacial), mezclando estos sistemas con la inmensurable información captada por las imágenes digitales.

En América, la aplicación concreta y el desarrollo de la topografía nos presentan un panorama enmarcado dentro de los tiempos de la conquista y la colonia y más específicamente por los trabajos adelantados por Mutis, Alexander von Humboldt y Francisco José de Caldas.

Posteriormente, España envía misiones de cartógrafos dentro de los cuales es notable Agustín Codazzi. En la continua tarea de establecer las “verdaderas” medidas y formas del territorio, siempre ligadas a los hechos políticos y a la soberanía, ha pasado una extensa lista de cartógrafos, geógrafos, astrónomos etc., con el propósito de lograr la representación lo más real y exacta posible de la Tierra, que se resume etimológicamente en dos palabras: topo que significa tierra y grafos que significa dibujo.

Contemporáneamente, no podemos dejar sin registrar que los Estados Unidos, país desarrollado por excelencia en el planeta, tuvo en su primer Presidente al Geómetra George Washington a quien se le debe en la práctica la medición del territorio occidental de la colonia y de las llanuras del otro lado de los montes Apalaches.

Académicamente dentro del ámbito suramericano, es importante señalar que la cátedra de Topografía se impartió por primera vez en México en el Real Seminario de Minería en el año de 1792, luego en 1843 se establece el curso de Geodesia y en 1858 se instituyó la carrera de Ingeniero Topógrafo o Agrimensor.

En 1883 se integra la carrera de Ingeniero Topógrafo con la de Hidrógrafo, la cual perdura con el título básico de “Ingeniero Topógrafo”.

Con estos antecedentes históricos, la profesión de topógrafo académica y jurídicamente en Colombia nos presenta el siguiente panorama:

A comienzos de la vida republicana, la profesión se denominó como “Agrimensor” y fue ejercida en una buena parte por militares, mucho antes de que se impartiera la Ingeniería Civil. A la par con la demanda de las primeras obras como la apertura de ferrocarriles y caminos, se crea la Ingeniería Civil y junto a ella con el pasar del tiempo se forman los auxiliares instrumentistas, para quienes que por la habilidad técnica en tareas repetitivas de campo, y a la necesidad del ingeniero de una cantidad considerable de tiempo para realizar los cálculos ya que tenía que realizarlos a mano, se abre un espacio para el comienzo del denominado “Topógrafo Empírico”.

A esto contribuyó el monopolio de la Ingeniería Civil, y la falta de universidades con programas para la formación de topógrafos. Con el tiempo, quien tenía la vocación por la topografía encontró en las escuelas internacionales, una especie de universidad a distancia para adquirir algunos conocimientos teóricos, y en la mayoría de las veces lo hacían quienes fueron entrenados por los ingenieros civiles en la labor de operar instrumentos, o cadeneros adelantados.

Es de anotar que una gran mayoría de “topógrafos empíricos” de ese entonces no contaban con la educación media o básica completa, pues eran jóvenes que se formaban, justamente, a la par de su trabajo como cadeneros.

Con la reglamentación de las profesiones, se dispone, mediante la ley 94 de 1937, que para ejercer la profesión de topógrafo, se debe acreditar la idoneidad mediante la obtención de la matrícula de topógrafo, expedida por el Consejo de Ingeniería, requisito que se reafirmó con el decreto ley 1782 de 1954.

Para ese entonces, ya existían universidades con Escuelas de Topografía como la Universidad de América, y justamente la Universidad Distrital que se crea con la Escuela de Topografía mediante el acuerdo 10 de 1948 por el Consejo de Bogotá. Luego, implementan el programa las universidades de Santander en Cúcuta, del Tolima, del Valle, del Quindío, las Unidades Tecnológicas de Santander en Bucaramanga, el Instituto María Goretti en pasto y el SENA.

Con las primeras promociones de profesionales, nace la inquietud de agruparse gremialmente y es así como un grupo de egresados de las Universidades de América y Distrital dan lugar a la creación de la Sociedad Colombiana de Topógrafos, que obtiene la personería jurídica No. 3762 del Ministerio de Justicia el 22 de noviembre de 1963.

Paralelamente, los topógrafos prácticos se agremiaron inicialmente en ANAIN “Asociación Nacional de Auxiliares de Ingeniería”, configurándose para el año de 1976 en ANALTO “Asociación Nacional de Topógrafos”, con personería jurídica No. 1914 del Ministerio de Justicia, el 24 de mayo de 1976.

Debido a que los Estatutos de la SCT “Sociedad Colombiana de Topógrafos” aceptaba únicamente a topógrafos profesionales, y cerraba el ingreso a los topógrafos prácticos, se propicia una

serie de pugnas y celos profesionales que originaron disputas entre el conocimiento teórico de topógrafos profesionales y el conocimiento empírico de los topógrafos prácticos.

De todas maneras, el control del ejercicio de la profesión lo realizaba el Consejo de Ingeniería, quien otorgaba la matrícula profesional tanto a los profesionales como a los prácticos, con el requisito para estos últimos de un examen en la Universidad Nacional.

La década de los años setenta, se constituye para las agremiaciones en el período de preparación y presentación al Congreso de la República de un Proyecto de Ley para reglamentar la profesión de Topógrafo, el cual fue ampliamente debatido y estudiado conjuntamente, unificando su contenido durante el Primer Congreso convocado por ANALTO en Bogotá, en el mes de abril de 1978.

El citado proyecto se convierte en Ley de la República el día 28 de diciembre de 1979, con la denominación de ley 70 de 1979, siendo Presidente de la República César Turbay Ayala.

Una vez promulgada la Ley, las agremiaciones se toman el trabajo de preparar la reglamentación pertinente y el día 3 de enero de 1980 se hace un estudio conjunto SCT y ANALTO, y se presenta a los asistentes al II Congreso convocado por ANALTO en mayo de 1980. Se lleva firmado por las dos partes ante el Gobierno Nacional y se promulga como el decreto 690 el día 13 de marzo de 1981.

Transcurren aproximadamente dos años, en los cuales se logra la organización inicial del Consejo Profesional Nacional de Topografía, acondicionamiento de la sede, nombramiento de delegados, etc., para instalarse el día 24 de junio de 1983, fecha de iniciación de la cuenta regresiva para el vencimiento del plazo para que los topógrafos no profesionales legalizaran su situación

de acuerdo con los requisitos exigidos por la ley 70 de 1979 (ver Ley 70 de 1979 y decreto reglamentario 690 de 1981).

Con motivo del vencimiento del plazo el día 24 de junio de 1984, la Sociedad Colombiana de Topógrafos institucionaliza por resolución como Día Nacional del Topógrafo el 24 de junio.

La Sociedad Colombiana de Topógrafos, a la fecha, ha realizado seis Congresos: tres nacionales y tres internacionales.

El 24 de junio de 1984 marca para la topografía nacional el inicio del calvario propiciado por un puñado de personas a quienes el gremio y los futuros profesionales deben conocer, no por sus méritos, sino por el daño que han causado al propiciar con sus acciones inestabilidad laboral y falta a la ética, generando un clima de discordia para suplir sus intereses mezquinos y egoístas, engañando a incautos y contribuyendo al atraso intelectual, técnico y científico de una profesión que en el mundo entero está elevada al nivel de Ingeniería, incluida Colombia con sus programas en la Universidad del Valle y la Universidad Distrital.

No dejaron pasar el año de 1984 para presentar el primer Proyecto de Ley 150 de 1984, modificando la ley 70 de 1979 con el único y claro propósito de mantener el negocio de venta de licencias que fue en lo que se convirtió para ese puñado de irresponsables la reglamentación de la Topografía, pero gracias al altruismo de algunos topógrafos, se logró que no pasara este proyecto ni los proyectos 033 de 1985, 036 de 1986, 160 de 1987, 086 y 202 de 1989, todos ellos presentados con el único propósito de mantener la venta de la profesión.

No obstante el fracaso de los seis intentos de modificación a la ley 70 de 1979, continúan en su empeño de hacerle daño a la profesión como parásitos, y el abogado Carlos Almanza Góngora demanda la ley 70 de 1979 según auto de fecha 21 de abril de 1992, en los artículo 2o, 4o, 8o, 9º, 10o y 11o, porque, a su juicio,

vulnera los artículos 2, 13, 26, 39, 58, 69 83 y 84 de la Constitución Nacional, pero la Honorable Corte Constitucional emite el fallo de exequibilidad de los artículos demandados, mediante sentencia No. 606 del 14 de diciembre de 1992.

Al no lograr sus propósitos de legalizar la venta de licencias profesionales, optan por ganarse la confianza y confabulación del Secretario Ejecutivo del CPNT, Alfonso Hernández; desestabilizando la conformación del Consejo y actuando arbitrariamente, violan la ley 70 de 1979, imponen sus reglamentos y anarquizan el Consejo, hasta el colmo del descaro de publicar en prensa la tramitación de licencias a topógrafos empíricos, que según se deduce de los documentos de la Procuraduría Departamental sobrepasa el número de dos mil licencias ilegalmente expedidas.

Paralelamente a la cantidad de escollos que impedían el desarrollo pleno de la profesión, la Sociedad Colombiana de Topógrafos tomó la determinación de iniciar el camino a la profesionalización académica, bien fuera mediante especializaciones o complementando el ciclo académico con el fin de optar por el título de “Ingeniero Topógrafo”.

Para canalizar el objetivo se programó el primer seminario de actualización profesional el cual se realizó en la Universidad Distrital en junio de 1985, con participación directa del ICFES, y se prosiguió el empeño a través de foros y congresos, hasta lograr la implementación de especializaciones en la Universidad del Quindío y en la UIS en Bucaramanga.

Lograr la aprobación de la Ingeniería Topográfica fue un reto que implicó un enorme esfuerzo con la participación de profesionales afines, directivos, políticos, y la constancia del gremio por enaltecer la profesión (Consejo Profesional Nacional de Topografía, 2001).

1.3 AGRIMENSURA

Fue considerada antiguamente la rama de la topografía destinada a la delimitación de superficies, la medición de áreas y la rectificación de límites. En la actualidad la comunidad científica internacional reconoce que es una disciplina autónoma, con estatuto propio y lenguaje específico que estudia los objetos territoriales a toda escala, focalizándose en la fijación de toda clase de límites. De este modo produce documentos cartográficos e infraestructura virtual para establecer planos, cartas y mapas, dando publicidad a los límites de la propiedad o gubernamentales. Con el fin de cumplir su objetivo, la agrimensura se nutre de la topografía, la geometría, la ingeniería, la trigonometría, las matemáticas, la física, el derecho, la geomorfología, la edafología, la arquitectura, la historia, la computación, y la teledetección .

A lo largo de la evolución de esta disciplina los agrimensores se han servido de diversos instrumentos específicos de su actividad. Entre ellos destacó durante siglos la escuadra de agrimensor, que permitía establecer las dimensiones de diferentes ángulos en varias direcciones.

La agrimensura ha sido un elemento esencial en el desarrollo del entorno humano, desde el comienzo de la historia registrada (en el año 5000 a. C.), es un requisito en la planificación y ejecución de casi toda forma de la construcción. Sus aplicaciones, actuales, más conocidas son en el transporte, edificación y construcción, comunicaciones, cartografía, y la definición de los límites legales de la propiedad de terrenos.

Las técnicas de la agrimensura se han aplicado a lo largo de gran parte de nuestra historia escrita. En el antiguo Egipto, cuando el Nilo inundaba sus riberas y las granjas que se encontraban sobre las mismas, se establecieron límites por simple geometría. La casi perfecta cuadratura y orientación norte-sur de la Gran Pirámide

de Giza, construida en el año 2700 a.C., confirma que los egipcios dominaban la agrimensura (Wikipedia. S.f.).

1.4 TOPOGRAFÍA

La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala.

Es también el conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura; los cálculos correspondientes y la representación en un plano (trabajo de campo + trabajo de oficina) es lo que comúnmente se llama “levantamiento topográfico”. La topografía, como ciencia que se encarga de las mediciones de la superficie de la tierra, se divide en tres ramas principales que son la topografía plana, la geodesia y la fotogrametría.

El levantamiento topográfico plano tiene la misma finalidad de los levantamientos geodésicos, pero difiere en cuanto a la magnitud y precisión, y, por consiguiente, en los métodos empleados. Esta área se encarga de la medición de terrenos y lotes o parcelas de áreas pequeñas, proyectados sobre un plano horizontal, despreciando los efectos de la curvatura terrestre. La mayor parte de los levantamientos en proyectos de ingeniería son de esta clase, ya que los errores cometidos al no tener en cuenta la curvatura terrestre son despreciables y el grado de precisión obtenido queda dentro de los márgenes permisibles desde el punto de vista práctico. Las justificaciones para no

tener en cuenta la curvatura terrestre se pueden fundamentar en los siguientes datos, los cuales se pueden demostrar mediante la aplicación de principios de geometría y trigonometría esférica: la longitud de un arco de 18 Km sobre la superficie de la Tierra es solamente 15 mm (1.5 cm) mayor que la cuerda subtendida por el mismo, y la diferencia entre la suma de los ángulos de un triángulo plano, triángulo de 190 Km², y la de los ángulos de un triángulo esférico correspondiente, es de un solo segundo (1 ") de arco. De lo anterior se deduce que únicamente debe tenerse en cuenta la verdadera forma de la Tierra cuando el levantamiento se refiera a grandes superficies y su ejecución exija de alta precisión. Cuando se trate de determinar alturas, aún en los casos que no se requiera gran precisión, no puede despreciarse la curvatura terrestre. Supóngase un plano tangente a la superficie del nivel medio del mar en un punto dado; la distancia vertical entre dicho plano y el nivel medio del mar, a una distancia de 16 km medida a partir del punto de tangencia es de 20 metros, y a una distancia de 160 km, la distancia es de dos kilómetros. Sin embargo, los trabajos de nivelación no requieren ningún trabajo adicional para referir las alturas medidas a dicha superficie esferoidal, debido a que la nivelación de los puntos consecutivos normalmente se hace a distancias cortas y cada línea visual va quedando paralela a la superficie media de la Tierra.

1.5 FUNDAMENTOS DE LA TOPOGRAFÍA PLANA

Debido a los grandes avances tecnológicos y científicos de las tres ramas de la topografía, cada una de ellas se ha conformado en áreas de conocimiento bien diferenciadas, aunque interrelacionadas y complementarias. Hoy día existen las profesiones de ingeniero topográfico, ingeniero geodesta e ingeniero fotogrametrista.

La mayor parte de los levantamientos de la topografía tienen por finalidad el cálculo de la superficie o áreas, volúmenes, distancias, direcciones, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante los planos topográficos correspondientes. Estos planos se utilizan como base para la mayoría de los trabajos y proyectos de ingeniería relacionados con la planeación y construcción de obras civiles. Por ejemplo, se requieren levantamientos topográficos, antes, durante y después de la planeación y construcción de carreteras, vías férreas, sistemas de transporte masivo, edificios, puentes, túneles, canales, obras de irrigación, presas, sistemas de drenaje, fraccionamiento o división de terrenos urbanos y rurales (particiones o parcelaciones), sistemas de aprovisionamiento de agua potable (acueductos), eliminación de aguas negras (alcantarillados), oleoductos, gasoductos, líneas de transmisión, control de la aerofotografía, determinación de límites de terrenos de propiedad privada y pública (linderos y medianías) y muchas otras actividades relacionadas con la geología, arquitectura del paisaje y arqueología entre otras disciplinas.

1.6 DIVISIONES, APLICACIONES Y DEFINICIONES EN LA TOPOGRAFÍA

La topografía plana se divide en dos grandes áreas que son la Planimetría y la Altimetría.

1.6.1 PLANIMETRÍA O CONTROL HORIZONTAL

La planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la Tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno. Aquí no interesan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno. La ubicación de los diferentes

puntos sobre la superficie de la Tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal. El conjunto de líneas que unen los puntos observados se denomina poligonal base y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento, a partir de la cual se referencia la posición de todos los detalles o accidentes naturales y/o artificiales de interés. La poligonal base puede ser abierta o cerrada según los requerimientos del levantamiento topográfico. Como resultado de los trabajos de planimetría se obtiene un esquema o plano horizontal.

1.6.2 ALTIMETRÍA O CONTROL VERTICAL

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical.

1.6.3 PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA SIMULTÁNEAS (ALTIPLANIMETRÍA)

La combinación de las dos áreas de la topografía plana permite la elaboración o confección de un levantamiento altoplanimétrico o “plano topográfico” propiamente dicho, donde se muestra tanto la posición en planta como la elevación de cada uno de los diferentes puntos del terreno. La elevación o altitud de los diferentes puntos del terreno se representa mediante las curvas de nivel, que son líneas trazadas en forma curvilínea, que representan la altura del terreno con respecto a un punto de control o base sobre toda la extensión de la línea misma, en el plano de

planta con base en el esquema horizontal y que unen puntos que tienen igual altura. Las curvas de nivel sirven para reproducir en el dibujo la configuración topográfica (tres dimensiones: largo, ancho y altura) o relieve del terreno.

1.6.4 PARA QUÉ SIRVE LA TOPOGRAFÍA

La topografía sirve de base para

- a. Trabajos de ingeniería, arquitectura y construcción en general, antes, durante y después de todos los proyectos.
- b. Establecer límites, áreas, accidentes, morfología y objetos de un terreno.
- c. Establecer fronteras y carta geográfica de un país o región.

1.6.5 APLICACIONES DE LA TOPOGRAFÍA

Esta es muy importante en muchas ramas de la ingeniería, ya que se requieren levantamientos topográficos antes, durante y después de la planeación y construcción de carreteras, vías férreas, aeropuertos, edificios, puentes, túneles, canales y cualquier obra edilicia o civil. Desde averiguar el área, efectuar mediciones de superficies y contornos de acuerdo con normas, planos y especificaciones de construcción, obtener la información que se utiliza para determinar la morfología de un lote de terreno, realizar todos los controles de construcción propiamente dichos como control de niveles de losas, niveles de construcción en vías y elementos horizontales, pendientes de vías, andenes, redes de servicios públicos, replanteo de las construcciones, control de elementos verticales, amarre geodésico o altiplanimétrico de las construcciones, referenciación en planos y campo de las nuevas construcciones y de todas las redes de servicios públicos ante las autoridades municipales que lo requieran, replanteo, localización

y medición de lotes para la realización del diseño arquitectónico y emplazamiento de las nuevas construcciones y cálculo de movimientos de tierra entre otros trabajos.

DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS DE LOS TRABAJOS ESPECÍFICOS EN LOS QUE SE APLICA LA TOPOGRAFÍA

A. Topografía en obras civiles

La característica fundamental de la topografía civil es que la mayoría de los trabajos a realizar son trabajos de replanteos, o sea, de traslado o proyección de los diseños de los proyectos en el terreno.

Los primeros levamientos se ejecutan en la primera etapa de obra donde se busca tener conocimiento de las dimensiones y formas del terreno donde se va a ejecutar la obra.

La topografía para obra civil es utilizada como un servicio para los distintos sectores de obra como ser: excavadores, armadores, carpinteros, soldadores, etc. Resulta sencillo darse cuenta de que la topografía es fundamental en la ejecución de la obra, y se debe realizar con tres premisas fundamentales:

1. Responsabilidad: porque la ejecución de la obra se realiza con base en las referencias que marca la topografía. Una marca o señal mal realizada representa un trabajo posterior sin sentido por no estar ubicada en el lugar que corresponde.
2. Velocidad: el retraso en las marcas y referencias representa el retraso en la obra, ya que nadie puede realizar su tarea si no sabe de dónde partir o referenciarla.
3. Sencillez: marcas o referencias complicadas de comprender o de utilizar son motivo de errores.

Los levantamientos que se hacen durante la construcción de un edificio se dividen en tres clases:

1. Preliminares: para que el arquitecto pueda elaborar los planos de diseño del edificio, necesita informarse sobre
 - a. Coincidencias, pendientes, morfología y topografía general del terreno.
 - b. Calles, andenes y pavimentos.
 - c. Servicios públicos (alcantarillados, acueductos, gas, energía eléctrica).
 - d. Edificios construidos previamente en el terreno o sus cercanías.
2. De construcción: replanteos de ejes de obras, niveles de referencia, etc.
3. Levantamientos de localización: se realizan después de terminado el edificio, para referenciar las construcciones nuevas con la red geodésica nacional.

Los levantamientos preliminares son de suma importancia, ya que de ellos depende la puesta en obra del proyecto.

En el caso de ser una obra de remodelación o montaje en un edificio ya construido, resulta de suma importancia la obtención con precisión de la posición de columnas, muros, vigas, etc. Para la ejecución de esos relevamientos se pueden seguir diferentes métodos según las circunstancias.

Como primera medida se debe tener bien en claro respecto a qué ejes o puntos ha de estar referido dicho levantamiento como paramentos, ochava, ejes de calle, mojones preexistentes, o un eje de referencia dado. Para cualquiera de los casos la temática de los levantamientos puede ser la misma.

B. Ejes de replanteo

Los ejes de replanteo son líneas de referencia a las cuales hay que referir cualquier medida de obra.

En toda obra existen dos ejes de replanteo denominados “ejes principales de obra” y están ubicados ortogonalmente entre sí. Si la obra posee una gran extensión generalmente se colocan “ejes auxiliares” paralelos a los principales.

Los ejes pueden denominarse con números o letras. Los ejes auxiliares siempre tienen que tener su posición referida a los ejes principales.

Los ejes principales tienen una ubicación por lo general central respecto a la obra, ya determinada por el proyectista al igual que los ejes auxiliares si es que existen.

En una obra casi nunca alcanzan estos ejes como para que el personal de obra pueda desempeñar sus tareas, por lo tanto, se recurre a “líneas o puntos auxiliares” que tienen una posición, que coloca el topógrafo en común acuerdo con el personal de obra.

Cuando se colocan líneas o puntos auxiliares se deben tener ciertos cuidados:

- a. Que la línea o el punto no haga más complicada la tarea del personal de obra.
- b. Que perdure en el tiempo.
- c. Que pueda ser utilizada para otros trabajos en la obra.

Cuando se habla de perdurar en el tiempo se deben considerar dos cosas fundamentales: primero es sobre dónde se realizan las marcas y con qué material se realizan. Y segundo es tener la precaución de que, a medida que se va realizando la tarea la línea de referencia no interrumpa el libre trabajo en la construcción.

Con respecto a su utilidad para otros trabajos se debe intentar dejar una línea que sirva para dos o tres etapas de obra a la vez, lo cual aceleraría los tiempos de marcación y no habría que volver a marcar varias veces en el mismo sector de obra.

C. Marcaciones de líneas auxiliares

Existen dos formas de materializar una línea: una es marcando una línea en el piso y la otra es con un hilo a una determinada altura.

Las marcas en el piso se pueden realizar de muchas maneras, las más comunes son:

Con hilo y pintura: se tensa el hilo en el piso y se pinta con aerosol encima, al sacar el hilo queda sin pintar la marca de la línea.

Las marcas con hilo se dejan generalmente en altura, sujetando los extremos del hilo en clavos, caballetes, etc.

En este tipo de materialización de líneas, es necesario trabajar también con una plomada.

Tipos de marcas en la pared:

- a. Marcas para ejes de líneas de referencia
- b. Marcas para niveles de referencia

Las marcas se pueden realizar con clavos o cintas de enmascarar y/o pintura. Cuando se utilizan clavos para marcar niveles se debe tener cuidado de que siempre se tome como referencia el mismo sector de la cabeza del clavo. Es muy común que cuando se da nivel al clavo con la mira apoyada en la cabeza del mismo, al utilizarlo en otro momento se tome como referencia el centro de la cabeza.

D. Trazado de líneas paralelas a otra

Se debe tratar dentro de lo posible de que las líneas a escuadra que se realicen no superen en distancia a la línea de partida.

E. Prolongación de líneas

Para líneas demasiado largas, es utilizado especialmente en las rectas del trazado de vías.

F. Líneas en túneles

Se debe considerar la longitud del túnel determinando los túneles menores a 25 m y los de mayor longitud. En ambos casos se debe materializar la línea primero en superficie, para asegurar que no haya errores de cálculo y que realmente se llegue al destino esperado.

Cuando el túnel es de longitud pequeña no hace falta alinear con un teodolito. Una buena forma de alinear es con hilos.

En los túneles de extensiones mayores a este trazado se lo debe acompañar de puntos testigo a lo largo del túnel y siempre es conveniente el uso de un teodolito.

G. Nivelaciones

Las nivelaciones forman parte fundamental también en los trabajos topográficos, siendo casi en su totalidad nivelaciones del tipo geométricas directa simple o geométricas indirectas o compuesta.

Un concepto a considerar es el de plano visual que consiste en el nivel o cota que da el aparato. En ocasiones, aparte de los niveles ópticos, se suelen utilizar niveles manguera o de mano, ya que en ciertas situaciones y para algunos trabajos el nivel de manguera suele ser de gran utilidad. Está compuesto por una manguera transparente llena de agua. Se basa en el principio de que el agua siempre se mantiene en un plano horizontal, de tal manera, que se hace coincidir en un extremo de la manguera el nivel del agua con un nivel conocido, y en el otro extremo de la manguera el agua mantendrá el mismo nivel.

Para este tipo de nivelación hay que tomar algunas precauciones: primero asegurarse de que la manguera una vez llena de agua, no posea burbujas de aire en su interior ni que esté retorcida. Otra precaución que hay que tener en el momento de la

medición es que el agua, debido a la porosidad de la manguera, presenta una pequeña curva en los extremos.

La manguera se suele utilizar, por ejemplo, para trasladar niveles en lugares donde el estacionamiento del nivel óptico de precisión es complicado o imposible; también para marcar niveles al otro lado de un muro a través de una perforación pequeña.

El nivel de mano es un complemento de los otros dos niveles y sirve para trasladar niveles a distancias muy pequeñas o también para marcar líneas horizontales.

Para la lectura con niveles ópticos de mano o de precisión, se suele utilizar, además de la mira, un metro o cinta. Es recomendable que en una nivelación se trate siempre de usar la misma cinta o metro, para cometer la menor cantidad posible de errores relativos.

Los errores más comunes que se comenten al nivelar son:

1. En el afán por nivelar rápido (sobre todo si se está en el medio de una avenida o lugar peligroso) no calar el equipo. Este error es complicado de detectar si las distancias en las que se niveló son parecidas.
2. Error en la lectura de la mira.
3. En el caso de tener marcado un nivel con un clavo en la pared, tener presente si el nivel fue puesto arriba de la cabeza del clavo, en el medio o abajo.
4. Generalmente para dar niveles con un metro o cinta se suele poner a éste, no en el principio, sino en un sector que haga más cómoda su utilización (puede ser a los 10 cm o a 1 m); hay que acordarse para tenerlo en cuenta en las operaciones matemáticas que se realicen. Este error es el más común y también se suele cometer al medir distancias. Estos errores, en ocasiones, se consideran como obvios, sin embargo, suelen cometerse.

Hay algunos trabajos que a los topógrafos con poca experiencia les resultan difíciles de resolver. Es algo normal intentar resolverlos utilizando al máximo los conocimientos teóricos, eso lleva a nivelaciones extensas en tiempo por los cálculos necesarios, que en realidad se pueden llegar a realizar en pocos minutos.

Una de esas tareas es el traslado de niveles en sentido vertical, por ejemplo, el control de asentamiento de un edificio, traslado de un nivel de la superficie a un túnel, colocar niveles en distintas plantas de un edificio. Para el control de asentamientos vale mencionar que es necesario y fundamental tener un nivel de referencia afuera del sistema, es decir, que no pudiera estar de ninguna manera influenciado por movimiento alguno de la obra.

H. Controles de rotación y traslación de edificios y suelos

En obras de gran magnitud, a medida que avanza la construcción y debido a la suma sucesiva de cargas, los edificios junto a los asentamientos pueden presentar rotaciones y traslaciones.

Estos movimientos pueden ser detectados con la utilización de lo que se denomina “trama básica de obra”.

Esta trama básica está compuesta por un conjunto de puntos con coordenadas, dispuestas alrededor de la obra y a una distancia tal que los movimientos del edificio no las afecten. Estos puntos deben estar firmemente contruidos, fundados en una construcción sólida que asegure su durabilidad en el tiempo.

Además de cuidar estos detalles constructivos se deben llevar registros periódicos midiendo estos puntos entre sí, sobre todo si la construcción presenta etapas de pilotaje por percusión, donde la vibración producida al indicar el pilote se siente a cientos de metros de distancia y puede llegar a producir desplazamientos en los mojones.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR T., Manuel A. et al. Cubicación de tierras mediante perfiles influencia de algunos factores como la morfología del terreno y la distancia entre perfiles. En CONGRESO INTERNACIONAL INGENIERÍA GRÁFICA (2004 : Almería). Memorias del XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Almería: Universidad de Almería Departamento de Ingeniería Rural, 2004. p. 127-128.
- CALDERA, Fernando. Apuntes de topografía y obras viales-contenidos del programa analítico de la materia topografía y obras viales - 6º año del ciclo superior de construcciones. 10 ed. Buenos Aires: Centenario, 2009. 84 p.
- CASANOVA, Leonardo. Topografía plana. Almería: Universidad de Almería Departamento de vías. Almería: Taller de publicaciones de ingeniería ULA, 2002. capítulo 1-10.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN SUBDIRECCIÓN DE METROINFORMACIÓN OBSERVATORIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS ÁREA DE GEODESIA. Estándares para la entrega de planos topográficos al grupo geodesia del municipio de Medellín. Medellín: Observatorio de políticas públicas de Medellín, 2009. 36 p.
- ENTREVISTA con Jairo Arturo Pérez Londoño, Topógrafo profesional independiente. Medellín, 20 mayo de 2010.
- FRANCO R. Jorge. Nociones de topografía geodesia y cartografía. Extremadura, 1999. p. 1-83.
- GÁLVEZ, José. Manual para la observación de sondeos de globo piloto con un teodolito. Versión 1.2, 2002. s.p.
- GIL, Luis. Levantamientos topográficos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1995. 155 p.

- Instituto Nacional de Vías. Manual de diseño geométrico de Carreteras, Bogotá D.C., 2008. 264 p.
- NAVARRO HUDIEL Sergio Junior, Manual de topografía, 2008. s.p.
- OSPINA, F. Apuntes de topografía. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1996. s.p.
- PARKER, H.; Mc Guire, J. Ingeniería de campo simplificada para Ingenieros y Constructores. México: Limusa, 1984. s.p.
- PÉREZ LÓPEZ, Pablo A. Apuntes de Clase, Profesor del pregrado Tecnología en Construcción de Acabados Arquitectónicos cátedra Topografía del Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, 25 de abril de 2010.
- SANTAMARÍA PEÑA, Jacinto y SANZ MÉNDEZ, Teófilo. Manual de prácticas de topografía y cartografía, Universidad de la rioja, Servicio de publicaciones. 2005. s.p.
- Sena, Aplicación de la hoja de cálculo Microsoft Excel en levantamientos topográficos planimétricos. Medellín, 2008. s.p.
- SERRANO Paco, Junior A. et al. Metodología para el replanteo y trazado del proyecto horizontal de la vía: tramos cerecita – tamarindo – la bajada de progreso, Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra, Ingeniería Civil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2009. s.p.
- TORRES, Alvaro y VILLATE, Eduardo. Topografía. 2 ed. Bogotá: Carvajal. 1968. 298 p.
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA, facultad de ciencias de la construcción y ordenamiento territorial, construcción e ingeniería, modulo VIII, introducción a replanteo de obras viales, “Replanteos de obras viales” del Manual de Carreteras, Santiago de Chile, Volumen 2 Ed. 2001. p.1-15.
- VALDÉS DOMÉNECH, Francisco. Aparatos topográficos. Barcelona: CEAC, 1982. 360 p.
- VALLEJO CALLE, Pedro J., GARCÉS VARGAS, Juan F., SÁNCHEZ BAQUERIZO, Carlos F., Diseño de vía distribuidor de tráfico, Prosperina – Garita Espol, 2009. p.1-22.

CIBERGRAFÍA:

- GUEVARANARANJO, Santiago F., FUENTES CARVAJAL, Jorge A. <<http://www.monografias.com>, Topografía.> [citado en 19 de diciembre de 2009]
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Nivelación> [citado en 11 diciembre de 2008].
- <http://www.abreco.com.mx>. marzo de 2009.
- <http://www.breithaupt.de/index.php>. junio de 2010.
- <http://www.letsgodigital.org>. febrero de 2009.
- <http://www.precisiontopografica.com>. febrero de 2010.
- <http://www.11.brinkster.com/levcarteol>. agosto de 2010.
- INGENIERÍA CIVIL (UNNE).
<<http://ingenieria-civil2009.blogspot.com/2009/05/11-definiciones-divisiones-y.html>> [citado en 21 febrero de 2010].
- T.G.M. Christian G., Carreras, Jefe de Topografía, Roggio e Hijos.
<<http://www.ccarreras.com.ar>>, Argentina. [citado en 12 enero de 2010].



Topografía

se terminó de imprimir en diciembre de 2010.

Para su elaboración se utilizó papel Bond de 70 g,
en páginas interiores, y cartulina Propalcote 240 g para la carátula.
Las fuentes tipográficas empleadas son Times New Roman 11 puntos,
en texto corrido, y Myriad Pro 14 puntos en títulos.