INVENTARIO CARTOGRÁFICO DEL PLANO TOPOGRÁFICO DE BOGOTÁ LEVANTADO POR CARLOS CLAVIJO EN 1891 Y REFORMADO EN 1894

ISAAC JESÚS BRICEÑO SALDIVAR
20102030005

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGIA EN TOPOGRAFIA
BOGOTA
2015

INVENTARIO CARTOGRÁFICO DEL PLANO TOPOGRÁFICO DE BOGOTÁ LEVANTADO POR CARLOS CLAVIJO EN 1891 Y REFORMADO EN 1894

ISAAC JESÚS BRICEÑO SALDIVAR
20102030005

Proyecto de Grado presentado como requisito para optar por el título de Tecnólogo en Topografía en la modalidad de: Monografía

Director:
ING. JULIO HERNÁN BONILLA ROMERO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGIA EN TOPOGRAFIA
BOGOTA
2015

Las ideas emitidas por el autor son de exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la Universidad ***(Artículo117, Acuerdo 029 de 1998).***

Nota de aceptación

Acuerdo 29 de 1998. Reglamento estudiantil.

El consejo de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas aprueba el trabajo de grado titulado “INVENTARIO CARTOGRÁFICO DEL PLANO TOPOGRÁFICO DE BOGOTÁ LEVANTADO POR CARLOS CLAVIJO EN 1891 Y REFORMADO EN 1894”. Lo anterior, en cumplimiento de los requisitos para obtener el título de Tecnólogo en Topografía.

_____

Ing. Julio Hernán Bonilla Romero
Director

_____

Ing. Carlos Alfredo Rodríguez Rojas
Jurado

Bogotá D.C. 2015

Dedicatoria

Lo más satisfactorio de luchar por conseguir una meta no es el llegar a ella, sino todo lo que se aprende en el recorrido, las personas que se conocen, con las que se comparten vivencias entre éxitos y fracasos, alegrías y desagrados; los conocimientos aprendidos no sólo académicos sino también experiencias de vida, por todo esto dedico, desde lo más profundo de mi ser, este trabajo de grado a todas las personas que han hecho que, la posibilidad de haber estudiado en la Universidad Distrital haya sido una realidad, entre estas: Dios, mi Familia y mis maestros.

Agradecimientos

A Dios le agradezco la fuerza de voluntad que me ha dado para cumplir con mis metas y propósitos académicos, de asistir y llegar desde lejanos lugares a mi lugar de estudio.
A mi Familia el apoyo moral y económico, para alcanzar este primer logro en mi vida profesional y académica.
A mis maestros, en especial al Ingeniero Julio Bonilla director de este trabajo de grado, quien con su historia de vida y forma de ser me ha inspirado a culminar este proyecto, y me ha guiado en el desarrollo del mismo.
Finalmente cabe resaltar la labor amistosa de algunos compañeros, en quienes siempre encontré un apoyo y un consejo, tanto académico como de la cotidianidad misma.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE TABLAS	**3**
INDICE DE FIGURAS	**4**
INDICE DE FÓRMULAS	**8**
1. RESUMEN	**9**
2. OBJETIVOS	**13**
2.1 GENERAL	**13**
2.2 ESPECÍFICOS	**13**
3. ALCANCE	**14**
3.1 MARCO DE REFERENCIA	**14**
3.1.1 Marco histórico	14
3.1.2 Marco legal	14
3.2 MARCO TEÓRICO	**15**
3.2.1 Cartografía	15
3.2.2 Cartografía básica	15
3.2.3 Cartografía temática	15
3.2.4 Mapa	16
3.2.5 Plano	17
3.2.6 Carta	17
3.2.7 Estructura de los mapas	17
3.2.8 Escala	17
3.2.9 Geoide y elipsoide	19
3.2.10 Proyecciones cartográficas	21
3.2.11 Proyecciones cartográficas según su posición	22
3.2.12 Anamorfosis	23
3.2.13 La proyección Universal Transversa de Mercator	24
3.2.14 Husos UTM	25
3.2.15 Diseño Cartográfico	26
3.2.16 Simbolización	27
3.2.17 Elementos visuales	28
3.2.18 Análisis Cartográfico	30
4. RECURSOS	**31**
4.1 RECURSOS HUMANOS	**31**
4.2 RECURSOS TÉCNICOS	**31**
5. METODOLOGÍA	**32**
5.1 FASE 1	**33**
5.1.1 Obtención Del Mapa En Formato Digital	33
5.1.2 Visitas y Consultas investigativas a Centros de Información	33
5.1.3 Filtro de la información encontrada	34
5.2 FASE 2	**34**

5.2.1Digitalización del plano en software y clasificación en capas temáticas 34
5.2.3 Copias de seguridad 43
5.3 FASE 3 44
5.3.1 Inventario Cartográfico 44
5.3.2 Revisión de los resultados Obtenidos 51
6. RESULTADOS 52
6.1 METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL PLANO DE 1891 52
6.1.1 Equipo necesario 52
6.1.2 Procedimiento general 53
6.1.3 Observación de azimut solar 63
6.1.4 Calculo del azimut solar 65
6.1.5 Observación de la latitud 66
6.1.6 Calculo de la latitud 66
6.1.7 Observación de la longitud 68
6.1.8 Calculo de la longitud astronómica 69
6.1.9 Levantamiento Topográfico 69
6.2 ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA A SISTEMA CAD Y CLASIFICACIÓN 70
6.3 INVENTARIO CARTOGRÁFICO 71
6.3.1 Escala 73
6.3.2 Rótulos 73
6.3.3 Simbología 75
6.3.4 Texto 81
6.3.5 Elementos Visuales 86
7. CONCLUSIONES 87
8. RECOMENDACIONES 88
9. BIBLIOGRAFÍA 89
10. ANEXOS 91

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla de conversión de arco en tiempo y tiempo en arco	**54**
Tabla 2. Refracción Media	**55**
Tabla 2.1 Refracción Media continuación	**56**
Tabla 2.2 Refracción Media continuación	**57**
Tabla 3. Corrección a la Refracción Media por temperatura	**58**
Tabla 4. Corrección a la Refracción Media por presión	**59**
Tabla 5 Distancias entre lugares escogidos en el plano	**72**
Tabla 5.1 Distancias entre lugares escogidos en la realidad	**72**
Tabla 5.2 Relación de escala entre sitios	**72**

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1 Geoide y elipsoide	**20**
Fig. 2 Proyecciones cartográficas según su forma	**22**
Fig. 3 Clasificación de las Proyecciones cartográficas	**22**
Fig. 4 Proyecciones planas según su fuente de luz	**23**
Fig.5 Proyección UTM	**25**
Fig.6 Geometría del Huso UTM	**26**
Fig.7 Ejemplos de simbología	**27**
Fig.8 Tonalidades primarias	**28**
Fig.9 Luminosidad en escala de grises	**28**
Fig.10 Saturación	**29**
Fig.11 Elementos visuales	**30**
Fig.12 Fases Metodológicas	**32**
Fig.13 Opción Attach	**35**
Fig.14 Seleccionando imagen mediante la opción Attach	**35**
Fig.15 Seleccionando imagen mediante la opción Attach	**36**
Fig.16 Archivo Ráster insertado al proyecto	**36**
Fig.17 Capa 01-IMAGEN RASTER	**37**
Fig.18 Digitalización de Curvas de nivel mediante polilineas	**37**
Fig.19 Digitalización de Manzanas mediante polilineas	**38**
Fig.20 Digitalización de Achurados mediante polilineas	**38**

Fig.21 Digitalización de elementos lineales y zonales mediante polilineas 39

Fig.22 Opción Text Style del menú Annotate 39

Fig.23 Menú contextual de la opción Text Style 40

Fig.24 Transcripción de texto mediante el comando MTEXT 40

Fig.25 Texto transcrito del índice temático 41

Fig.26 Convenciones digitalizadas 41

Fig.27 Patrones y propiedades básicas del comando HATCH 42

Fig.28 Avisos compuestos de diferentes tipos de símbolos 42

Fig.29 Carpeta de destino de copias de seguridad del plano 43

Fig.30 Servicio OneDrive del correo Outlook 44

Fig.31 Medición de distancias en el plano 45

Fig.32 Punto de control cementerio central 46

Fig.33 Punto de control Casa Quinta de Bolívar 46

Fig.34 Punto de control Parque Santander 47

Fig.35 Punto de control Plaza de los Mártires 47

Fig.36 Punto de control Observatorio Astronómico 48

Fig.37 Punto de control Iglesia de la Peña 48

Fig.38 Punto de control Plaza de Armas 49

Fig.39 Distancias tomadas en el mapa actual del distrito 49

Fig.40 Transito de telescopio acodado para observaciones astronómicas 52

Fig.41 Plataforma y arreglo de los instrumentos 53

Fig.42 Tienda de Observación con el techo abierto para realizar las observaciones 53

Fig.43 Ciclo de señales de hora emitidas por las estaciones del Observatorio Naval de Washington 61

Fig.44 Esquema de Observación al sol en posición directa 62

Fig.45 Esquema de Observación al sol en posición inversa 63

Fig.46 Preparación de la observación de la latitud 66

Fig.47 Cálculo de la latitud 67

Fig.48 Imagen de capas creadas en el proceso de digitalización Y clasificación 70

Fig.49 Numeración de rótulos presentes en el plano 73

Fig.50 Focos eléctricos 75

Fig.51 Curvas de Nivel 75

Fig.52 Achurados 1, 2 y 3 76

Fig.53 Hidrografía 76

Fig.54 Tranvía 77

Fig.55 Ferrocarril 77

Fig.56 Calles proyectadas 77

Fig.57 División de Policía 78

Fig.58 Manzanas 78

Fig.59 Parques 78

Fig.60 Casas de Gobierno 79

Fig.61 Bancos 79

Fig.62 Fábricas 79

Fig.63 Hoteles y Restaurantes **80**

Fig.64 División Eclesiástica **80**

Fig.65 Acueducto Público **80**

Fig.66 Titulo Guía descriptiva **82**

Fig.67 Firma del Ministro de Instrucción pública **82**

Fig.68 Firma del Ministro de Gobierno **82**

Fig.69 Firma del Arzobispo de Bogotá **82**

Fig.70 Aviso principal del plano topográfico de Bogotá de 1891 **83**

Fig.71 Aviso secundario del plano topográfico de Bogotá de 1891 **84**

Fig.72 Rosa de los vientos del plano topográfico de Bogotá de 1891 **85**

Fig.73 Símbolos pictóricos de la guía descriptiva **85**

INDICE DE FÓRMULAS

	Pág.
Formula 1 Relación de Escala	**17**
Formula 2 Relación de Escala en Unidades	**18**
Formula 3 Cálculo del azimut solar	**64**
Formula 4 Fórmula general de la longitud	**68**
Formula 5 Cálculo del Tiempo Universal	**68**
Formula 6 Cálculo para el Tiempo sideral medio en Greenwich a las 0 horas	**68**
Formula 7 Cálculo del número de siglos Julianos	**68**
Formula 8 Cálculo de la fecha Juliana	**69**
Formula 9 Valor del Tiempo sideral medio en Greenwich a las 0 horas cuando es mayor de 24 horas	**69**

RESUMEN

El plano de Bogotá levantado por el topógrafo Carlos Clavijo, en 1891 y que fue reformado en 1894, es una pieza cartográfica de interés público debido a su importancia histórica y académica, ya que en su época de vigencia fue uno de los mapas más importantes de la ciudad, debido a que en su contenido plasmado se encuentran los establecimientos, de mayor interés comercial, cultural y gubernamental de la ciudad. Además de la importancia para la planeación urbanística y de desarrollo socioeconómico de la ciudad del siglo XIX.

Por otro lado la necesidad de actualizar el plano a una versión digital de fácil publicación y distribución, hacer una clasificación en capas de la información contenida en este y posteriormente hacer un análisis de las variables cartográficas y una descripción detallada de la información contenida en el plano, surge como solución a un problema de preservación en el tiempo, de este archivo de alta importancia histórica, así como también de la poca accesibilidad que tienen los investigadores de disciplinas ajenas a ciencias de la tierra a estos documentos gráficos, por ende su posible falta de interpretación de los mismos; con el análisis cartográfico cualquier profesional en ciencias de la tierra, y de otras áreas como lo pueden ser Arquitectos, Sociólogos, Antropólogos, Historiadores, Economistas entre otros, que quieran tomar el susodicho plano como base para iniciar una investigación histórica de la ciudad, podrán acceder e interpretar esta cartografía sin mayor problema.

Palabras Clave: Cartografía, Mapa, Bogotá, Plano, Inventario.

ABSTRACT

The map of Bogotá lifted by the land surveyor Carlos Clavijo in 1891 and was renovated in 1894 is a cartographic piece of public interest because of its historical and academic importance, since in its current period was one of the most important maps of the city, because their contents are reflected a large number of commercial establishments, government and cultural attractions of the city. Besides the importance for urban and economic development of the nineteenth-century city planning.

On the other hand the need to update the plan to a digital version of easy publishing and distribution, to classify layers of the information contained in this and then make an analysis of cartographic variables and a detailed description of the information contained in the map, emerges as a solution to a problem of preservation in time, this historical archive of high importance, and the null accessibility for researchers to disciplines outside earth sciences these graphic documents, for this reason their possible lack of interpretation on this; with the cartographic analysis any professional in earth sciences, and other areas as may be architects, sociologists, anthropologists, historians, economists and others who want to take the previously mentioned map as a basis for initiating a historical research of the city, they may access and interpret this map without much problem.

Keywords: Cartography, map, Bogota, Plan, Inventory.

INTRODUCCIÓN

Los registros gráficos históricos que aún se preservan de la ciudad de Bogotá, ofrecen un panorama aproximado acerca del pasado urbano de la ciudad, uno de éstos es el plano de Bogotá levantado por Carlos Clavijo en 1891 y reformado en 1894, éste plano es el más destacado de los de su época, ya que posee vasta información acerca de establecimientos activos de la ciudad, tanto comerciales como gubernamentales y de interés cultural. Ésta cartografía impresa se divide en dos partes: el plano propiamente dicho y una sección de índice temático y avisos publicitarios. En la sección del mapa como tal se pueden encontrar los rótulos, la división policial, las líneas de tranvía y ferrocarril, la nomenclatura, las manzanas, las parroquias, los parques, las fábricas, los restaurantes y hoteles, así como los sitios gubernamentales. En la sección de guía temática y avisos publicitarios se pueden encontrar doscientos ochenta y cinco registros de lugares y, cuarenta y un avisos publicitarios.

La importancia de conocer el desarrollo histórico del territorio, mediante documentos gráficos como mapas y planos, por parte de la comunidad académica, es vital para el desarrollo de investigaciones en temas urbanos, lamentablemente este tipo de archivos al tener un alto valor histórico se encuentran almacenados en diversos centros de información como lo son el archivo general de la nación, la Biblioteca Nacional, la Biblioteca Luis Ángel Arango, entre otros y tienen acceso restringido, por lo tanto los estudios realizados en estos son escasos.

Se planea resolver el problema digitalizando en software CAD (de licencia académica y/o libre) y, haciendo un análisis pertinente del Plano de Bogotá de 1894 e, investigando acerca de todos sus elementos cartográficos y su información espacial, para así obtener un plano actualizado al formato digital que, facilitará su preservación a través del tiempo y además haciendo uso del análisis cartográfico permitirá el acceso a la población contribuyendo al desarrollo investigativo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Digitalizar y analizar cartográficamente el plano de Bogotá levantado por Carlos Clavijo en 1891, servirá como base para futuras investigaciones?

La poca accesibilidad a los mapas y planos históricos de Bogotá, por parte de académicos en estudios urbanos y territoriales, es un obstáculo para realizar investigaciones acerca de la evolución urbana de la región, desde sus más básicos aspectos geográficos y urbanísticos, hasta los socioeconómicos y culturales. Uno de los aspectos que contribuye a la inaccesibilidad a estos documentos gráficos, es la degradación por el transcurso del tiempo y, la fragilidad del material en que fue elaborado, siendo un inconveniente para su distribución a los investigadores. Otro de los aspectos es el insuficiente conocimiento en las áreas de Cartografía, Topografía y Geodesia que pueda tener un investigador que no sea un profesional en estas ciencias, como lo pueden ser Arquitectos, Sociólogos, Antropólogos, Historiadores, Economistas entre otros, que quieran tomar como base para iniciar una investigación una cartografía histórica de la ciudad, como lo puede ser la de Clavijo de 1894.

De no empezar a solucionarse esta problemática, con el paso del tiempo será cada vez más difícil acceder a estos archivos, debido a que con el transcurso de los años tenderán a desaparecer y a deteriorarse, y será casi imposible tomar como referencia para una investigación un documento inaccesible.

Al desarrollar este proyecto se contribuiría a solucionar este problema, específicamente con el plano de Bogotá hecho por Clavijo en 1894, ya que se digitalizaría y este quedaría disponible en formato digital, clasificado en capas temáticas y, sería de fácil publicación y acceso; además realizando el análisis cartográfico de todos los elementos visuales del plano, cualquier persona que lo leyera independientemente de si es investigador o no, podría interpretar el plano sin ningún problema, lo que contribuirá a que el plano sea conocido y usado en futuras investigaciones y consultas.

OBJETIVOS

GENERAL

Inventariar el plano de Bogotá hecho en 1894, a partir de sus variables cartográficas definidas como parámetros matemáticos, elementos visuales y simbolización, así como su contenido temático.

ESPECIFICOS

- Proponer una posible metodología, cercana a la usada en la toma de datos y realización del plano.
- Actualizar la cartografía a los sistemas digitales más convencionales de la actualidad y hacer una clasificación en capas de éstos.
- Catalogar las siguientes variables cartográficas: escala, proyección, elipsoide, dátum, equidistancia entre curvas de nivel, orígenes de altitud, comprendidas entre los parámetros matemáticos; los símbolos puntuales, lineales, zonales y, rótulos como símbolos, comprendidos entre la simbolización; el color, el brillo, el tamaño, la forma, el espaciado, la orientación y, la ubicación comprendidas en los elementos visuales, así como los lugares referenciados en el plano.

ALCANCE

MARCO REFERENCIAL

Marco Histórico:

Según Rivadeneira, (2001) desde la época colonial de Bogotá, han sido varios los registros gráficos de la ciudad desde bosquejos paisajísticos, hechos por cronistas como Felipe Guamán-Poma de Ayala (Nueva crónica y buen gobierno, finales del siglo XVI), o extranjeros encomendados directamente por el virreinato español, para tener conocimiento de la división predial del territorio y para tener un inventario de lo que poseían como conquistadores.
La necesidad de tener actualizada la cartografía de la ciudad hizo que con los años se realizaran planos cada vez más detallados del territorio, lo que llevo al trabajo de grandes cartógrafos e ingenieros de la época, cómo el General Agustín Codazzi, Eliseé Reclus, Carlos Cabrer, Nicolás Ortiz y Carlos Clavijo, este último realizó un plano topográfico de la ciudad de Bogotá, producto de un levantamiento hecho en 1891, siendo este el más destacado de su época debido a la cantidad de información comercial, económica, gubernamental y cultural, presente en el plano, a pesar de que en la versión litográfica objeto de estudio solo hay presentes cerca de 250 lugares, es información basta para realizar investigaciones de la evolución urbanística y económica de la ciudad.
Lo particular del caso es que los registros gráficos de la época eran más artísticos e informativos que técnicos, con unas líneas temáticas definidas hacía los atributos urbanos y territoriales, sin abarcar la dinámica comercial y cultural de la sociedad del momento.

Marco Legal:

La ley 1617 del 5 de Febrero de 2013 reglamenta los regímenes específicos de los distritos especiales en cuanto a su funcionamiento estructural y administrativo, en su Art. 19 reglamenta la publicación del mapa oficial de cada distrito especial una vez sean definidos sus límites territoriales; la entidad encargada de realzar dicha cartografía oficial, es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, así como también deberá materializar la red geodésica de apoyo a la cartografía oficial de los distritos especiales.
Cómo se puede observar la normatividad vigente respecto a la cartografía de las ciudades es delegada al IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) entidad competente para la ejecución de todos los procesos que conllevan el desarrollo de mapas oficiales.

MARCO TEÓRICO

CARTOGRAFÍA

Es el conjunto de ciencias, artes y técnicas cuyo objeto es representar a través de mapas, cartas, planos y otras formas gráficas, la diversidad de la información conocida por la humanidad sobre la superficie terrestre.

Es ciencia cuando se apoya de la Astronomía, la Matemática, la Física, la Geodesia, la Estadística entre otras para alcanzar un determinado grado de precisión. Arte, cuando recorre las leyes de la estética, la simplicidad y la claridad, buscando llegar al ideal artístico de belleza. Técnica cuando se apoya de diversas metodologías a través del tiempo para su óptima realización (Timbó, 2001).

Se puede definir la Cartografía según su función puede dividirse en dos grandes grupos:

1.- Básica, Fundamental o Topográfica.
2.- Cartografía Temática.

CARTOGRAFÍA BÁSICA

Como la definen García, Pardo-Belmonte y Saint-Supery (2013)

Es la cartografía más importante y necesaria a partir de la cual pueden obtenerse otros mapas derivados. La Cartografía Básica está formada por Mapas Topográficos, Cartas Oceánicas y Cartas Aeronáuticas.

Para realizar esta Cartografía se precisan levantamientos topográficos, información de fotografías aéreas e imágenes de satélites con los que se obtienen datos que son dibujados con meticulosa atención, teniendo en cuenta las vicisitudes que la representación conlleva.

CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

García et al., (2013) afirman:

Se denomina Cartografía Temática al conjunto de actividades cartográficas tendentes a mostrar las características estructurales de una determinada distribución geográfica, excluyendo, convencionalmente, los mapas topográficos. Este tipo de cartografía utiliza la Cartografía Básica como punto de partida.

La Cartografía Temática suele dividirse en dos grandes grupos:

a.- Cuantitativa si se muestran distribuciones numéricas de un acontecimiento y
b.- Cualitativa si lo que se muestran son las clases en las que se puede descomponer el acontecimiento.

Llámese mapa base al utilizado como fuente para compilación de detalles o como soporte para otros mapas que llamaremos Mapas Derivados. Un Mapa Derivado siempre se obtiene a partir de otro de mayor escala.
Los Mapas Temáticos son mapas dedicados a temas especiales (turismo, geológicos, carreteras...) Al mapa formado por fotografías aéreas o imágenes de satélite transformadas para eliminar la deformación de la proyección cónica y convertirlas en ortogonales, se denomina Ortofotomapa. (p.10).

MAPA

Un mapa es un documento gráfico plano, simplificado y convencional, de una parte de la superficie terrestre, con una relación de similitud proporcionada, a la que se llama escala. Éste debe transmitir información clara al usuario, debe estar codificado en forma de símbolos gráficos como puntos, líneas o superficies, que deben estar definidos tanto por su información espacial respectos a un sistema de coordenadas, como por alguno de sus atributos no espaciales (García et al., 2013).

Como la afirma Raisz, (2005):

En la elaboración de un mapa se pueden considerar las siguientes partes: la escala, el sistema de proyección, el dátum, la simbología, el rotulado y, el título, el recuadro y demás detalles complementarios.

Los mapas pueden clasificarse por su escala y por su contenido de la siguiente manera.

1. Mapas Generales:
    - Mapas topográficos a escala grande.
    - Mapas cartográficos a pequeña escala.
    - Mapas del mundo entero (Mapamundi).

2. Mapas especiales:
    - Mapas políticos.
    - Mapas urbanos.
    - Mapas de vías de comunicación.
    - Mapas científicos.
    - Mapas económicos y estadísticos.
    - Cartas para navegación.
    - Mapas catastrales.

PLANO

Los planos representan a gran escala, una porción reducida de la superficie terrestre y son elaborados por topógrafos. A diferencia de los mapas, los planos, no requieren de la utilización de símbolos; ya que los objetos o rasgos del terreno son expresados utilizando sus formas y dimensiones reales. Otra diferencia con los mapas es que no requieren de un control geodésico. (Fallas, 2003).

CARTA

La carta es una representación del espacio marítimo o aéreo y es utilizada con fines de navegación (Ej. cartas náuticas y aeronáuticas). El diseño de las cartas tiene como fin facilitar su lectura por parte del navegante y por esta razón no todas tienen la misma escala. Dependiendo de su uso resaltarán estructuras tales como aeropuertos (aéreos y náuticos), ciudades, carreteras, líneas férreas, encalladeros, topografía, etc. (Fallas, 2003).

ESTRUCTURA DE LOS MAPAS

Todo mapa se compone de dos Bases diferenciadas:
1.- La Base Matemática que constituye la estructura del mapa y compuesta por:
- La Escala.
- Las Proyecciones.
- La Base geodésica.

2.- La Base Geográfica que está constituida por:
- Los fenómenos geográficos a representar.
- Los elementos auxiliares (recuadros, leyendas, notas marginales y demás datos complementarios) que facilitan la lectura e interpretación del Mapa.

ESCALA

Cómo lo define Rincón, Vargas y González, (2010):

Todo mapa o plano tiene que ser de dimensiones menores a la superficie que representan y habrá de dibujarse de modo que constituya una figura semejante a la del terreno. Toda magnitud en el mapa y su correspondiente en el terreno tienen una relación de semejanza a la cual se le llama escala. La relación de escala viene dada por:

$$E = Dp / Dt$$

Formula 1 Relación de Escala. Fuente Rincón, et al., (2010).

Dónde:
E: Escala.
Dp: Distancia en el plano.
Dt: Distancia en el terreno.

Normalmente se usan escalas cuyo numerador sea la unidad y su denominador una cifra sencilla terminada en cero. Se suele indicar en los mapas con la notación:

$$E = Up : Ut$$

Formula 2 Relación de Escala en Unidades. Fuente Rincón, et al., (2010).

Dónde:
Up: Unidad en el plano.
Ut: Unidad en el terreno.

Es muy importante que las dimensiones en el plano y el terreno se expresen en la misma unidad de longitud al definir la escala (centímetros, pulgadas, metros, etc.).
En el ejemplo anterior la escala viene dada por una medida de unidad en el plano "Up" que tiene una equivalencia de "Ut" en el terreno.
Para determinar una escala se toman las distancias en el terreno y se dividen por la distancia en metros que tiene el papel donde va a quedar graficado el mapa (descontando las márgenes y el rótulo). Se debe tener en cuenta que el formato de papel tiene dos dimensiones, ya que se deben calcular la escala con esas dos.
Si los datos que se tienen están en coordenadas rectangulares, para determinar las distancias más grandes se hace una diferencia entre Norte mayor y Norte menor y a la Este mayor se le resta la Este menor. (Rincón, et al., 2010).

TIPOS DE ESCALAS

- Natural: El tamaño de la pieza coincide con la realidad. 1:1
- Ampliación: Cuando se requiere aumentar el tamaño de la pieza. 2:1
- Reducción: Se utiliza cuando el tamaño físico del plano es menor que la realidad. 1:100

CLASIFICACIÓN DE LAS ESCALAS:

Escala Grande: 1:1000; 1:500; 1:200; 1:100.
Escala Mediana: Entre 1:1000 y 1:10.000.
Escala Pequeña: 1:10000; 1:25.000; 1:100.000.

Fuente Rincón, et al., (2010).

ESCALAS UTILIZADAS SEGÚN EL ESTUDIO

1: 5000 Y 1:20000	Planos callejeros de ciudades
1: 20000 y 1:50000	Estudios Municipales
1:50000 y 1: 200000	Estudios en regiones y carreteras.
1:200000 y 1: 1000000	Mapas Nacionales.
A escalas inferiores a 1:1000.000	Mapas Continentales.

En proyectos de ingeniería las escalas generalmente oscilan entre 1:200 y 1:10000. (Torres y Villate, 1968).

ESCALA GRÁFICA

Cuando se necesita medir una distancia en el plano y se quieren evitar operaciones aritméticas, se recurre a las escalas gráficas que son rectas divididas en partes iguales anotando en cada una a partir del cero la magnitud equivalente en el terreno, la longitud de estos segmentos se elige de modo que quede expresada por un número sencillo. (Rincón et al., 2010).

La escala gráfica suele disponer de una porción a la izquierda que permite medir aún con más precisión. Esta porción suele llamarse escala ampliada. (Urrutia, 2005).

GEOIDE Y ELIPSOIDE

Todo el conjunto de medidas efectuadas para la confección de un mapa, sean del tipo que sean, que se llevan a cabo sobre la superficie de la Tierra, están influidas por la irregular distribución de la masa terrestre que afecta a la dirección de la gravedad y por tanto a la determinación de la vertical de cada lugar. Debido a esto todas las observaciones terrestres se efectúan sobre una figura irregular llamada geoide, que se define como la superficie equipotencial respecto a la fuerza de gravedad al nivel medio del mar, y en la que la dirección de la gravedad es perpendicular en todos los lugares. El geoide coincide con la superficie media del mar en sus partes oceánicas y está por debajo de la corteza terrestre en las zonas continentales. La diferencia entre la superficie terrestre y el geoide es consecuencia de la irregular distribución de montañas y depresiones. (Pérez y Pérez. 2004).



Fig. 1 Geoide y elipsoide. Tomada de (Pérez y Pérez. 2004).

El geoide también está afectado por el movimiento de rotación de la Tierra, que le produce un abombamiento en la región ecuatorial y un achatamiento en las regiones polares. Para determinar la forma del geoide es necesario medir la gravedad en numerosos puntos de la Tierra. Las secciones del geoide son curvas irregulares aunque aproximadamente circulares. (Pérez y Pérez. 2004).

Pero para elaborar cartografía de precisión se debe usar una superficie geométrica regular. Así que las observaciones hechas sobre el geoide habrá que transferirlas a una figura matemáticamente regular que sea la más aproximada. “Siendo ésta el elipsoide, figura geométrica engendrada por la revolución de una elipse sobre su eje menor”. Para realizar los cálculos de conversión de datos del geoide al elipsoide se hace coincidir tangencialmente a estos dos en un punto llamado dátum. Para elegir un elipsoide se puede optar por uno que se ajuste de la manera más cercana al geoide en la zona que se desea representar en la cartografía, o se puede elegir un elipsoide que se ajuste al modelo geoidal en su totalidad. Aclarando que la primera opción da lugar a una mayor precisión, de manera local, y la segunda opción genera una homogeneidad internacional. (Pérez y Pérez. 2004).

Las distancias entre el geoide y el elipsoide son relativamente pequeñas si se compara con las dimensiones de dichos modelos ideales. Algunas veces las diferencias son positivas y, otras negativas, “siendo lo común que el elipsoide esté por debajo del geoide en las zonas continentales, y por encima en los océanos”. (Pérez y Pérez. 2004).

PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

El problema fundamental de la cartografía es, la representación de la tierra (que es semejante a un elipsoide), en una superficie plana como el papel, los cartógrafos han ideado diversas soluciones a este problema llamadas proyecciones cartográficas.

Una Proyección Cartográfica es una correspondencia biunívoca entre los puntos de la superficie terrestre y los puntos de un plano llamado Plano de proyección. Puesto que cualquier punto de la esfera está definido por sus coordenadas geográficas (φ,λ) y cualquier punto del plano lo está por sus coordenadas cartesianas (X,Y), existirán una serie infinitas de relaciones que liguen (φ,λ) con (X.Y). Cada una de estas infinitas relaciones será un sistema de proyección cartográfico. (García et al., 2013).

Las proyecciones cartográficas se pueden clasificar de la siguiente manera según su forma :

- Proyección Azimutal o plana: Como la define Snyder y Voxland citados por (Rey, 2000). En este tipo de proyección se coloca un plano tangente a la superficie terrestre representada en forma esférica, si se hace incidir un fuente de luz, como por el ejemplo una bombilla dentro del globo, sobre la malla de meridianos y paralelos, está dará como resultado algún tipo de proyección azimutal dependiendo de dónde esté ubicada la luz.
- Proyección Cilíndrica: Consiste en ubicar un cilindro tangente al globo terrestre en el Ecuador, y proyectar la superficie en éste desarrollando luego un plano. Según la posición del cilindro con respecto al globo se pueden obtener diversas variantes de la proyección. (Rey, 2000).
- Proyección Cónica: Consiste en proyectar el globo sobre un cono tangente o secante, a lo largo de un paralelo en una latitud de menor diámetro que el Ecuador. El aspecto directo es el coincide el eje del cono con el eje de rotación terrestre. Los planos meridianos cortan al cono según sus generatrices, que se convierten en imágenes de los meridianos en la proyección. Los paralelos son secciones normales al cono, con radio variable dependiendo la latitud. (Rey, 2000).

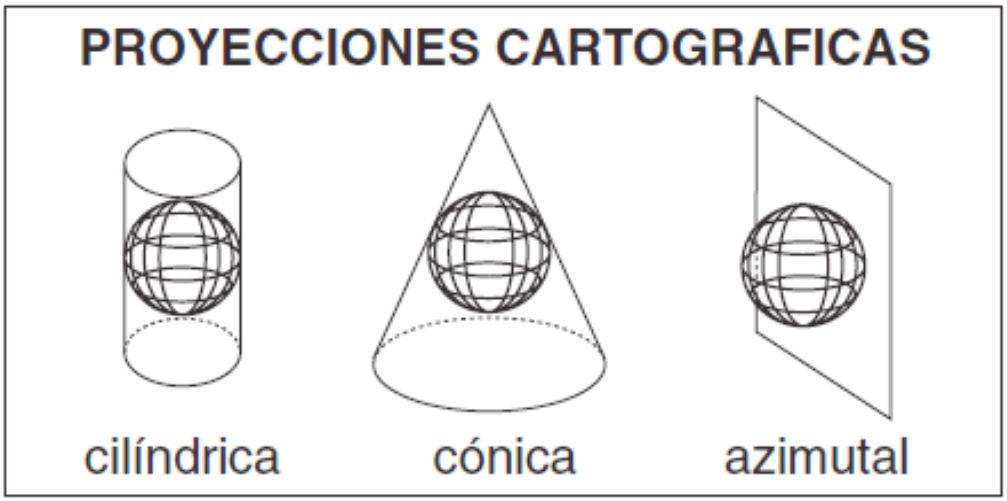


Fig. 2 Proyecciones cartográficas según su forma. Tomada de (García et al.2013).

LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS SEGÚN SU POSICION:

En proyecciones azimutales se puede diferenciar si el plano es tangente o secante en cualquier punto a la superficie terrestre. Por la parte de las proyecciones cónicas y cilíndricas también se puede diferenciar si son tangentes o secantes al elipsoide. También según la posición del eje del cono o del cilindro se les puede llamar polares, transversas y oblicuas. (Pérez y Pérez, 2004).

Haciendo un resumen las proyecciones cartográficas se pueden clasificar fácilmente cómo se observa en la Figura 3.

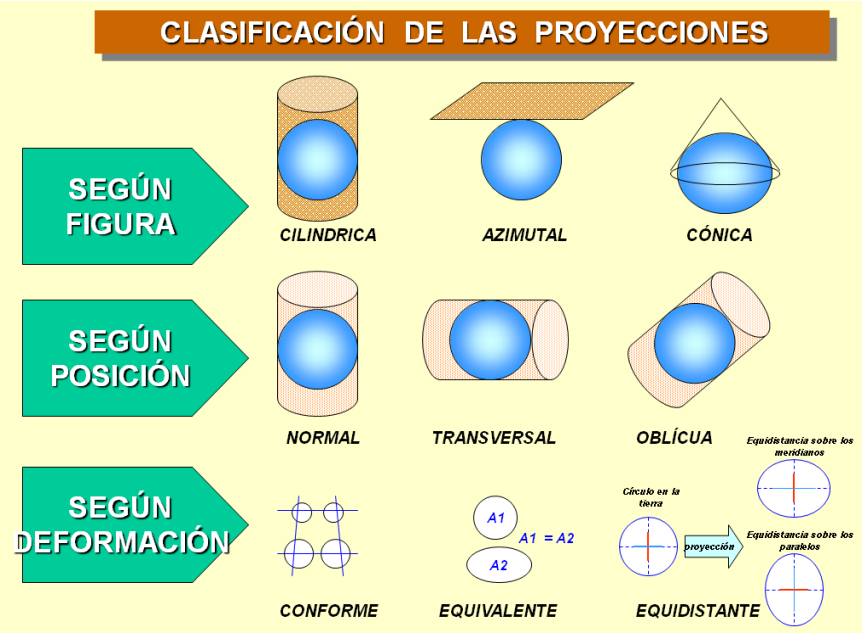


Fig. 3 Clasificación de las Proyecciones cartográficas. Tomada de (IGAC, 2004).

Cómo lo dice Rey, (2000) ,las Proyecciones cartográficas azimutales pueden clasificarse también, según la fuente de luz que proyecta el globo en:

- Proyección gnomónica: La fuente de luz está situada en el centro del globo.
- Proyección estereográfica: El haz de luz está ubicado exactamente opuesto al punto donde la superficie de proyección hace contacto con el globo.
- Proyección ortográfica: La fuente de luz está ubicada en el infinito y los haces de luz son paralelos entre sí.

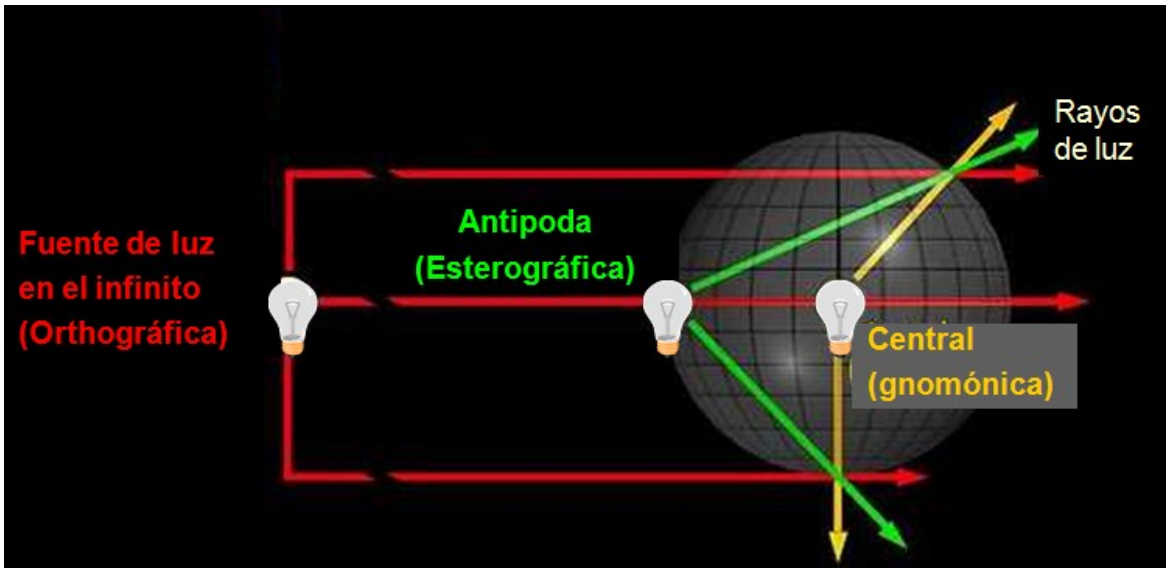


Fig. 4 Proyecciones planas según su fuente de luz. Tomada de (IGAC, 2004).

ANAMORFÓSIS:

Cómo lo definen Pérez y Pérez, (2004):

Cualquier proyección cartográfica introduce deformaciones a la hora de representar el terreno. Aunque estas deformaciones pueden afectar infinidad de características, las más importantes deformaciones son las relacionadas con ángulos, superficies y distancias.

Entendiéndose esto Pérez y Pérez, (2004) clasifican en las proyecciones según su tipo de deformación en :

- Conformes: Este tipo de proyecciones mantienen los ángulos sin deformar, es decir que las líneas en el elipsoide forman los mismos ángulos que su representación en el plano. Las proyecciones no conformes tendrán anamorfosis angular.

- Equivalentes: “Éstas conservan la superficie de cualquier figura en todas las regiones. Las proyecciones no equivalentes presentan anamorfosis superficial” (Pérez y Pérez, 2004, p12).
- Equidistante: La conservación de las distancias en una proyección cartográfica solo es posible mantenerse desde un punto o máximo dos, en líneas llamadas automecoícas. La deformación de las distancias en partes donde éste tipo de líneas no se conservan, se denomina anamorfosis lineal.

También hay otras proyecciones donde no se conservan ni ángulos ni distancias, pero sus deformaciones son menores, estas proyecciones se conocen como afilácticas. (García et al., 2013).

LA PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR:

Como lo menciona Urrutia, (2005) esta proyección es de tipo cilíndrica muy usada en la actualidad, de ahí su nombre Universal, es transversa en el eje del cilindro con el eje ecuatorial, y es tangente al elipsoide de referencia a lo largo de un meridiano tomado como origen. Es una proyección conforme, en la que después de desarrollar el cilindro para obtener un plano, en el cual el eje Y queda determinado con el meridiano origen. (Rey, 2000).

Según Urrutia, (2005) entre las principales ventajas y desventajas de esta proyección se encuentran:

Ventajas:

- Los paralelos y meridianos se encuentran representados mediante rectas formando una grilla. El sistema de coordenadas pasa de ser esférico a ser rectangular. Resulta fácil marcar direcciones entre puntos.
- Las distancias cortas se miden fácilmente en una recta.

Entre las principales dificultades de esta proyección cabe mencionar:

- No existe uniformidad en la escala de las distancias. A medida que la distancia se hace mayor, alejándose del punto de tangencia entre la proyección y el elipsoide, se agranda más.
- A medida que se aleja en la latitud del punto de tangencia las deformaciones son mayores.
- No funciona para representar zonas polares.



Fig.5 Proyección UTM. Tomada de (Urrutia, 2005).

HUSOS UTM

Como lo menciona Urrutia, (2005) para resolver el problema de la deformación que se produce al alejarse del meridiano tangencial, se resolvió subdividir la superficie terrestre en 60 husos iguales cada uno con 6° de longitud, lo que resulta en 60 proyecciones iguales, pero cada una con su propio meridiano central.

Los husos se numeran del 1 al 60 comenzando desde el meridiano 180°W (opuesto al de Greenwich), abarcando hasta el meridiano 174°W; también dentro de cada huso se establecen unas zonas, cada una con 8° de latitud y 6° de longitud y, se designan con el número correspondiente a su huso y una letra mayúscula. Para esto se ha seguido la dirección de sur a norte, comenzando por la letra C, avanzando en el alfabeto y suprimiendo las vocales y las letras que se parecen a números. Las zonas correspondientes al hemisferio norte se nombran de las letras M a la X, teniendo una excepción en la zona X con 12°de latitud.

El origen del sistema de coordenadas se encuentra en la intersección del Ecuador con el meridiano central del huso, por ende cada huso tiene su propio origen de coordenadas, siendo este origen diferente a X=0, Y=0 para que nunca hayan coordenadas negativas.

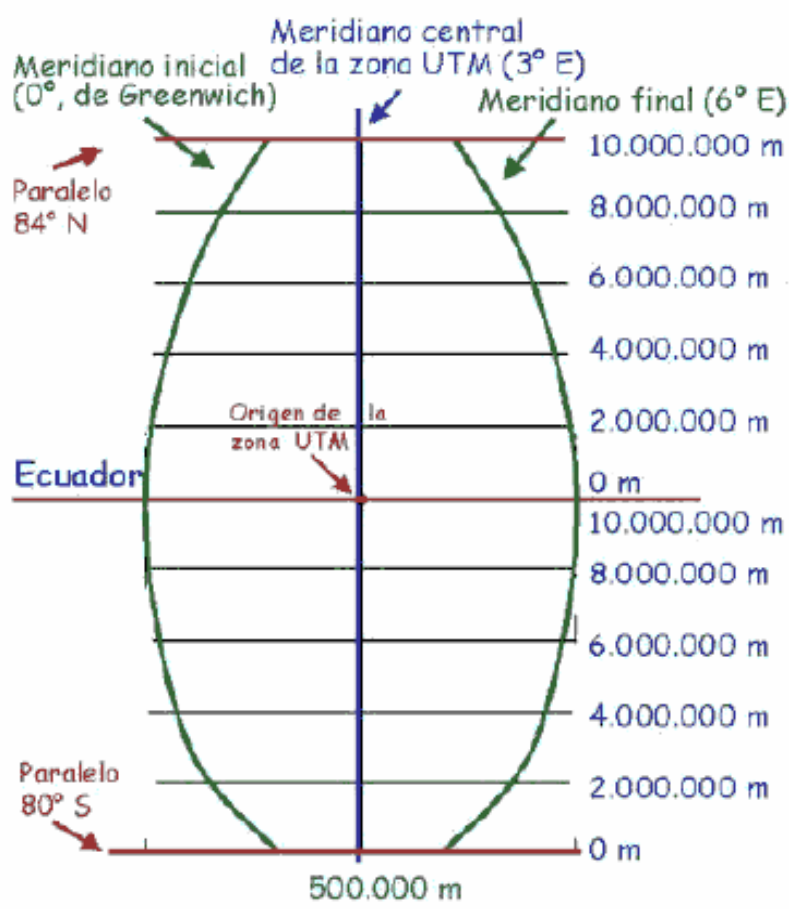


Fig.6 Geometría del Huso UTM. Tomada de (Urrutia, 2005).

DISEÑO CARTOGRÁFICO

Como lo mencionan Pérez y Pérez, (2004) el diseño cartográfico es fundamental para la transmisión de información geográfica, el proceso de captura de datos, elección de la escala y la proyección, simbolización y diseño gráfico, hacen parte del diseño cartográfico y se enfocan para lograr el mismo objetivo.

SIMBOLIZACIÓN

Según Pérez y Pérez, (2004) hay varias formas de realizar la codificación de los datos geográficos, los conceptos y las relaciones entre los elementos de un mapa, y con el objetivo de conocer cómo se deben usar se han clasificado en cuatro clases de elementos gráficos: Puntos, líneas, zonas y rótulos.

- Símbolos Puntuales: Signos individuales, utilizados para representar datos posicionales o de lugar, no representables en su dimensión real debido a la escala del mapa, como por ejemplo un municipio.

- Símbolos lineales: Utilizados para representar datos geográficos de realidad lineal como carreteras, ríos, ferrocarriles, o para representar datos puntuales que tienen una misma cualidad, como curvas de nivel.
- Símbolos zonales: Signos superficiales que se extienden sobre determinada área para indicar que tal región posee un atributo común, como por ejemplo, un lago o un cultivo. Otro tipo de símbolo zonal puede ser el que está formado por una variación tonal, para indicar variaciones continuas de un fenómeno, como por ejemplo el relieve.
- Rótulos: Los rótulos además de cumplir una labor informativa, al indicar por medio de grafías los elementos del mapa, también funcionan como símbolo, ya que por medio de la distinta tipografía pueden dar información cualitativa y cuantitativa a los elementos que nombran de manera escrita. Cuanto más complejo y vasto sea un mapa más serán los elementos a tener en cuenta a la hora de elegirlo, pero en general existen seis variables a considerar:

1. Tipo de fuente (arial, comic sans, etc.).
2. Estilo de fuente (mayúsculas, minúsculas, vertical, cursiva, etc.).
3. El tamaño de la fuente.
4. El color de los rótulos.
5. El contraste entre rótulos y fondo.
6. Ubicación de los rótulos.

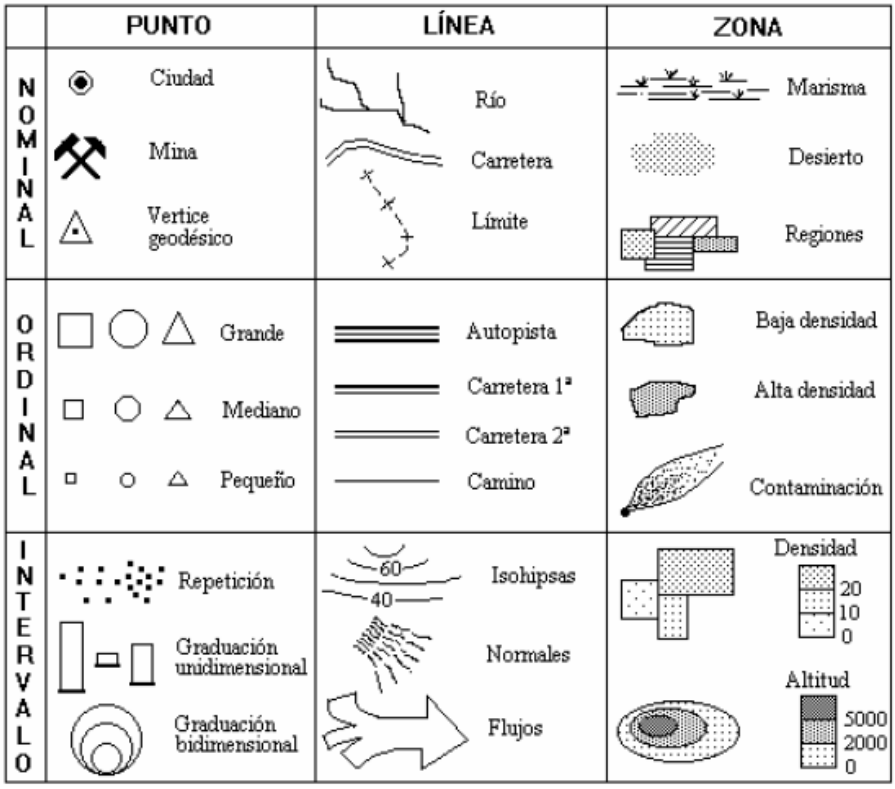


Fig.7 Ejemplos de simbología. Tomada de (Pérez y Pérez, 2004).

ELEMENTOS VISUALES

Como lo mencionan Pérez y Pérez, (2004) con el fin de representar los distintos datos de un modo significativo, se debe variar el aspecto de los símbolos mediante el uso de los elementos visuales básicos que son:

- El color: Todos los colores vienen dados por la combinación de las tres dimensiones del color: el tono, la luminosidad y la saturación.

  El tono es la propiedad del color que se asocia con la longitud de onda de la luz. El rojo, el azul y el verde son ejemplos de tonalidades. Algunos tonos se denominan primarios debido a que todos los demás tonos pueden ser obtenidos como una mezcla adecuada de ellos.

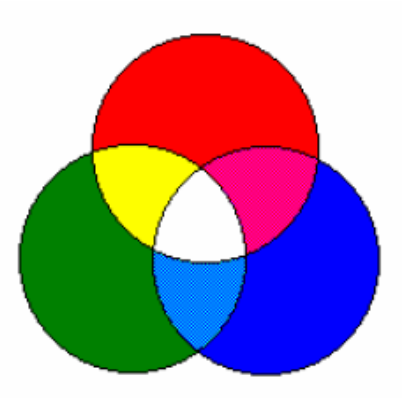


Fig.8 Tonalidades primarias. Tomada de (Pérez y Pérez, 2004).

La luminosidad es la sensación de claridad u oscuridad de un tono uniforme. Esta sensación viene dada por la cantidad de color existente sobre una superficie, y es lo que se percibe por ejemplo al ver una gama de grises.

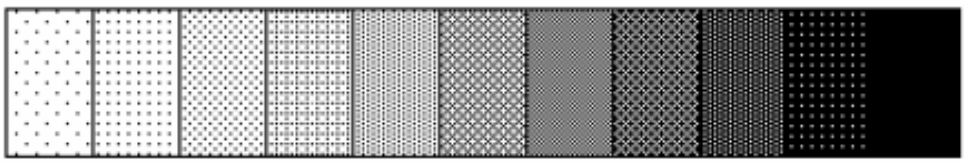


Fig.9 Luminosidad en escala de grises. Tomada de (Pérez y Pérez, 2004).

La saturación está relacionada con la cantidad de blanco o gris que hay en un tono. Al existir esta mezcla no varía el color, más sin embargo varía la viveza del tono.



Fig.10 Saturación. Tomada de (Pérez y Pérez, 2004).

- El brillo: Cómo elemento visual básico, se refiere al grado de claridad de un símbolo determinado.
- El tamaño: La variación del tamaño de los símbolos es correspondiente con su importancia temática.
- La forma: Es la característica gráfica proporcionada por el aspecto de una figura regular o un área irregular.
- El espaciado: Cuando un símbolo está formado por una serie de marcas, es importante definir su espaciado, por si se necesita transmitir una idea del elemento representado.
- La orientación: Es la disposición direccional de un signo individual.
- La ubicación: Se refiere únicamente a los elementos visuales que se pueden desplazar, como por ejemplo el rótulo.

Los elementos visuales se pueden combinar de diferentes formas para encontrar una correcta comunicación de la información contenida en el mapa.

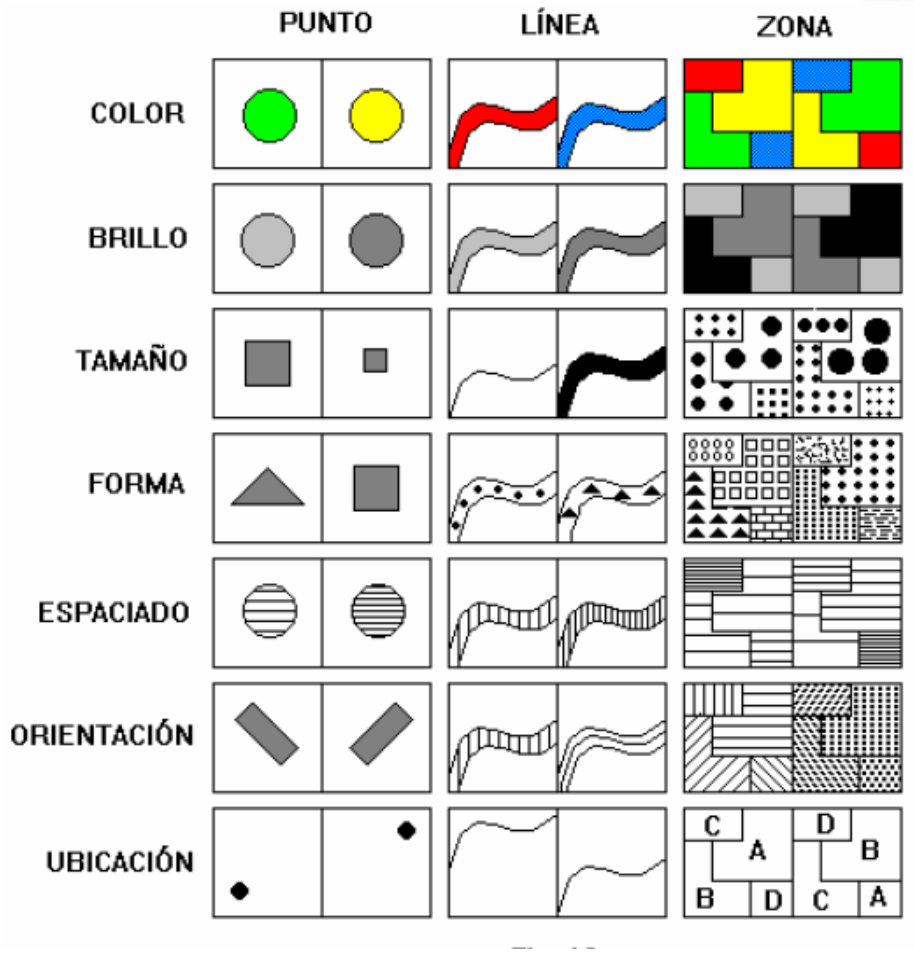


Fig.11 Elementos visuales. Tomada de (Pérez y Pérez, 2004).

ANÁLISIS CARTOGRÁFICO

Los mapas a través de la historia humana se han convertido en un medio de comunicación indispensable, completo y muy usado en la actualidad por la población del común. Por otro lado interpretar los datos representados gráficamente y los que se encuentran intrínsecamente, no es tarea fácil, debido a que esta información intrínseca sólo puede ser percibida e interpretada por alguien que tenga una preparación apropiada.

La observación rigurosa de la información geográfica, las variables visuales, el contenido temático y, la clasificación de éstos, son por sí mismas análisis cartográfico, ya que no existen cánones estrictos de cómo aplicar una metodología para el análisis de mapas, se pueden aplicar diversas técnicas de estudio, dependiendo del análisis específico que se quiera obtener, es decir que hay una vasta lista de técnicas de análisis pero cada una depende de la finalidad temática de la investigación. Fuente propia.

RECURSOS

Para el desarrollo de este proyecto se necesitaron de dos tipos de recursos, recursos humanos y recursos técnicos, entre los primeros mencionados, cabe mencionar que el personal que desarrolló este proyecto de grado, se encuentra capacitado para el manejo y análisis de los recursos técnicos e información obtenida, entre los recursos técnicos se encuentran: equipos informáticos y software.

RECURSOS HUMANOS

NOMBRE: Isaac Briceño Saldivar
TITULO: Tecnólogo en Topografía

RECURSOS TÉCNICOS

EQUIPO: COMPUTADOR PORTATIL
REFERENCIA: LENOVO IDEAPAD
SERIAL: K6GR3
UTILIDAD: Proporcionar almacenamiento de información y procesamiento de datos mediante software.

SOFTWARE: AutoCAD Civil
VERSIÓN: 2013
DESARROLLADO POR: Autodesk
UTILIDAD: Procesamiento de imágenes ráster, transformación a vectores, georreferenciación, generación de planos y diseños, clasificación de la información, asistencia para análisis gráfico.

METODOLOGÍA

El proyecto se realizó en 3 fases fundamentales, organizadas como se muestra en la siguiente figura:

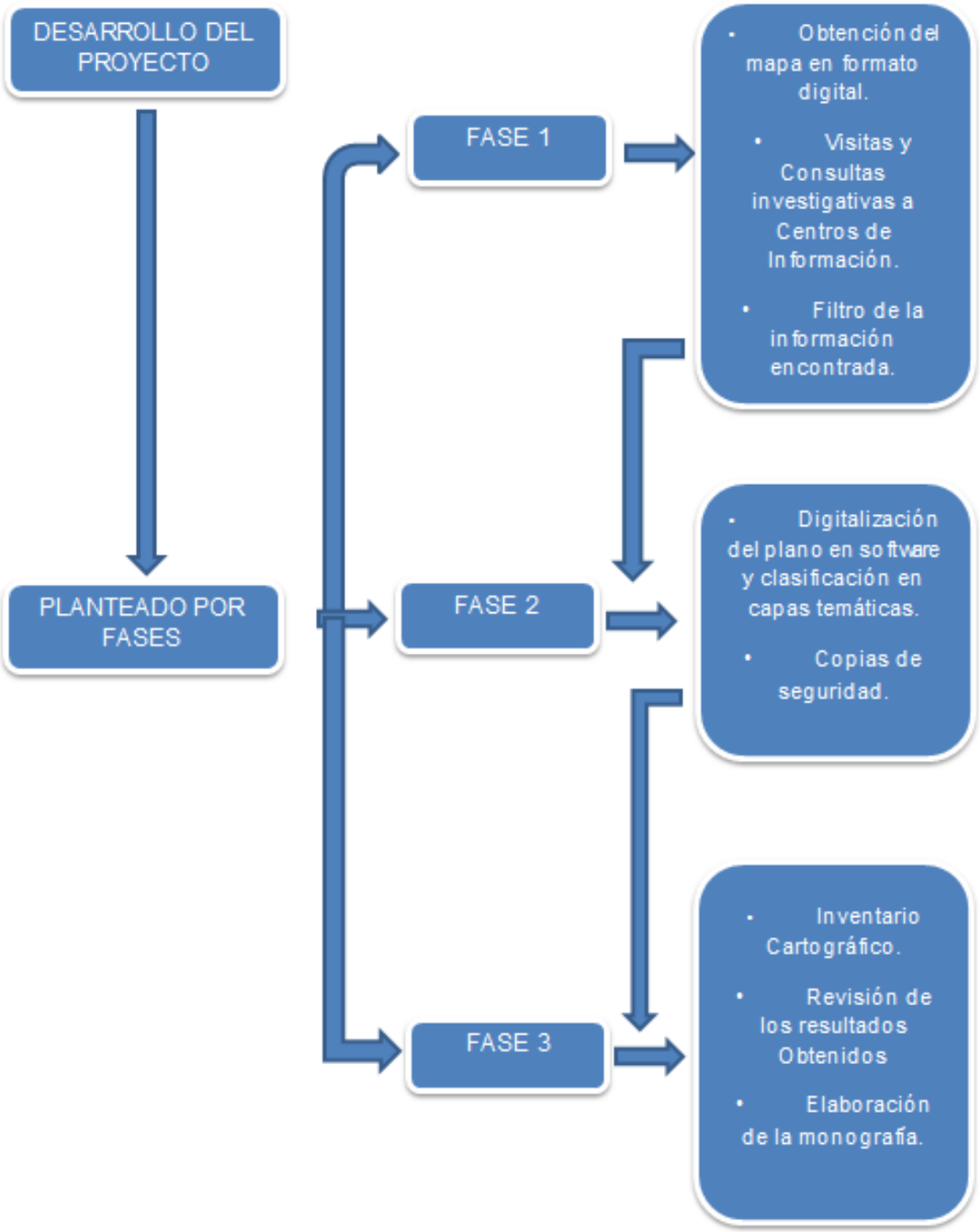


Fig.12 Fases Metodológicas. Fuente propia.

FASE 1

Obtención Del Mapa En Formato Digital

Por razones de dificultad a la hora de acceder al mapa original, que reposa en el fondo: mapas y planos mapoteca 20, Ref: 15 del Archivo General de la Nación, fue necesario para el desarrollo de este proyecto trabajar sobre una copia escaneada en formato digital; que se obtuvo directamente del mapa original. Las características digitales encontradas fueron las siguientes:

- Ancho: 8760 pixeles
- Alto: 12992 pixeles
- Resolución horizontal: 300 dpi (puntos por pulgada)
- Resolución vertical: 300 dpi
- Profundidad en bits: 24
- Compresión: LZW
- Unidad de resolución: 2
- Representación del color: No calibrado
- Interpretación fotométrica: RGB
- Formato: Imagen TIFF

Visitas y Consultas investigativas a centros de información.

Para comenzar a ejecutar el proyecto de grado, se realizó una visita al Archivo General de la Nación donde se revisaron diversos documentos del siglo XIX, tales como carteras de observación astronómicas y textos relacionados con el tema, lamentablemente estas consultas no aportaron mayor información al proyecto debido a su estado deteriorado y poca claridad en la escritura de los mismos, después se realizaron posteriormente visitas a la biblioteca del IGAC, encontrando varios textos cercanos a la época del plano que arrojaron una información más detallada de la metodología de campo usada en la época, se consultaron los siguientes textos:

- Hoskinson, A., & Duerksen, J. (1957). Manual de astronomía geodésica: determinación de longitud, latitud y azimut. Balboa.Fort Clayton: U.S Coast and geodetic survey.
- Colombia Ministerio de relaciones exteriores. (1931). Determinación de Coordenadas geográficas: Con el empleo de algunos métodos por alturas y por azimutes iguales e instrumentos portátiles. Bogotá.Águila Negra.

Obteniendo basta información acerca de los métodos de campo usados en la antigüedad para el posicionamiento de puntos con coordenadas y levantamientos

topográficos. También se consultó por internet información del topógrafo que realizó el levantamiento y el plano, el señor Carlos Clavijo pero no se encontró mayor información de su vida, se encontró un guía cartobibliográfica del mapa objeto de trabajo, pero después de una meticulosa inspección sólo se halló información histórica de los lugares de interés comercial y cultural mencionados en el mapa; a pesar de no haber encontrado información biográfica del topógrafo Carlos Clavijo se halló una biografía del encargado de reformar el plano, un miembro fundador de la Sociedad Geográfica de Colombia, el Ingeniero Rafael Álvarez Salas, también se buscaron textos relacionados con la historia del Observatorio Astronómico de París y su relación con su homólogo Colombiano así como la Oficina de Longitudes; textos mencionados a continuación:

- Palau, L. (1894) Guía histórica y descriptiva de la ciudad de Bogotá.Bogotá. Imprenta de Vapor Zalamea Hermanos.
- Bateman, A. (1973). Los Fundadores de la Sociedad Geográfica de Colombia.Bogotá. Sociedad Geográfica de Colombia.
- Minniti, E. (2005). El Observatorio de parís y la Astronomía Latinoaméricana.Córdoba. Grupo de Investigación en Enseñanza, Historia y Divulgación de la Astronomía-Observatorio de Córdoba.
- Colombia Ministerio de relaciones exteriores. (1921). Coordenadas Geográficas determinadas por la oficina de longitudes.Bogotá. Imprenta del Estado Mayor General.

Filtrado de la información encontrada

Tras una lectura selectiva, de los mencionados textos se clasificaron dependiendo de su importancia temática para el proyecto, clasificándolos en dos principales grupos, los que tratan temas de metodologías de trabajo astronómico, y los que sirven de contextualización histórica y complementaria, dejando así a los textos encontrados en el IGAC como los de mayor relevancia técnica para el proyecto.

FASE 2

Digitalización del plano en software y clasificación en capas temáticas.

El proceso cartográfico que se desarrolló en la digitalización del plano se puede enumerar en las siguientes actividades:

- Importar imagen ráster al software AutoCAD.
- Vectorización de elementos lineales y zonales y clasificación en capas.
- Creación de textos – Transcripción digital.
- Creación de Sombreados para convenciones.

Importar imagen ráster al software AutoCAD:

Se creó y configuró previamente un archivo de AutoCAD donde se trabajó el proyecto, se importó la imagen ráster del plano topográfico de Bogotá (obtenida en tamaño real mediante escáner en el Archivo General de la Nación), accediendo al menú Insert y la opción Attach, como se aprecia en la Figura 13 y 14.

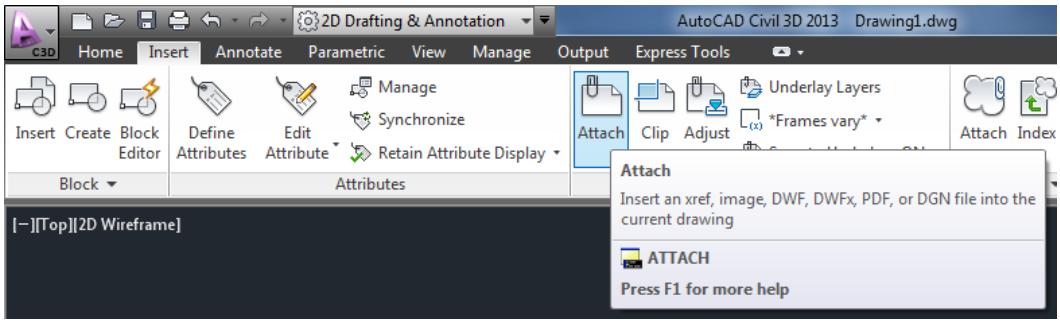


Fig.13 Opción Attach. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

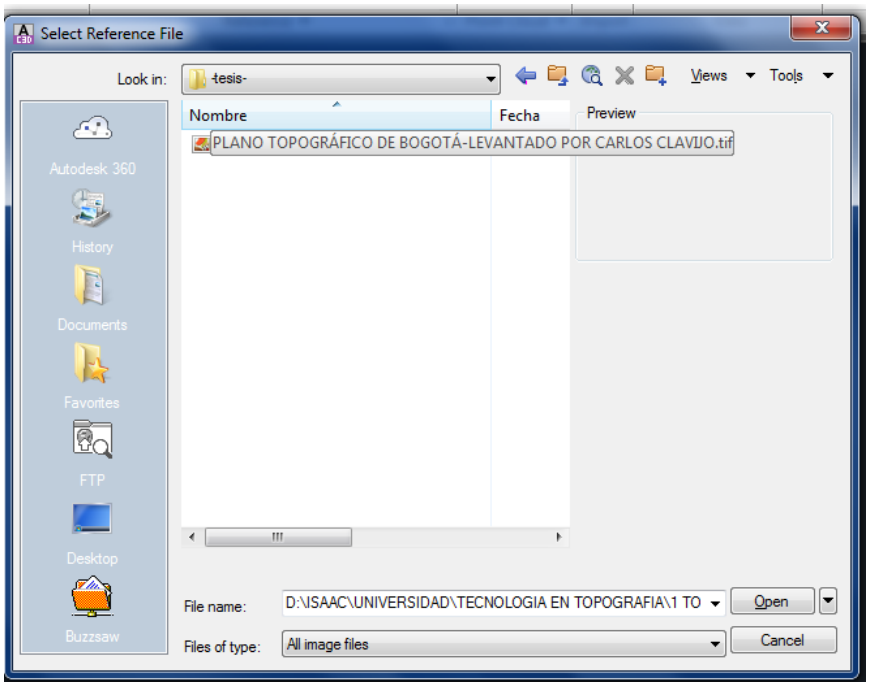


Fig.14 Seleccionando imagen mediante la opción Attach. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Luego al haber cargado el archivo, se seleccionó el punto de inserción como 0,0,0 debido a que en la etapa de investigación no se encontró información acerca de las coordenadas del plano, así mismo la escala de inserción se dejó en 1 es decir el tamaño real del plano escaneado, en estas opciones elegidas se debe tener en cuenta siempre que el trabajo en la pestaña de Model está igual que el plano impreso en su tamaño real es decir que las unidades son milímetros.

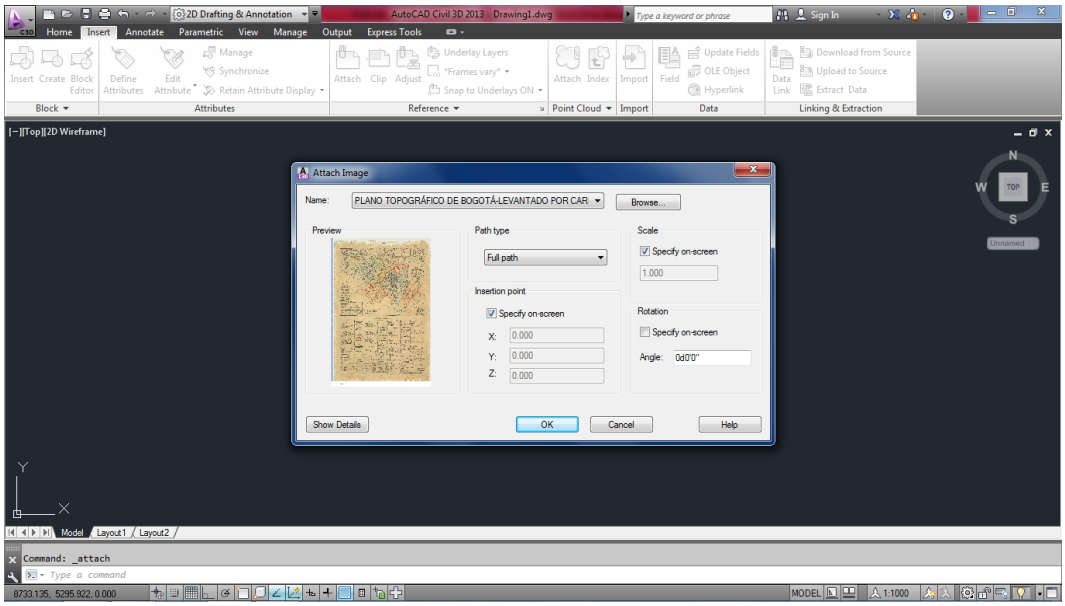


Fig.15 Seleccionando imagen mediante la opción Attach. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

El resultado del procedimiento antes mencionado fue el archivo ráster importado y listo para vectorizar como se aprecia en la Figura 16.

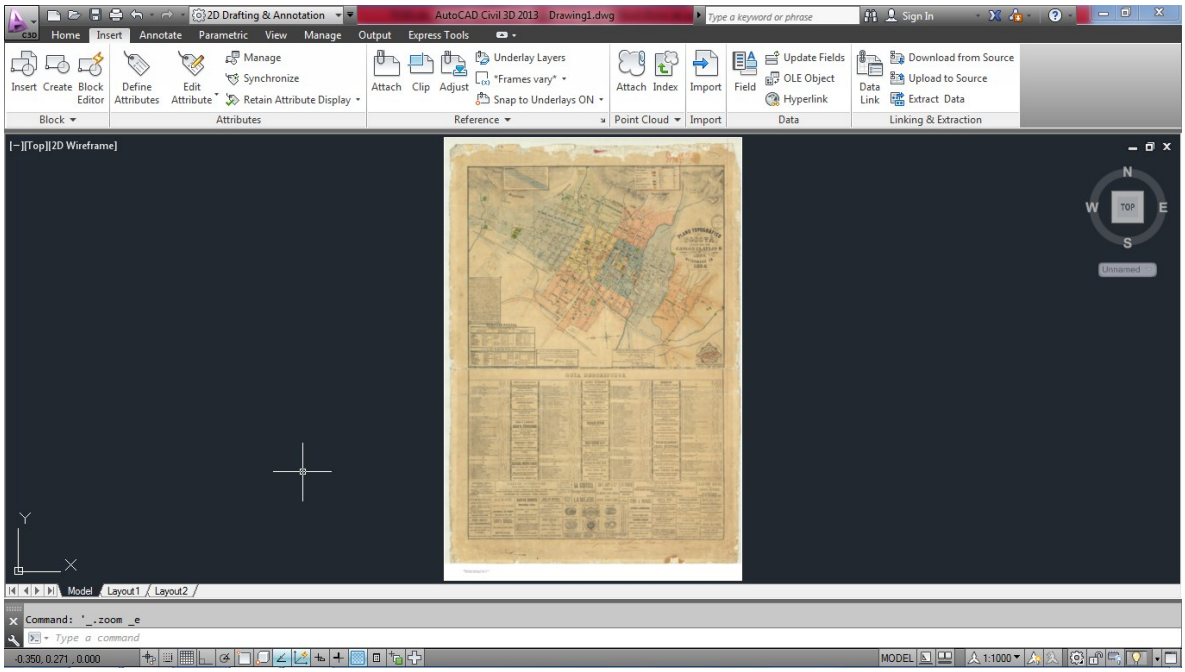


Fig.16 Archivo Ráster insertado al proyecto. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

El proceso de clasificación en capas es dinámico y a medida que se van generando los diferentes elementos gráficos, se van organizando en capas temáticas, mediante la opción Layer properties del menú Home. Cómo ejemplo se muestra en la Figura 17 la capa 01-IMAGEN RASTER.

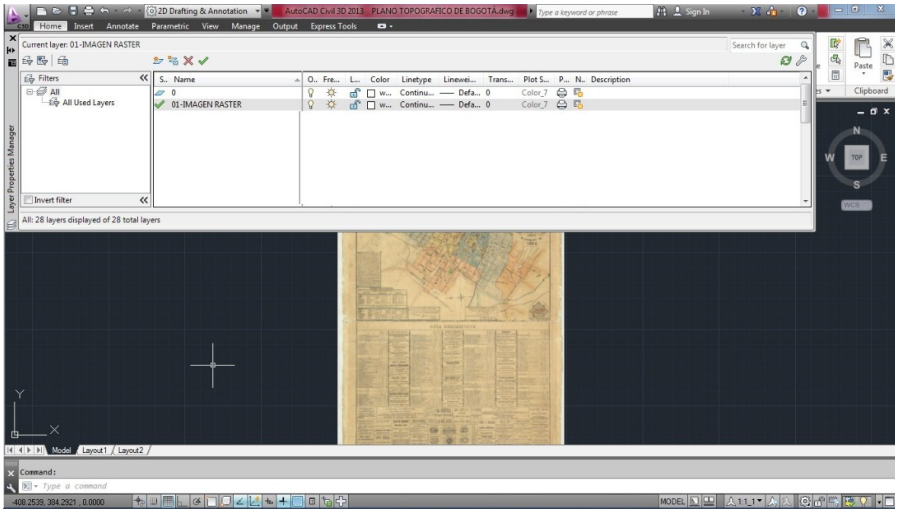


Fig.17 Capa 01-IMAGEN RASTER. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Vectorización de elementos lineales y zonales y clasificación en capas

La vectorización consiste en convertir elementos tipo ráster a vectores, en el software AutoCAD la manera más sencilla de hacerlo es mediante el comando PLINE que crea polilineas, este proceso se puede asimilar a calcar sólo que es de forma digital.
La información correspondiente a símbolos lineales y zonales, se vectorizó de la manera mencionada anteriormente como se puede evidenciar en la Figura 18, donde se comenzaron a crear los vectores correspondientes a curvas de nivel.

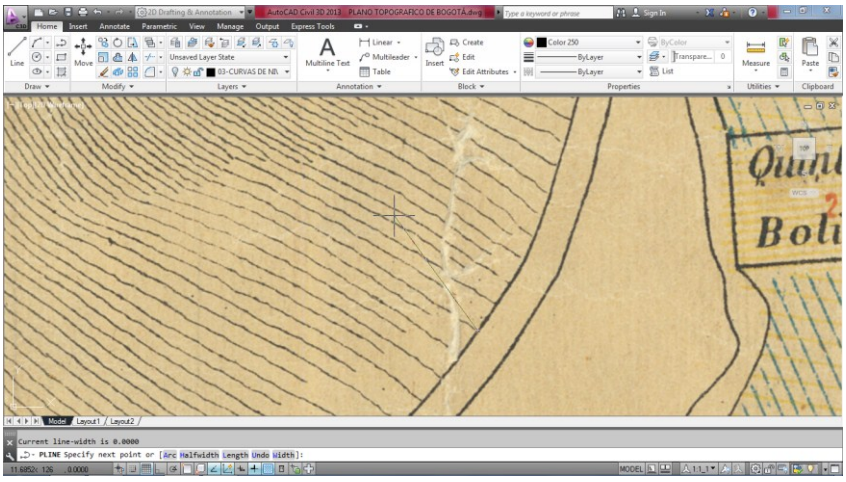


Fig.18 Digitalización de Curvas de nivel mediante polilineas. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

De la misma manera mencionada en el anterior parrafo se crearon elementos zonales correspondientes a marco o formato del plano y los cuadrantes correspondientes a las manzanas de la ciudad, como se muestra en la Figura 19.

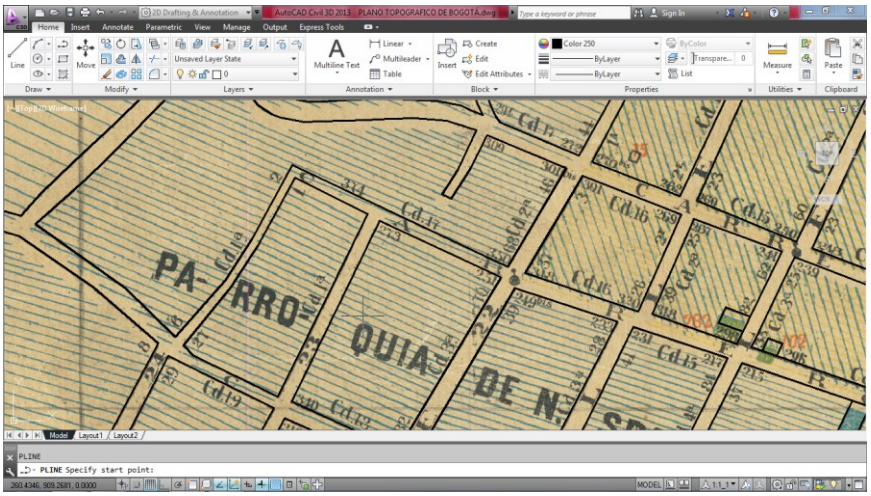


Fig.19 Digitalización de Manzanas mediante polilineas. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Los siguientes elementos que se crearon fueron los achurados lineales presentes en el plano para diferenciar y agregar un detalle estético a las manzanas de la ciudad, como se evidencia en la Figura 20.

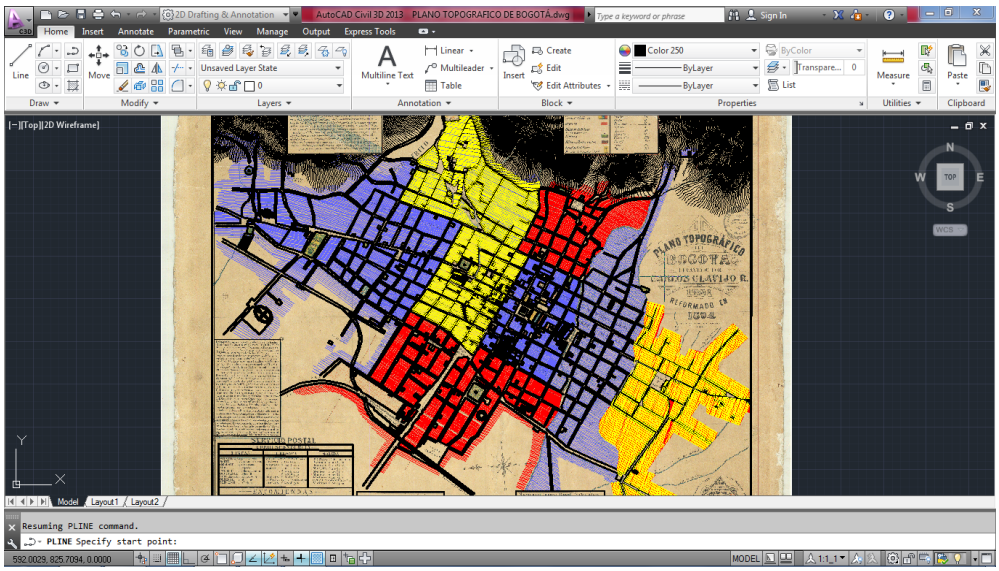


Fig.20 Digitalización de Achurados mediante polilineas. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Los siguientes elementos lineales y zonales que se digitalizaron fueron la hidrografía, los ferrocarriles, el tranvía y los parques, como se puede ver en la siguiente Figura:

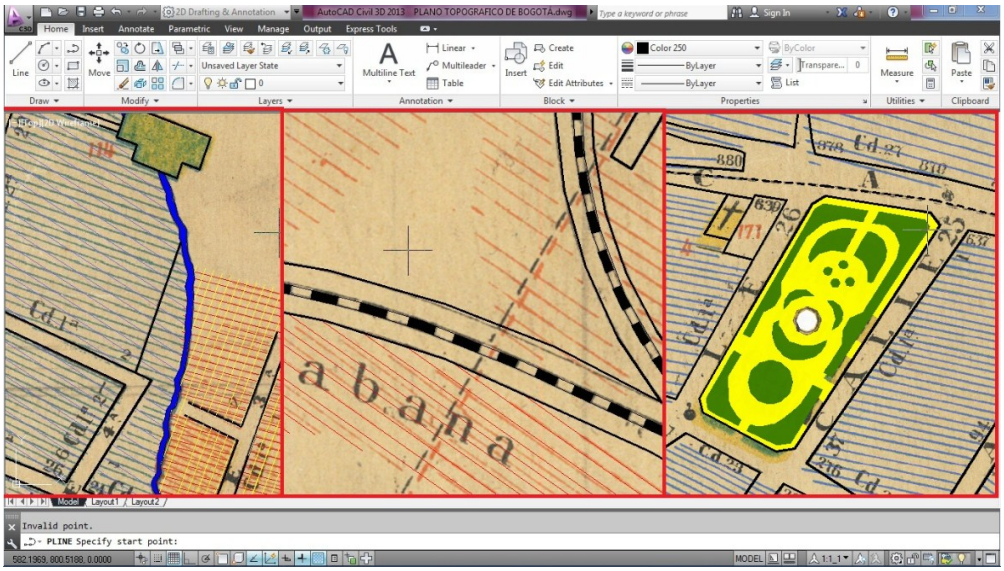


Fig.21 Digitalización de elementos lineales y zonales mediante polilineas. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Creación de textos – Transcripción digital.

La gran cantidad de texto presente en el plano, así como sus características particulares hicieron de esta actividad un tanto dispendiosa, ya que en la mayoría de los textos, la fuentes disponibles en el software no eran exactamente iguales a las del plano aunque si eran adecuadas para la transcripción. La forma de transcribir digitalmente el texto en el software es mediante el menú Annotate y la opción Text Style, donde se puede crear un nuevo estilo de letra dependiendo de las necesidades de la labor, evidencia de esto es la Figura 22.

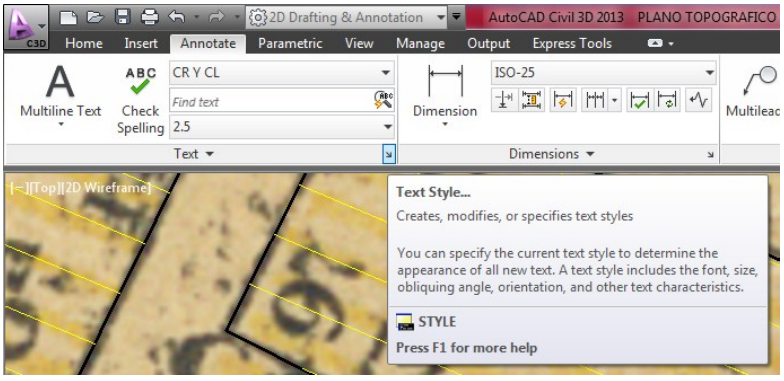


Fig.22 Opción Text Style del menú Annotate. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

En la ventana del menú contextual de la opción Text Style hay diversas pestañas que permitieron configurar diferentes estilos de letra necesarios para completar la transcripción digital. En el presente trabajó se usaron principalmente las pestañas Font Name, que es para seleccionar el tipo de letra, la pestaña Font Style, que sirve para elegir si se desea letra cursiva o regular, y la pestaña Height que es para darle el tamaño al texto (aunque se usó un tamaño estandarizado en la opción Height en la mayoría de estilos de letra, ya que se debió editar diversos textos acorde a las necesidades singulares de los que están en el plano original); se puede ver la ventana de Text Style en la Figura 23.

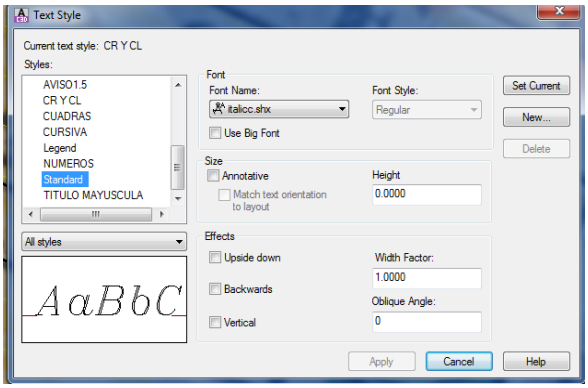


Fig.23 Menú contextual de la opción Text Style. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Con la opción Multiline Text del menú Annotate ó con el comando MTEXT se crearon uno por uno los textos presentes en todo el plano evidenciándose que prácticamente cada uno tiene una orientación, tamaño y contenido diferente como se evidencia en la siguiente Figura:

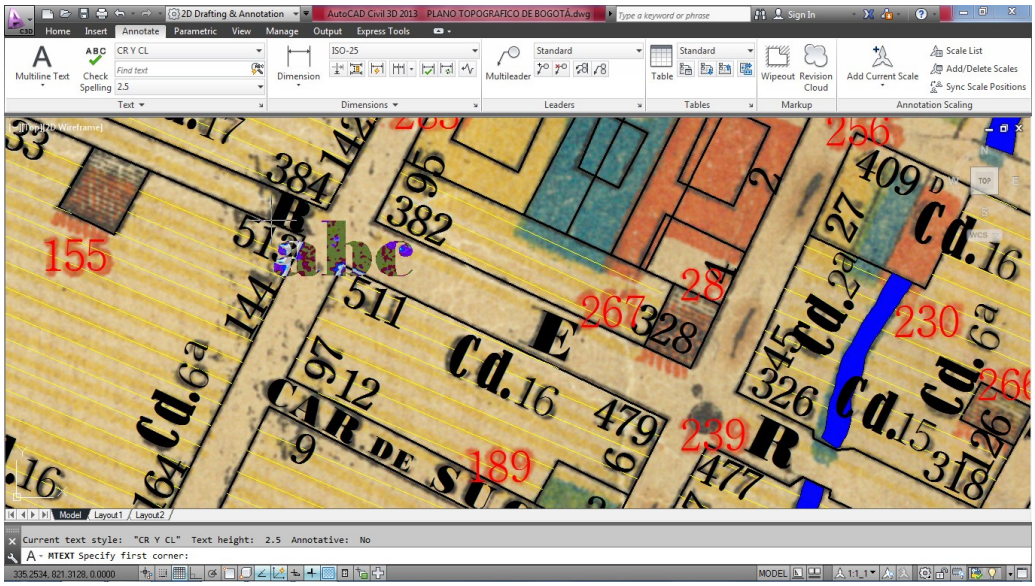


Fig.24 Transcripción de texto mediante el comando MTEXT. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

En la parte inferior del mapa donde se ubica el índice temático y avisos publicitarios, se decidió dejar en una capa aparte llamada 18-TEXTO debido a la diferencia de su contenido, al igual que el texto y los números presentes en la parte superior de la cartografía, se transcribió con el comando MTEXT. En la Figura 25 se muestra la diferencia entre el texto de la parte superior e inferior del mapa.

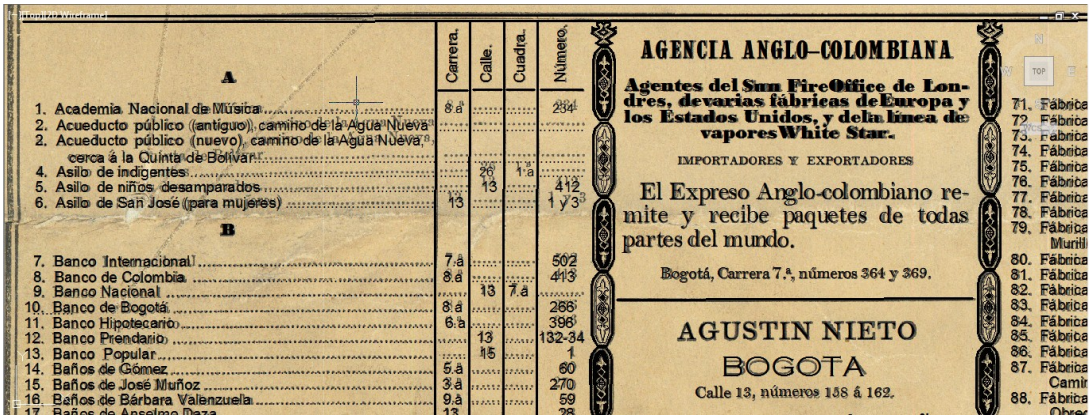


Fig.25 Texto transcrito del índice temático. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Creación de Sombreados para convenciones

La creación de sombreados para diferenciar las convenciones se realizó de una manera muy sencilla, se crearon capas para cada tipo de convención, mediante polilineas para delimitar cada convención y sombreados muy cercanos a las figuras y tonalidades usadas en el plano original, como se puede apreciar en la Figura 26.



Fig.26 Convenciones digitalizadas. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

La forma de crear los sombreados es por medio del comando HATCH donde se puede seleccionar el patrón de sombreado que se desea y propiedades como el color, la transparencia, la dirección y el tamaño entre otras secundarias, tal como se ve en la Figura 27.

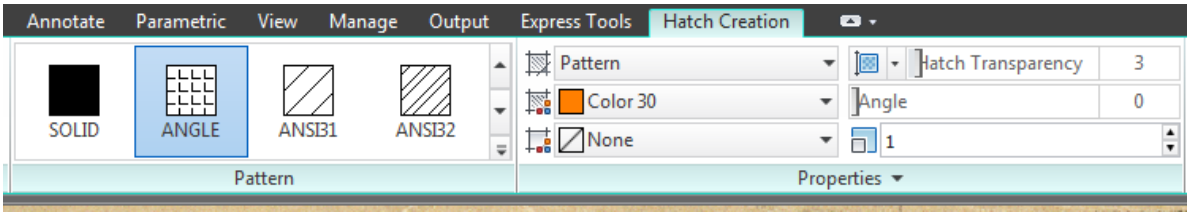


Fig.27 Patrones y propiedades básicas del comando HATCH. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

El método como se digitalizaron las convenciones, fue inspeccionar el plano manzana por manzana y dibujando una a una las convenciones en el orden descendente de la tabla de convenciones de la Figura 26, siendo este método el más satisfactorio para usar también en la transcripción de texto.

Es también importante mencionar el contenido de la capa 26-AVISOS, siendo este uno de los más agradables visualmente debido a la variedad simbológica presente en su temática, ya que tiene elementos lineales, texto y sombreados. Se digitalizó con los comandos PLINE, MTEXT Y HATCH de la misma forma mencionada anteriormente.

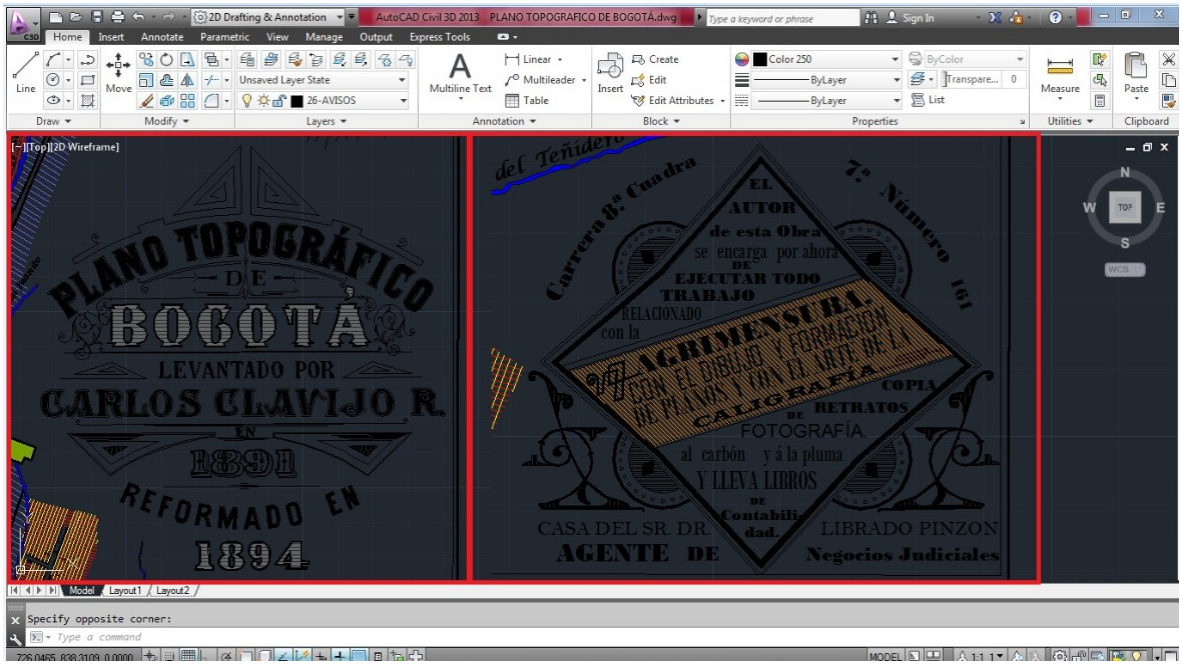


Fig.28 Avisos compuestos de diferentes tipos de símbolos. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

El proceso de clasificación en capas que como se mencionó anteriormente es dinámico y se realizó durante toda la etapa de digitalización, fue necesario organizar todos los elementos gráficos presentes en el mapa según su tipo de símbolo, si es puntual, lineal, zonal y también según su contenido temático.

Durante el proceso de digitalización y en el siguiente orden se fueron creando paso a paso las capas de cada conjunto de elementos que conforma el plano topográfico de Bogotá; primero se hicieron dos capas una para la imagen ráster y ore para el formato o marco, luego se crearon capas para los símbolos lineales entre las cuales se encuentran: las curvas de nivel, la hidrografía, línea de tranvía, ferrocarriles y achurados, entre los símbolos zonales se crearon las manzanas, los parques, las convenciones, y los recuadros, en cuanto a texto se encuentra principalmente en diferentes capas debido a su contenido temático. Obteniendo de esta manera 29 capas en total (contando la capa 0 que se encuentra vacía), cada una con sus propiedades particulares.

Copias de seguridad

Durante el desarrollo de la actividad de digitalización y, aún después de obtener el plano terminado se realizaron copias de seguridad en carpetas aparte de la ubicación principal, así como también se subieron copias al servicio OneDrive de Outlook, un disco de almacenamiento virtual que guarda archivos en los servidores del correo electrónico.

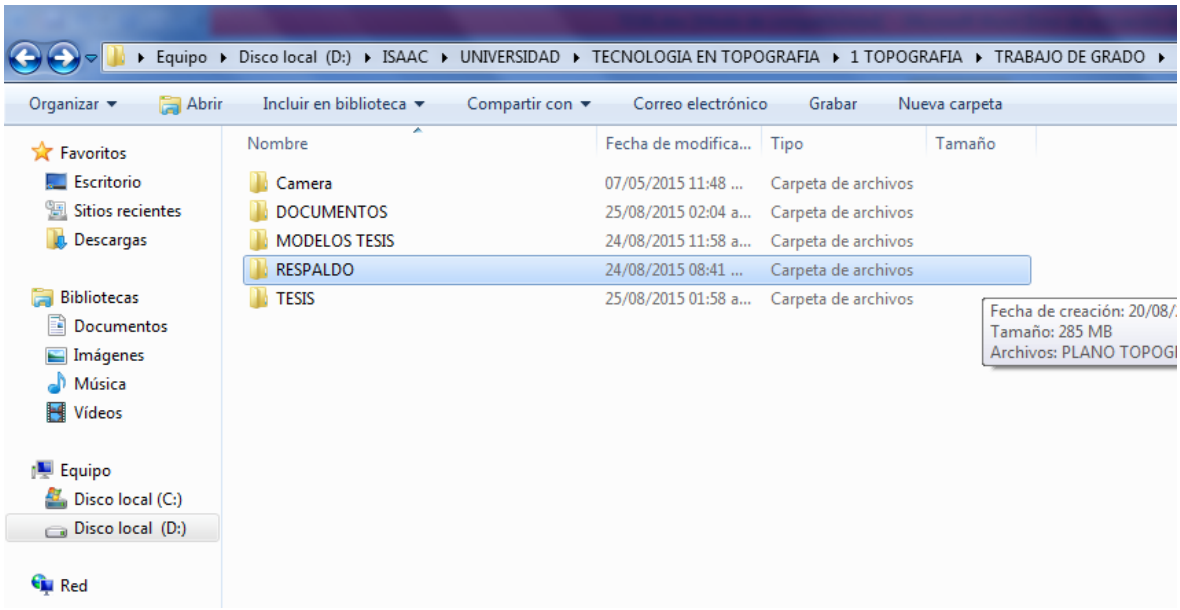


Fig.29 Carpeta de destino de copias de seguridad del plano. Fuente Windows 7.

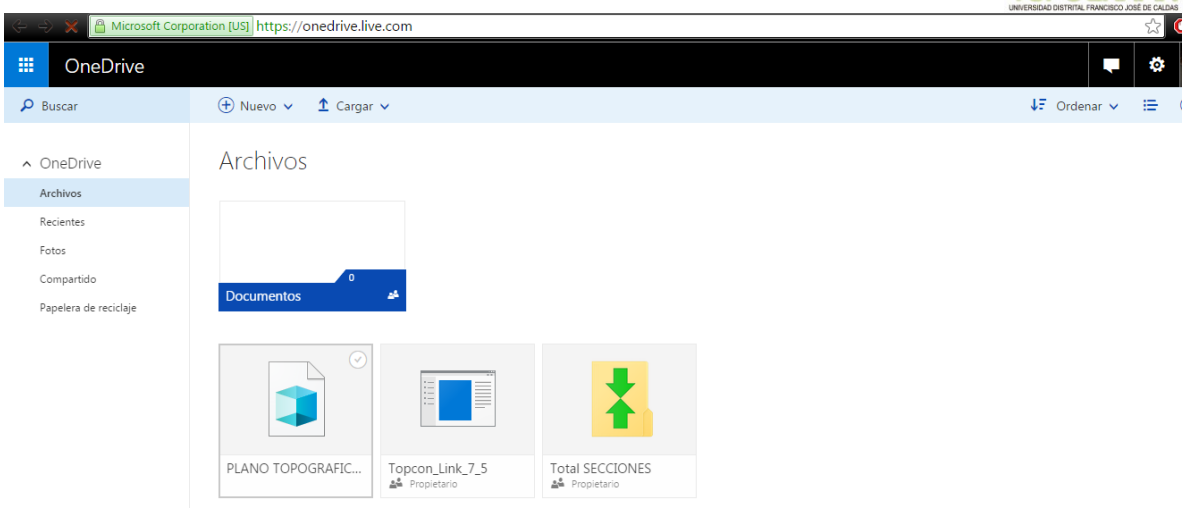


Fig.30 Servicio OneDrive del correo Outlook. Fuente Outlook.com.

FASE 3

Inventario Cartográfico

La metodología que se desarrolló en el inventario del plano se puede sintetizar en las siguientes actividades de inspección:

- Orientación.
- Escala Propuesta.
- Inventario de rótulos.
- Inventario de la simbología- Elementos Gráficos.
- Inventario de Texto.
- Inventario de Elementos visuales.

Escala propuesta

Se ha llamado a esta actividad escala propuesta, debido a que ni en la información suministrada en el plano ni en la encontrada en la investigación se halló algún dato acerca de la escala, por lo tanto se hizo un cálculo aproximado de la escala comparando la distancia entre los centros de ciertos lugares ubicados en los extremos y en el centro del plano, que aun en nuestros días existen y han sufrido modificación mínima; los lugares que se escogieron organizados de sur a norte fueron los siguientes:

- Cementerio Central
- Casa Quinta de Bolívar
- Parque Santander
- Plaza de los Mártires

- Observatorio Astronómico
- Iglesia de la Peña
- Plaza de Armas

Se desarrolló la actividad tomando la distancia entre todos los lugares, tanto en el plano como en la realidad; en el plano se dibujaron los centros de los lugares con círculos creando una capa nueva llamada 27-PUNTOS CENTRALES, luego se tomaron las medidas en el software AutoCAD mediante el comando DIST.

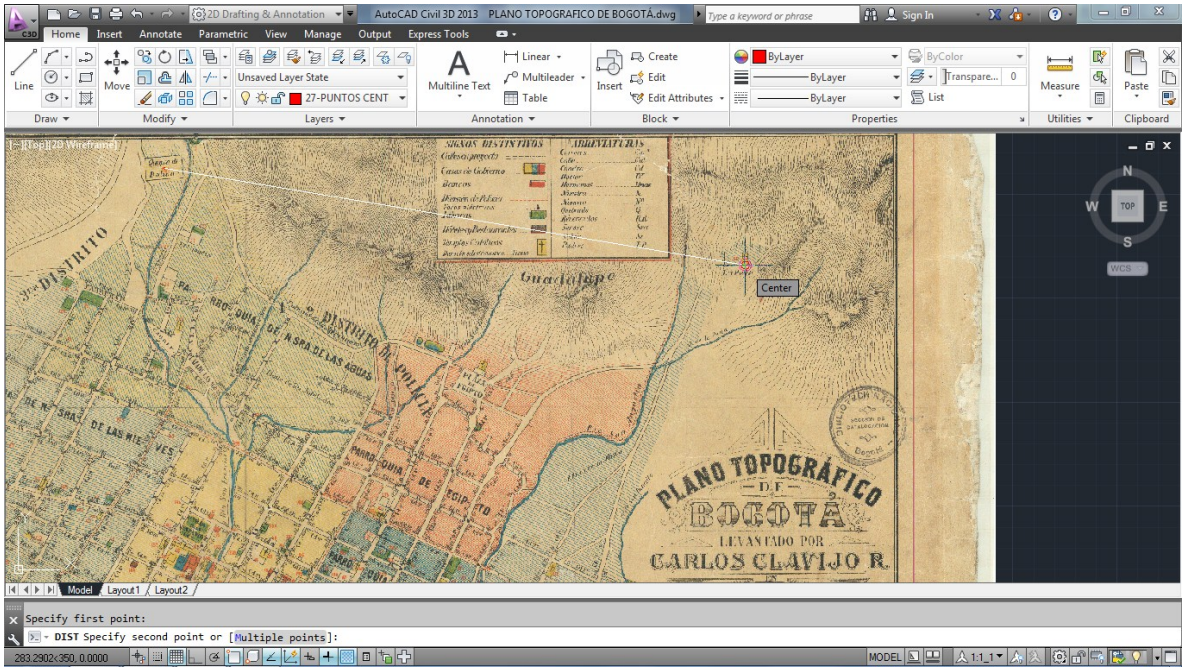


Fig.31 Medición de distancias en el plano. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Debido a la dificultad de tomar las medidas en el campo real, ya que para este proyecto no se disponían de equipos de campo tales como antenas GNSS ni navegadores, se decidió tomar las distancias con la herramienta medir del portal Mapas de Bogotá (mapas.bogota.gov.co), ofreciendo una precisión confiable (alrededor de 0.1m) para la labor que se realizó.
Inicialmente se dibujaron puntos de control correspondientes a los puntos centrales de los sitios en el plano de AutoCAD para luego así medir entre estos puntos en el mapa del distrito.

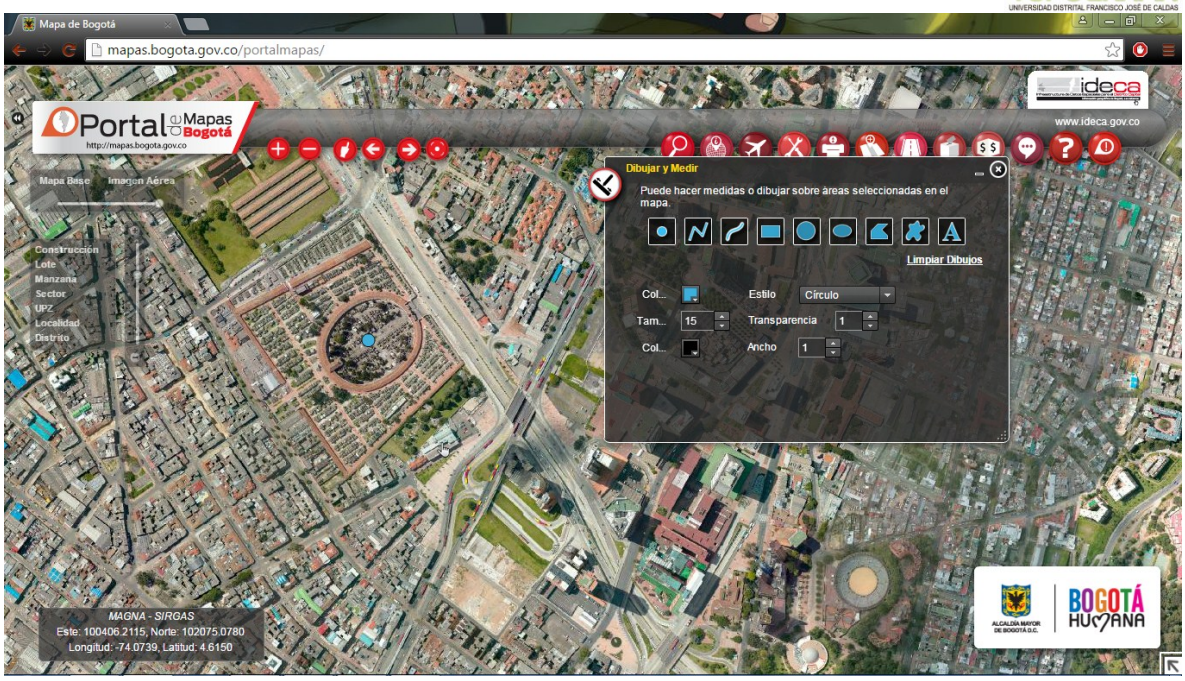


Fig.32 Punto de control cementerio central. Fuente mapas.bogota.gov.co (2015).

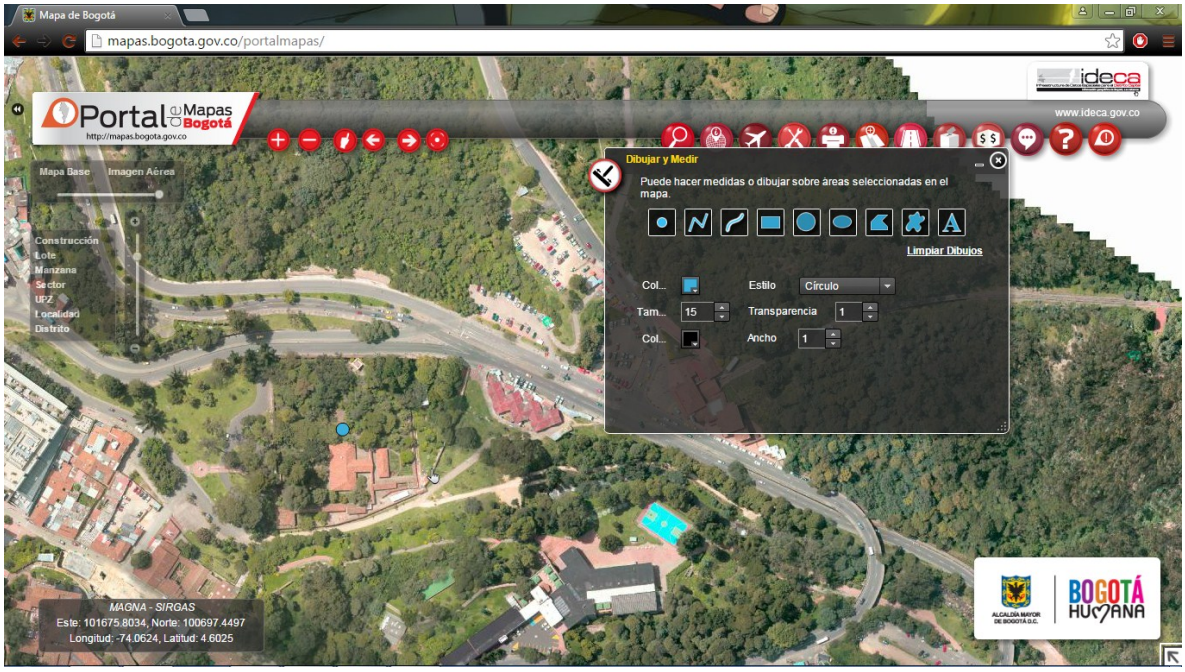


Fig.33 Punto de control Casa Quinta de Bolívar. Fuente mapas.bogota.gov.co (2015).

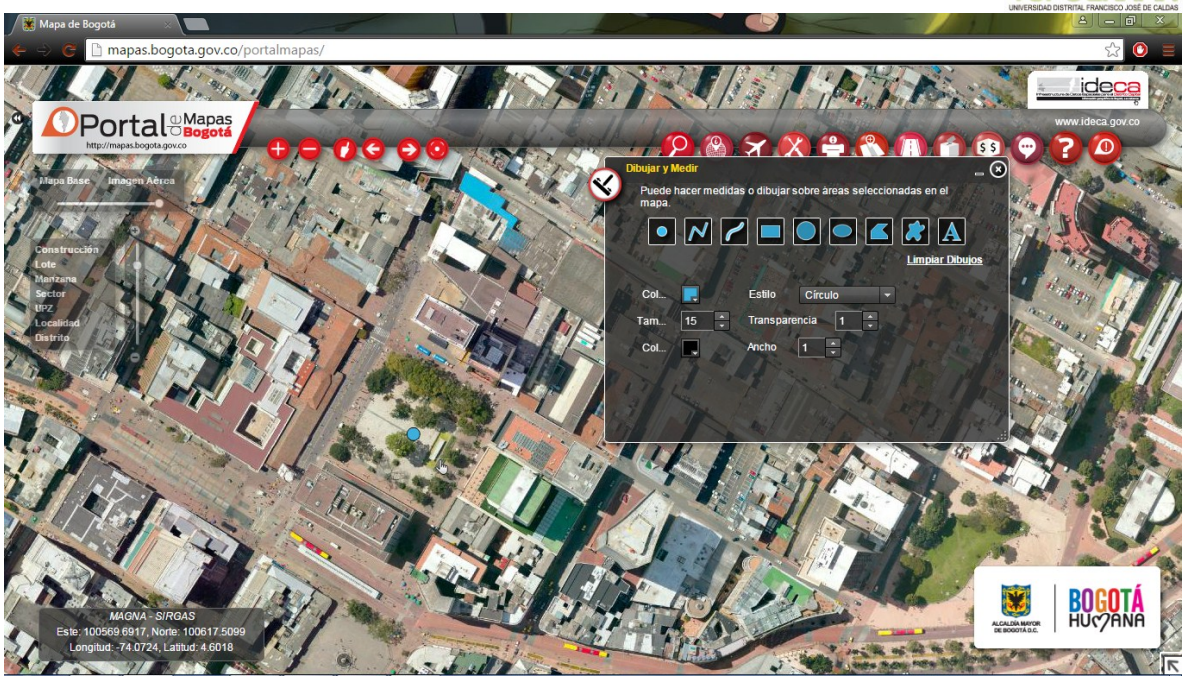


Fig.34 Punto de control Parque Santander. Fuente mapas.bogota.gov.co (2015).

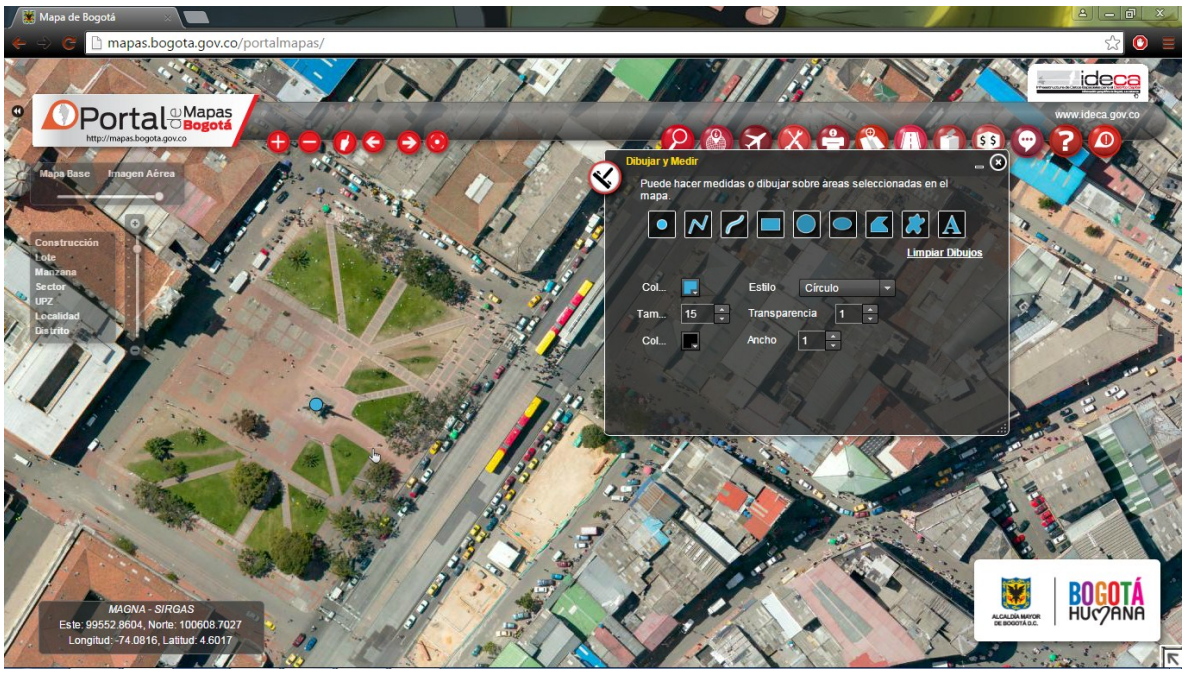


Fig.35 Punto de control Plaza de los Mártires. Fuente mapas.bogota.gov.co (2015).

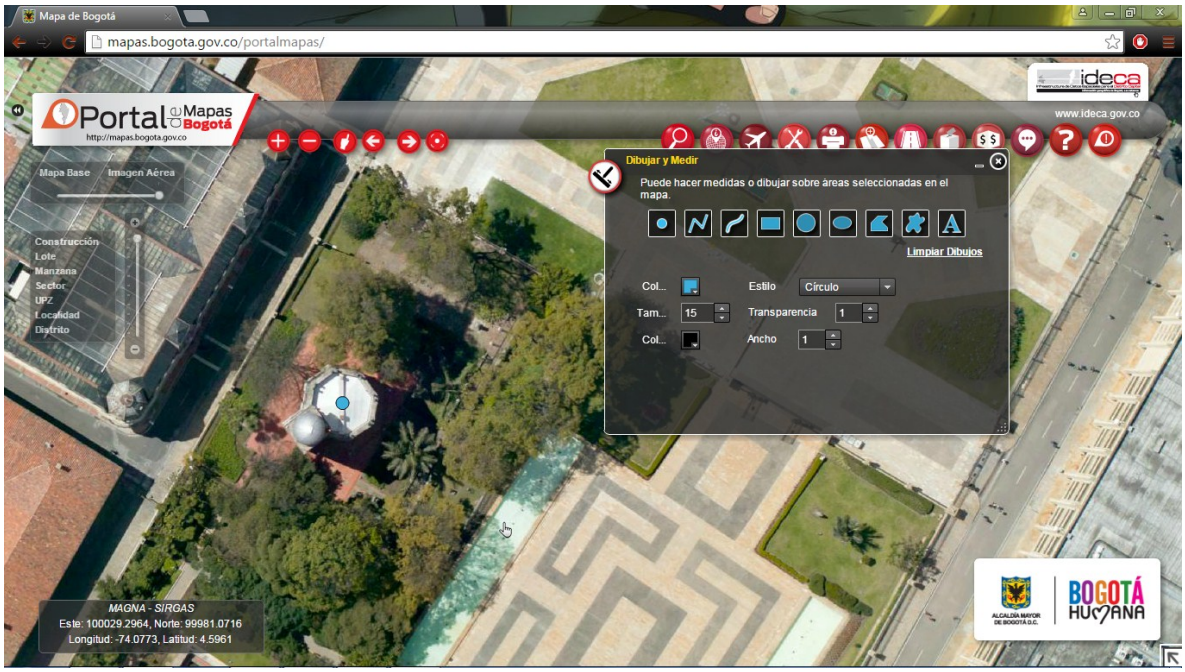


Fig.36 Punto de control Observatorio Astronómico. Fuente mapas.bogota.gov.co (2015).

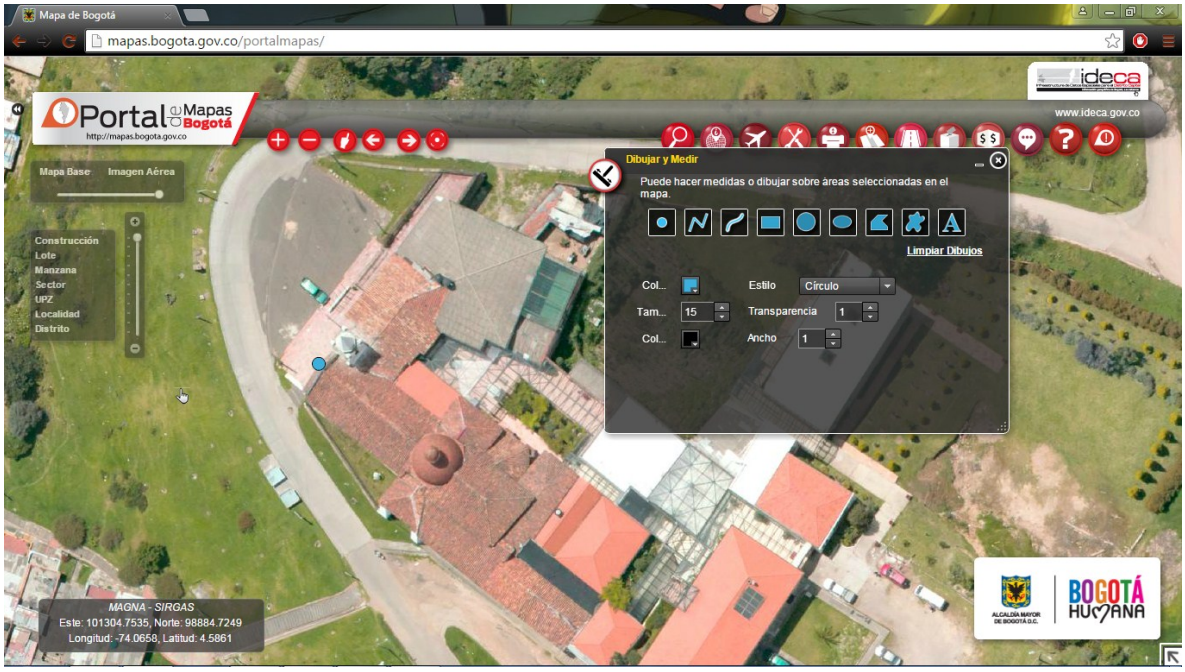


Fig.37 Punto de control Iglesia de la Peña. Fuente mapas.bogota.gov.co (2015).

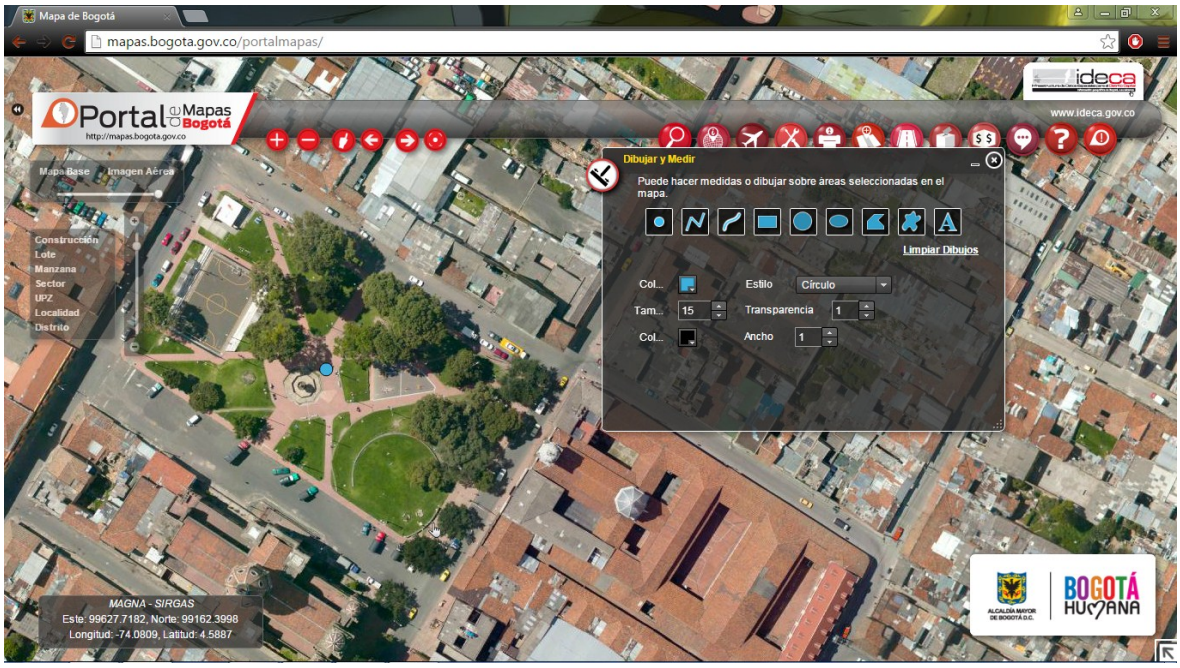


Fig.38 Punto de control Plaza de Armas. Fuente mapas.bogota.gov.co (2015).

Posteriormente se tomaron las distancias en el mapa proporcionado por el portal de Internet y, se anotaron en el software Microsoft Excel para poder calcular la escala promedio.

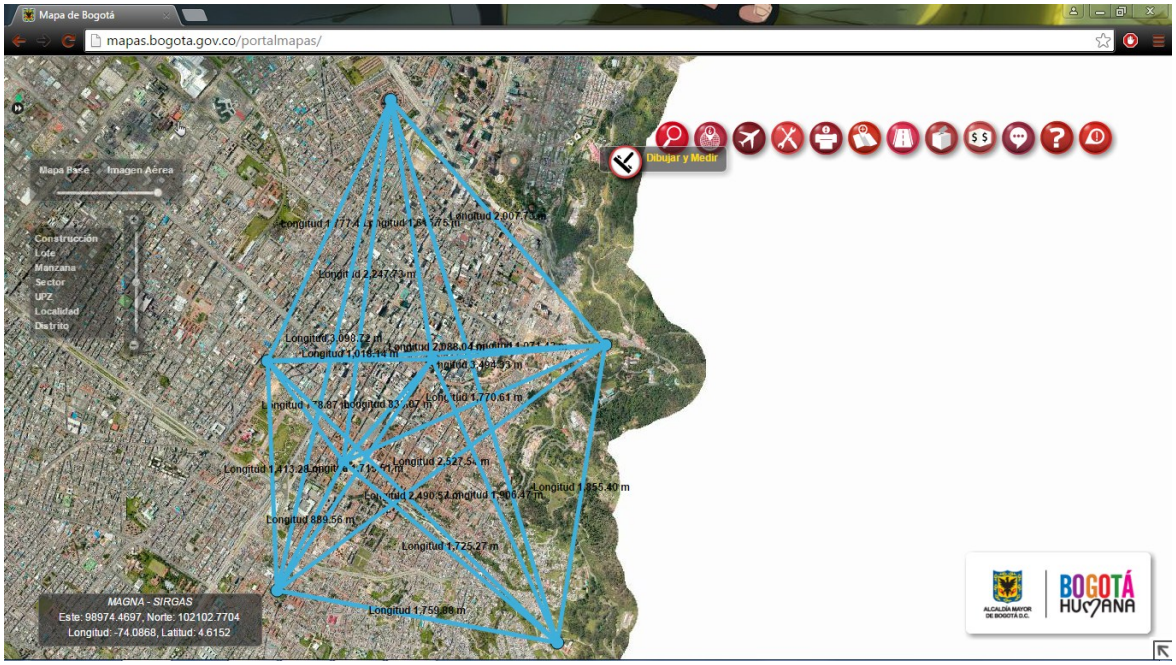


Fig.39 Distancias tomadas en el mapa actual del distrito. Fuente mapas.bogota.gov.co (2015).

Inventario de rótulos.

En el inventario de los marcos se tuvo en cuenta las dimensiones, el largo, el ancho y el espesor, así como también el contenido.

Inventario de la simbología- Elementos Gráficos

Por la parte de los elementos gráficos se realizó un conteo y se determinó entre la variedad de símbolos presentes en el mapa (puntuales, lineales, zonales), su relación gráfica específica con su contenido temático.

Inventario de Texto

En cuanto al inventario del texto se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo de fuente.
- Estilo de fuente.
- Tamaño de la fuente.
- Espaciado.
- Ubicación y orientación.

Inventario de Elementos visuales

En el desarrollo de esta actividad se examinaron parámetros perceptivos como el color, discriminando características de éste como la luminosidad, la saturación y la más importante, la tonalidad.

Otros elementos visuales que se tuvieron en cuenta en la descripción fueron el brillo y el tamaño.

Revisión de los resultados Obtenidos

Una vez se terminó de ejecutar el proyecto de grado, se hizo una minuciosa revisión de la información recolectada, el plano digitalizado y el inventario obtenido, procediendo así a la **Elaboración de la monografía** presente.

RESULTADOS

METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL PLANO DE 1891

El proponer una metodología cercana a la usada en el proceso de levantamiento de la información, del plano objeto de estudio, fue uno de los objetivos más difíciles de lograr debido a la escasa información acerca del tema, sin embargo gracias a los filtros usados en la etapa de realización se optó por escoger el de "Determinación de coordenadas con tránsito de ingeniero", un método simplificado y practico, para determinar el azimut de una punto a una seña, así como la latitud y longitud del lugar, encontrado en el libro "Determinación de Coordenadas geográficas: Con el empleo de algunos métodos por alturas y por azimutes iguales e instrumentos portátiles" del Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia. Debido a la practicidad y precisión del método, se presume que este era el preferido por los Ingenieros y Topógrafos de la época. A continuación se presenta el resultado de las consultas investigativas del proyecto:

Equipo necesario

1-Transito, con aguja magnética, con nivel en el círculo vertical en preferencia adherido al telescopio
2- prisma (filtro solar)
3- codo
4- receptor portátil de radio
5- Un cronometro a suspensión cardan
6- Barómetro Aneroide.
7- termómetros de ambiente centígrados
8- Ejemplar "American Ephemeris and Nautical Almananac"
9- Mapa sideral
10-Tablas de funciones trigonométricas
11- Gráficos de corrección de presión barométrica, para aplicársela a la refracción media, así como también gráficos de conversión de arco en tiempo y tiempo en arco.
12- Linterna, carteras, lápices y herramientas de campo.
13- Mapa del departamento.

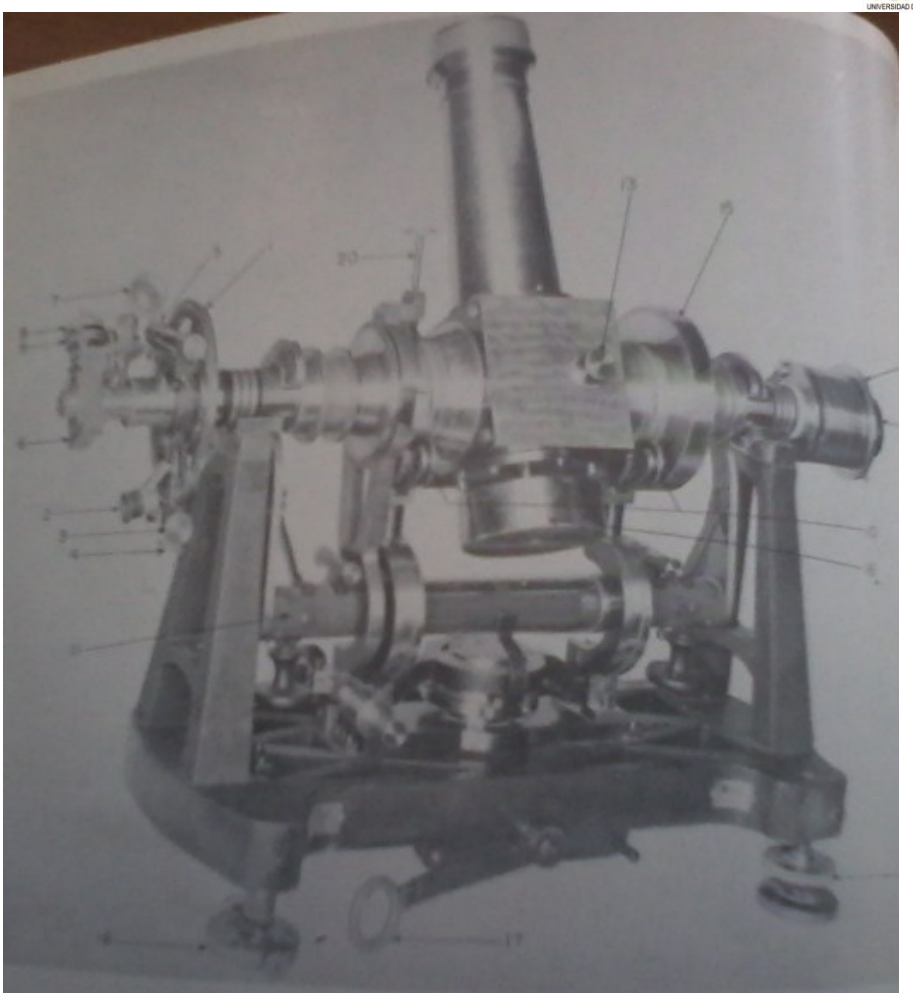


Fig.40 Transito de telescopio acodado para observaciones astronómicas. Fuente Hoskinson & Duerksen (1957).

Procedimiento general

1-Instalación del campamento, en forma organizada y cómoda tanto para el trabajo de observación como para el trabajo de cálculo.
2-Instalación del radio
3-Comparacion del cronometro o reloj con las señales de radio de las 10:00 p.m.
4-Escogencia del sitio donde se va a instalar el instrumento y la marca o señal donde se va a dar azimut.
5-Primera observación del azimut solar de la línea instrumento- marca.
6-Calculo de azimut.
7-Segunda comparación del cronometro con la señal de radio del medio día.
8-Tercera comparación del cronometro con la señal de las 4:00 p.m.
9-Preparación de la observación de la longitud.

10- En la noche, observación de la latitud por el transito meridiano de varias estrellas.
11-Observación de longitud, por varios pares de estrellas al oeste, al este, al norte y al sur.
12-Calculo de la latitud.
13-Calculo de la longitud por medio de las ascensiones rectas de las estrellas que se observaron a su paso por el meridiano y cada hora de transito anotada.
14-Calculo de longitud por alturas absolutas de los pares de estrellas.
15-Comprobacion del cronometro con la señal de radio de las 10 de la noche.
16-Comparación de resultados y promedio de las observaciones.



Fig.41 Plataforma y arreglo de los instrumentos. Fuente Hoskinson & Duerksen (1957).



Fig.42 Tienda de Observación con el techo abierto para realizar las observaciones. Fuente Hoskinson & Duerksen (1957).

Para la ejecución de este método es necesario tener unas gráficas para facilitar la labor de cálculo, entre las que se encuentran las siguientes:

- Tablas de conversión de arco a tiempo y viceversa.
- Tabla de refracción media.
- Gráfica de corrección de la refracción media.

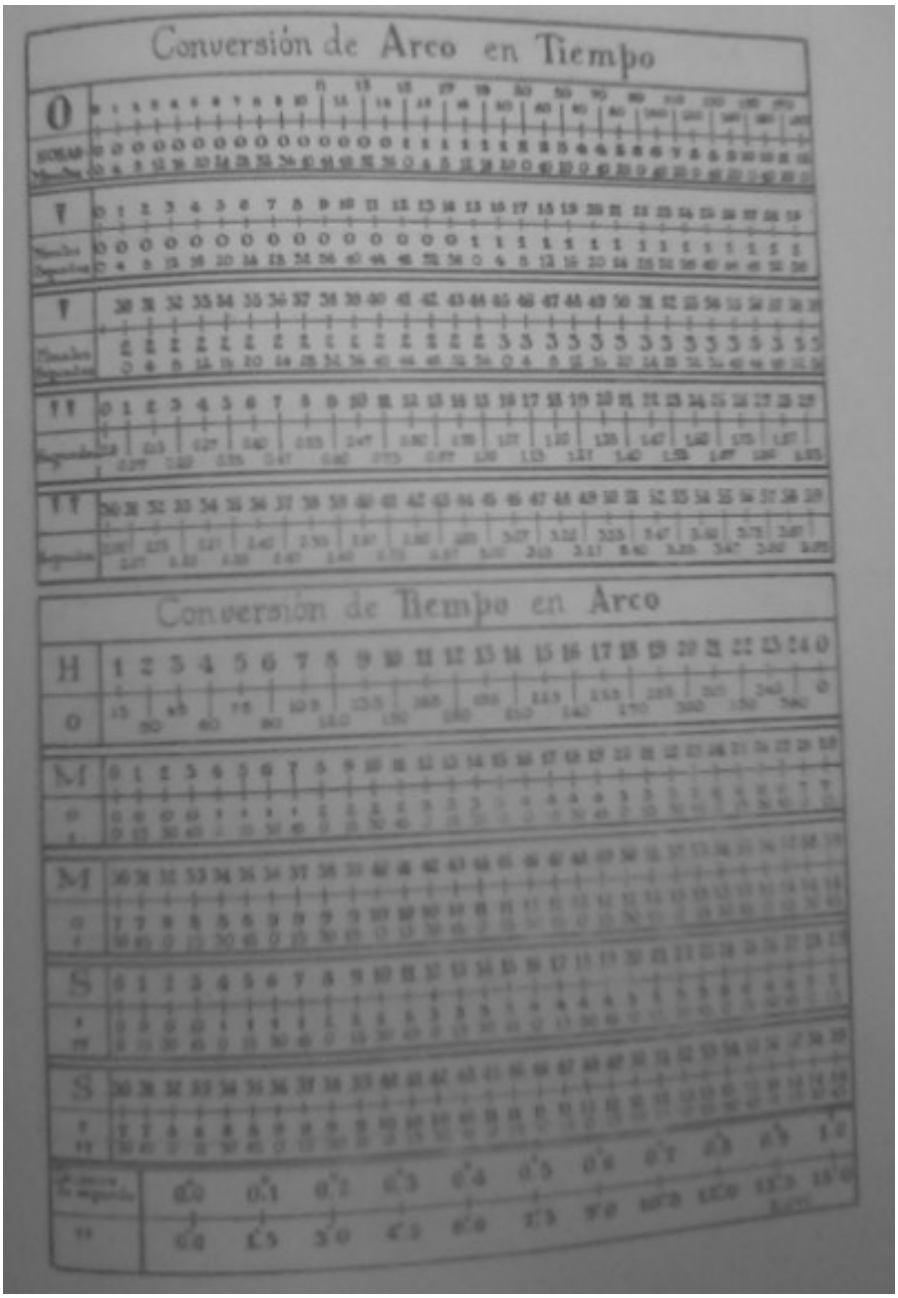


Tabla 1. Tabla de conversión de arco en tiempo y tiempo en arco. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

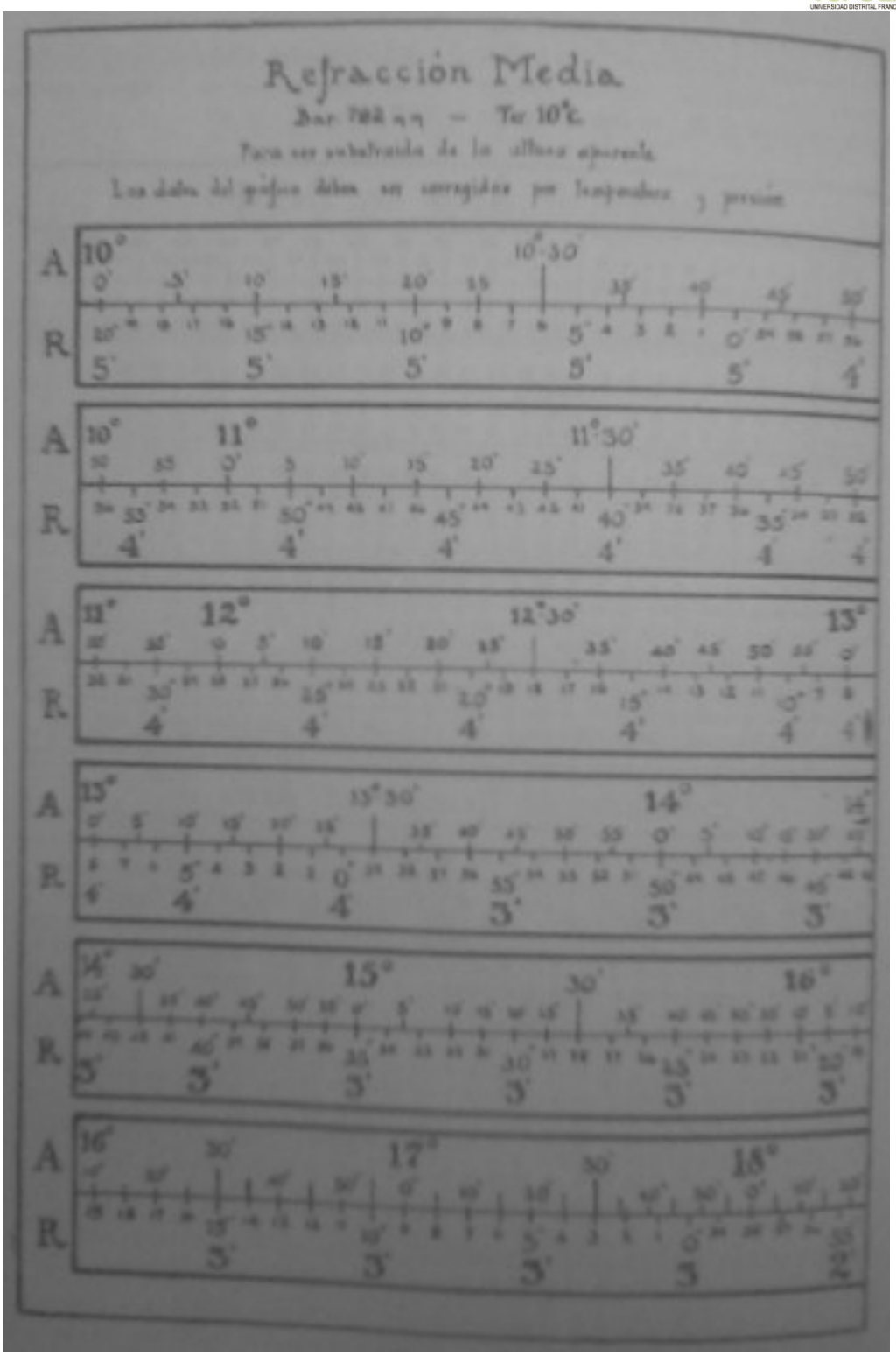


Tabla 2. Refracción Media. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).
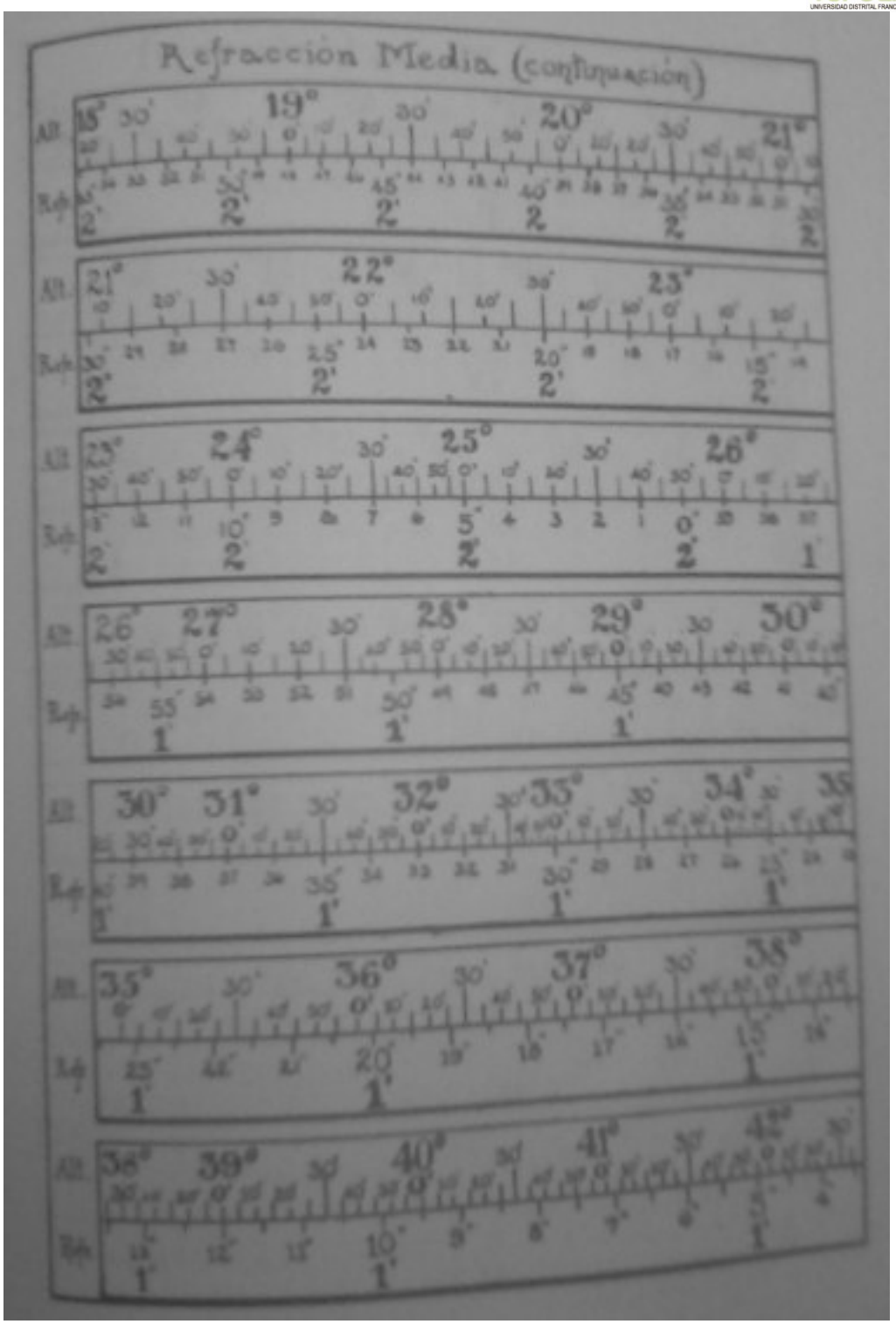


Tabla 2.1 Refracción Media continuación. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

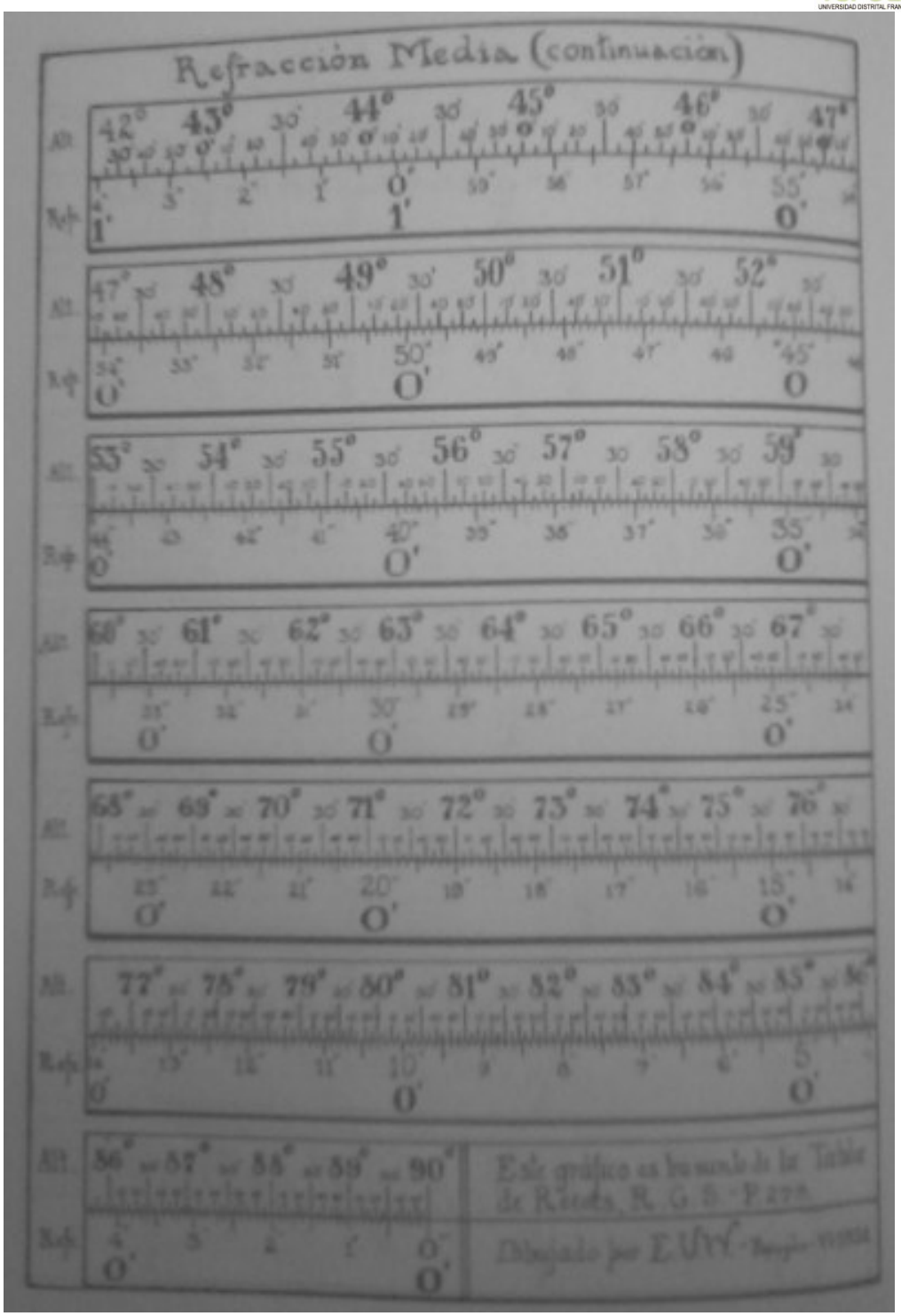


Tabla 2.2 Refracción Media continuación. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

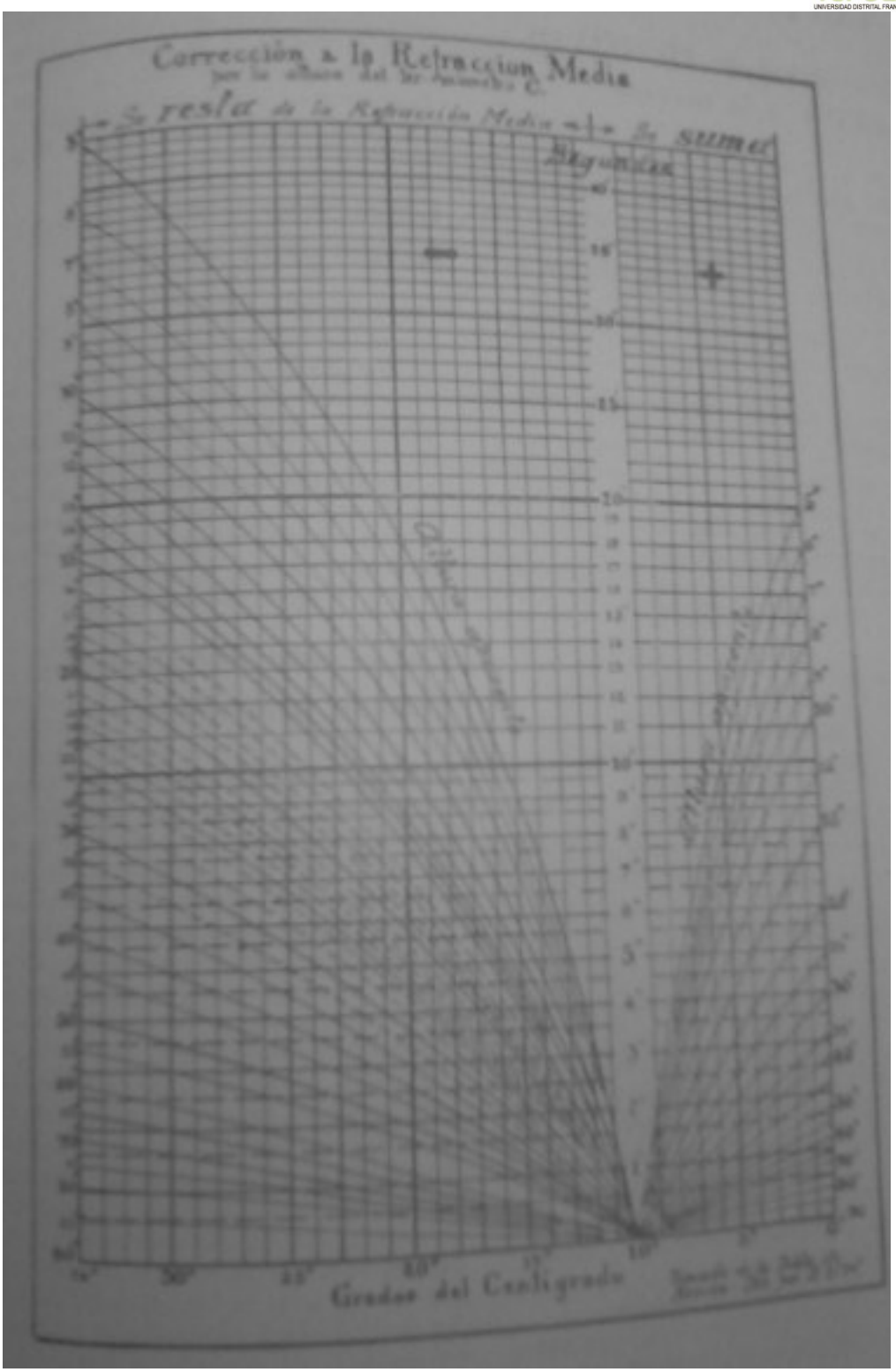


Tabla 3. Corrección a la Refracción Media por temperatura. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

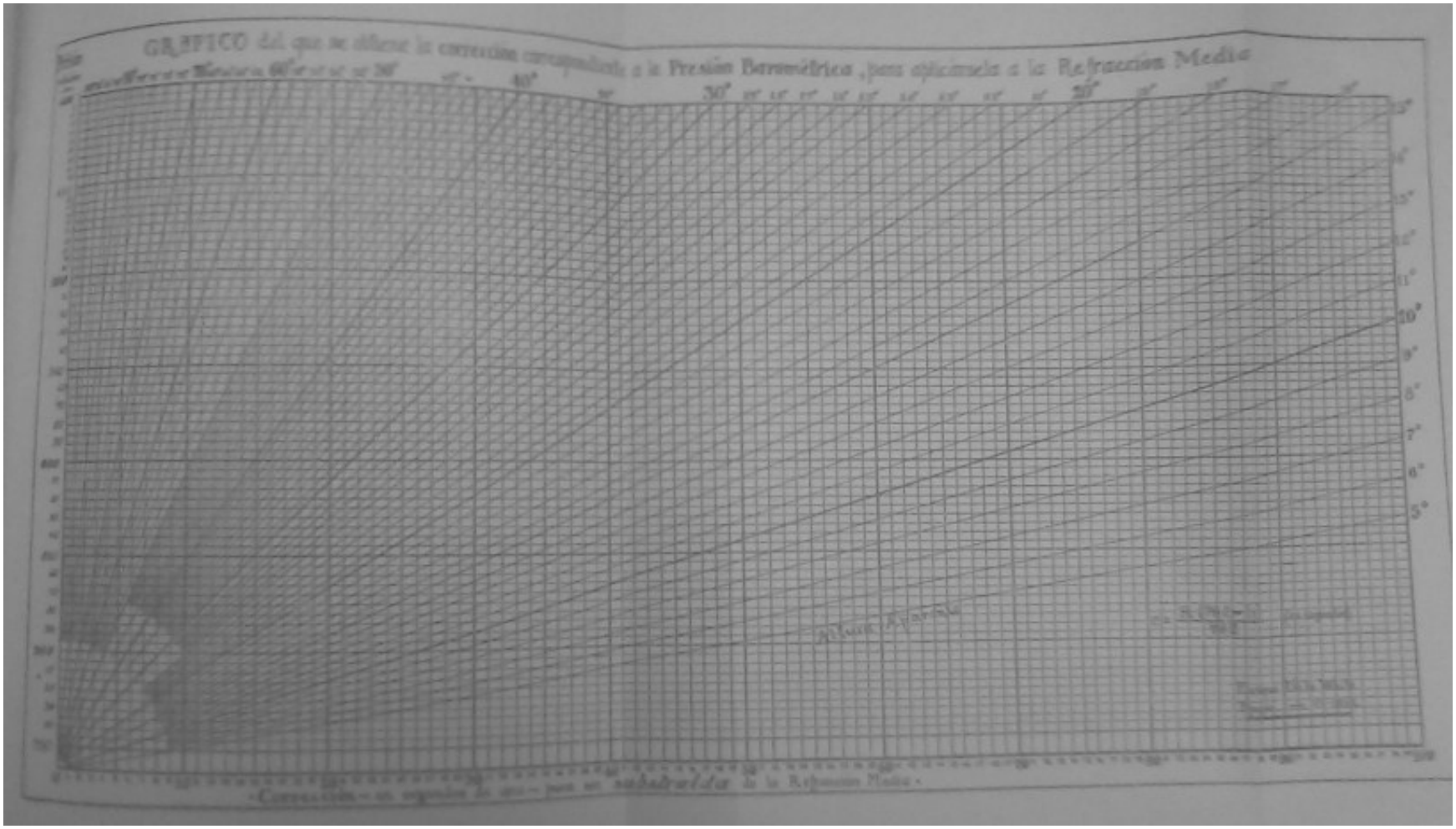


Tabla 4. Corrección a la Refracción Media por presión. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

Las gráficas anteriormente mencionadas se usan básicamente de la siguiente forma:

Tabla 1: En la columna superior de cada regla se expresa el ángulo en grados, minutos y segundos, con su correspondencia en la columna inferior en horas, minutos y segundos en tiempo. En las columnas inferiores de conversión de tiempo a arco se distribuyen de manera inversa a la columna superior.

Ejemplo:

Conversión de 120°30'45" en tiempo.

120°= 8h
30'= 0h 2m
45"= 0h 0m 3.00s

El equivalente de una ángulo de arco en tiempo es de 1/15.

Tabla 2: La tabla va de 10° al horizonte hasta 90°, se busca el ángulo de la altura observada, interpolándolo visualmente y en la parte inferior se encontrará el valor de la refracción media, que posteriormente deberá ser corregido debido a la influencia de la temperatura ambiente y la presión atmosférica del lugar, que deberán ser anotadas en el momento de la observación.
El valor de la refracción siempre se le restara al ángulo observado.

Tabla 3: Teniendo el dato de temperatura se mira en la tabla en una línea vertical que indique los grados centígrados que se tienen, y se busca la intersección de esa línea con la curva correspondiente a la altura observada, la línea horizontal que se halla en la intersección proporciona la corrección en segundos de arco.

Tabla 4: Una vez tomada la presión atmosférica con el barómetro aneroide, se busca en el gráfico en la línea horizontal que exprese la presión en milímetros a la izquierda de la tabla y se busca la intersección con la diagonal que exprese el ángulo de altura observado, la corrección es dada por la línea vertical de la intersección, proyectado el valor en la parte inferior de la tabla en segundos de arco.

Ejemplo de uso de las tablas:

Altura Observada: 28°25' Temperatura: 3.5°C Presión: 475 mm
Refracción media: 0°01´47.3"
Corrección por temperatura: +2.7"
Corrección por presión: -41.3"
Refracción corregida: 0°01'08.7"
Altura Verdadera: 28°23'51.3"

Así como se debe conocer a la perfección el manejo de las tablas se debe tener la destreza suficiente para hacer las comparaciones del cronometro con las señales de radio.

Las señales de radio del Observatorio Naval de Washington NAA, eran expandidas en 71.3, 35.7, 23.8 y 17.8 metros de longitud de onda en el horario del meridiano 75° al Oeste de Greenwich, coincidente con el horario oficial de Colombia, a las 22h correspondientes a las 10 p.m., a las 16h correspondientes a las 4 p.m., a las 3h correspondientes con las 3 a.m. y las 12h correspondientes a las 12p.m.
El ciclo de las señales era constituido por un sonido corto y seco, al empezar cada segundo concino minutos antes de la hora indicada. La señal de la hora (se podía tomar con una precisión de una décima de segundo), la constituía el comienzo de un silbido largo al final de 9 segundos de silencio, después del segundo cincuentavo del último minuto.

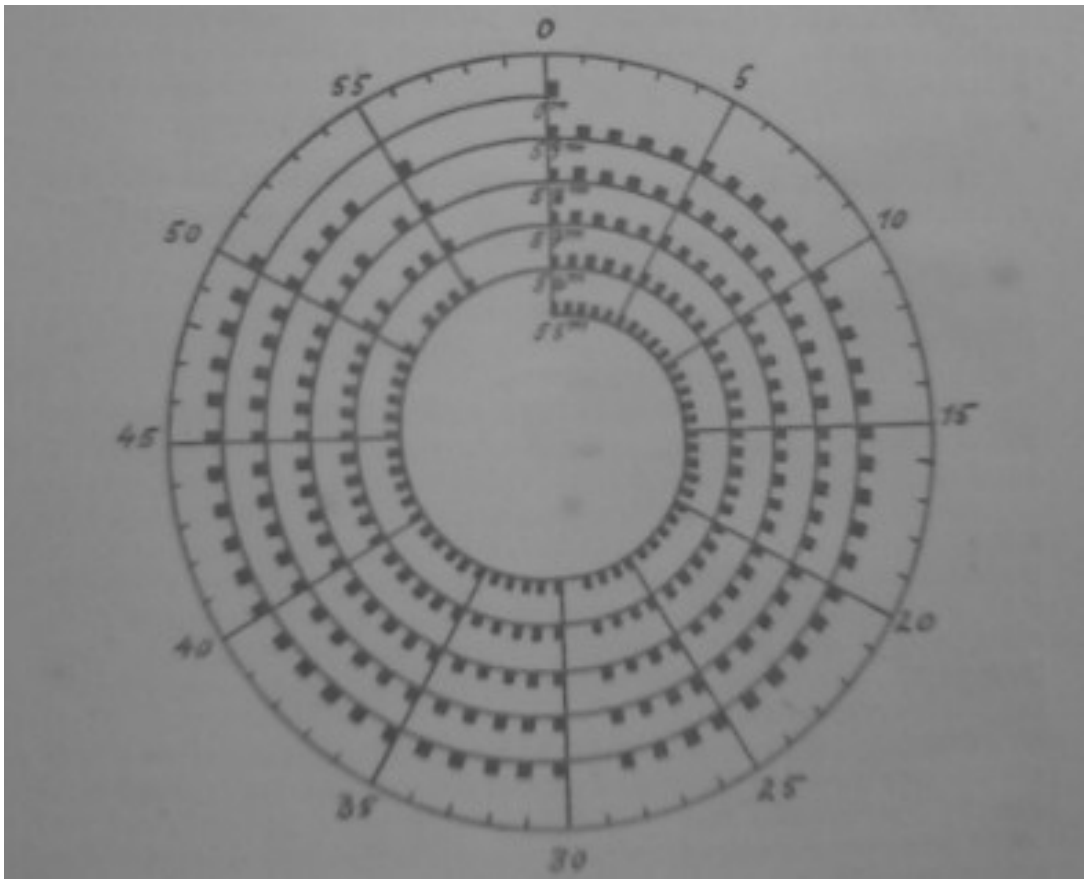


Fig.43 Ciclo de señales de hora emitidas por las estaciones del Observatorio Naval de Washington. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

La Figura 35 muestra la manera como se daban las señales que se repetían cada segundo, teniendo silencio en el segundo 29 para marcar claramente el 30, así como se detenía en el segundo 55 para marcar el minuto y, finalmente se detenía en el segundo 51 del último minuto para marcar la hora exacta.

Observación de azimut solar

Indicaciones iniciales:

- La observación se debe realizar en un horario comprendido entre las 8:00 a.m. - 10:00 a.m. y las 2:00 p.m. – 4:00 p.m. para evitar errores extremos debido a la refracción.
- No se debe demorar más de 10 minutos, en la realización de las lecturas en los 4 cuadrantes, para mantener las observaciones del sol en la misma recta.
- Nunca se debe mirar al sol directamente por el telescopio si no se tiene un filtro para el lente.

Se debe medir la distancia cenital del sol a la vez que se mide el ángulo vertical de la señal a la que se le va a dar azimut, posteriormente se deberán hacer correcciones por refracción, paralaje y semidiámetro.

Procedimiento de campo

- Dirigir la señal a la visual a la que se le quiere dar azimut, y tomar la lectura del ángulo horizontal en posición directa.
- Tomar lectura horizontal y vertical al sol en posición directa, la lectura horizontal siempre estará referida al ángulo horizontal observado a la señal; como resulta prácticamente imposible tomar lecturas al centro del sol, se toman lecturas tangenciales al disco solar con los hilos del aparato.

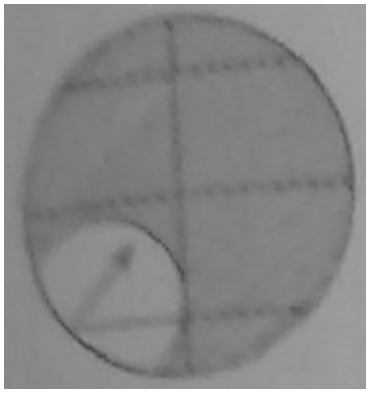


Fig.44 Esquema de Observación al sol en posición directa. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

- Inmediatamente se toman las lecturas al sol en directo, se debe anotar el tiempo cronométrico de la observación, así como la temperatura a la sombra y la presión atmosférica.
- Transitar el instrumento y repetir la lectura horizontal y vertical al sol en posición inversa y anotar de nuevo el tiempo, la temperatura y la presión.

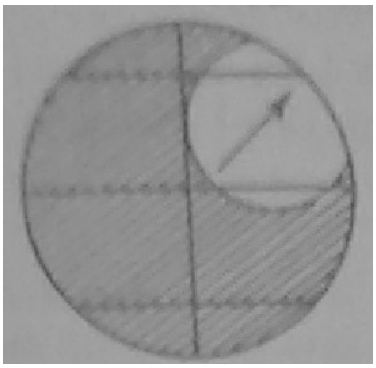


Fig.45 Esquema de Observación al sol en posición inversa. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

- Aún en posición inversa repetir la lectura horizontal a la señal.
- Se debe repetir el proceso en los 4 cuadrantes del ocular.

Altura cenital

Es la altura desde el zenit hasta el astro; se calcula restándole a 90° la lectura vertical.

Corrección por Semidiámetro

Debido al inconveniente de no poder tomar lecturas directamente al centro del sol, estas se toman tangentes al disco solar (como se puedo observar en las anteriores figuras), el ángulo que se forma entre el centro de la tierra y el radio del sol, el valor del semidiámetro se debe buscar, en las efemérides del astro en el almanaque astronómico vigente; si no se tiene el valor del semidiámetro, con el método directo-inverso se elimina fácilmente este error a las lecturas horizontales.

Declinación del sol

Para obtener el valor de la declinación del sol es necesario calcular el Tiempo Universal que es el tiempo local en Greenwich, que se halla de una forma muy sencilla, sumando 5 horas al tiempo local. Posteriormente con la fecha y el Tiempo Universal se debe buscar en un almanaque astronómico con vigencia del año presente, las efemérides del sol correspondientes a la fecha y hora.

Corrección por refracción

Debido a la refracción atmosférica, la visual al sol se verá desplazada de su posición real en el espacio, la corrección por refracción se puede hacer de una manera muy sencilla consultando las tablas. La refracción siempre se resta.

Corrección por paralaje

La corrección por paralaje debe hacerse para las observaciones al sol corregidas por refracción, para que queden como si se hubiesen hecho desde el centro de la tierra. La corrección por paralaje está dada por la expresión 8.8”*sen z, siendo 8.8” una valor constante para el paralaje horizontal del sol y, z el valor de la altura corregida por refracción. El paralaje siempre se suma.

Latitud y longitud del lugar

Se debe tener las coordenadas aproximadas del lugar extraídas previamente de un mapa, aunque después deben rectificarse por medio del método de campo.

Calculo del azimut solar

$$CosA = \left[\frac{Sen\delta - Sen\varphi Senh}{Cos\varphi Cosh} \right]$$

Formula 3 Cálculo del azimut solar. Fuente Universidad Politécnica de Madrid (2010).

Donde d es la declinación, Φ es la latitud y h es la altura cenital corregida por semidiámetro, refracción y paralaje.

Azimut del cero

El azimut del cero es el ángulo que se forma desde el norte, el instrumento y el cero arbitrario. Se calcula de la siguiente manera:

Si el ángulo horizontal del sol tomado con el instrumento es mayor que el azimut solar, se debe sumar 360 más el azimut solar y luego restarle el ángulo horizontal del sol. Si es menor al azimut solar se le debe restar el ángulo horizontal del sol.

Azimut de la señal

El azimut de la señal es el ángulo formado por el norte el instrumento y la señal en campo a la cual se le quiere dar azimut. Se calcula de la siguiente manera:

Si el azimut del cero es mayor al ángulo horizontal que se le dio a la señal con el instrumento, se debe sumar 360 más el ángulo horizontal de la señal y luego restarle el azimut del cero. Si es menor al ángulo horizontal de la señal se le debe restar al ángulo horizontal de la señal el azimut del cero.

Para cada una de las lecturas promediadas de forma directa e inversa se debe repetir el mismo procedimiento y después promediar los resultados.

Observación de la latitud

La observación de la latitud se puede resumir en los siguientes pasos:

- Tener una lista de por lo menos 50 pares de estrellas que culminen dentro del campo de observación, que se encuentren a una altura entre 15 y 40 grados, y que tengan una magnitud superior a 4. Cada par debe tener una estrella que culmine al norte y otra al sur.
- Se toma línea en la señal a la cual se le dio azimut por medio de la observación solar.
- Para determinar la hora aproximada del paso de la estrella se usa la ascensión recta y a esta se le resta 5 horas, y la altura aproximada del paso de la estrella se obtiene de la declinación menos la latitud aproximada del lugar. Los valores de ascensión recta y declinación se sacan del almanaque astronómico.
- Se busca el ángulo vertical por el cual según el almanaque va a pasar la estrella por el meridiano, a una hora determinada.
- Se espera hasta que el astro pase por el hilo vertical y se toma la hora y el ángulo vertical, al igual que la temperatura y la presión.
- Después se transita el instrumento y se toman los datos en modo inverso.
- Los pasos anteriores se repiten con todos los pares de estrellas.

Calculo de la latitud

El cálculo de la latitud se hace con el promedio del ángulo vertical en directo y en inverso, corregido por refracción, a este ángulo se le llama altura verdadera, a esta altura verdadera se le suma la declinación del astro, luego al valor de 90° se le resta el anterior resultado y se obtiene el valor de la latitud. Se debe repetir el cálculo para cada una de las observaciones.

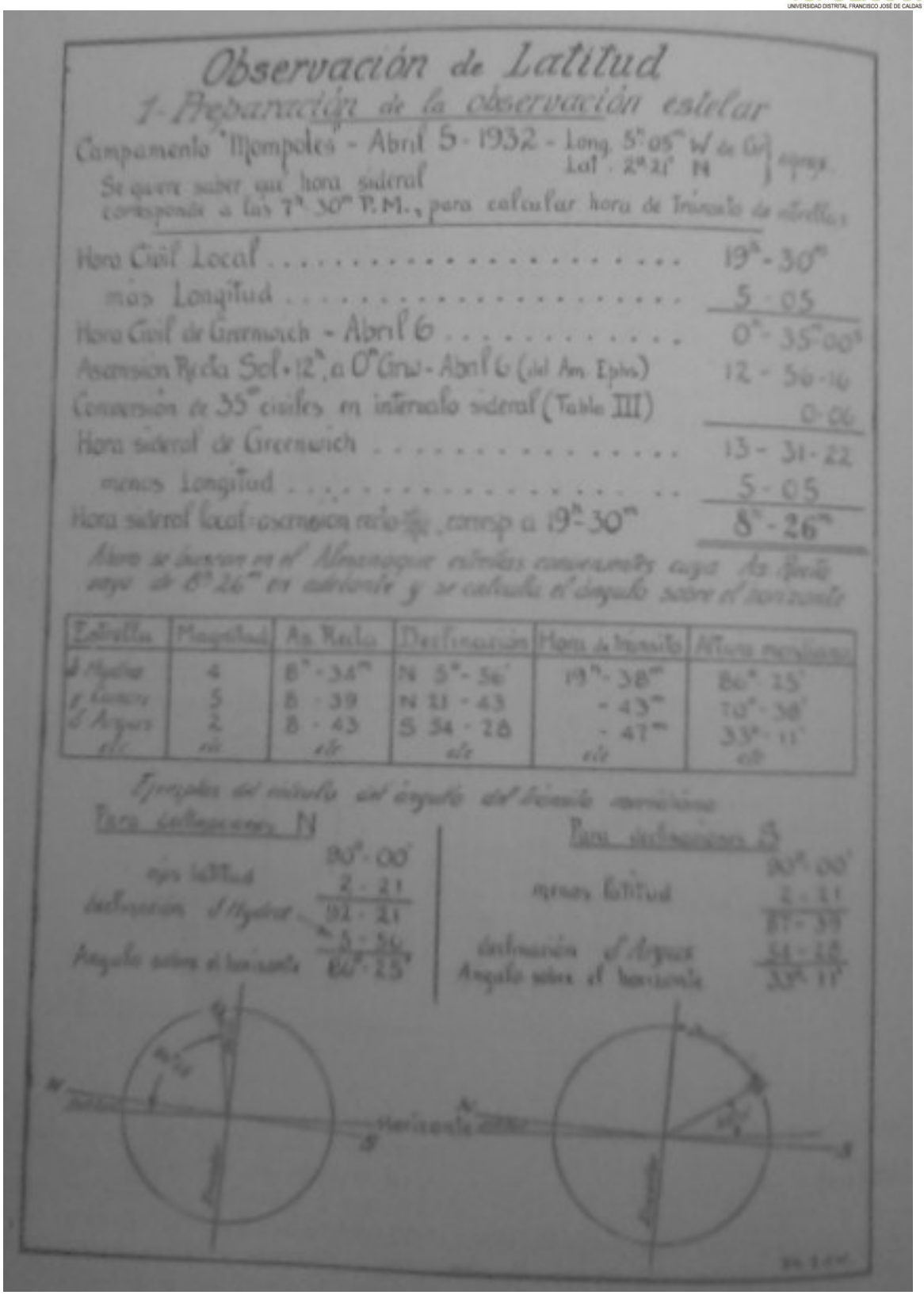


Fig.46 Preparación de la observación de la latitud. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

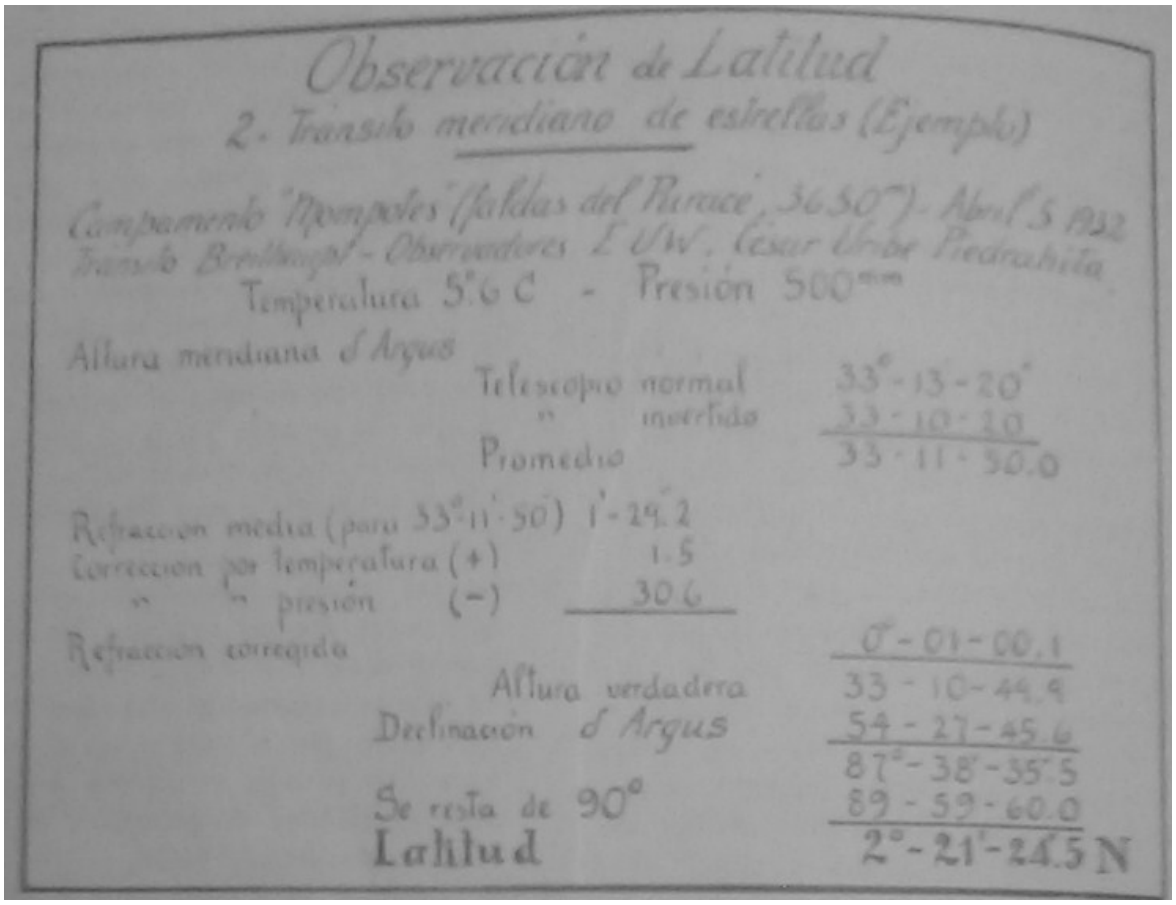


Fig.47 Cálculo de la latitud. Fuente Ministerio de Relaciones Exteriores (1931).

Observación de la longitud

Para esta observación es necesario conocer las estrellas de manera segura, que deben tener unas características más rigurosas que las estrellas escogidas para la observación de la latitud, y deben tener una magnitud grande para no confundirlas. Después de tener seleccionadas las estrellas a observar se deben realizar los siguientes pasos:

- Observar la estrella es su paso por el meridiano del instrumento, donde el ángulo horario de la estrella será cero.
- Apenas la estrella intersecte el meridiano del instrumento se debe tomar el tiempo exacto con el cronometro.

Calculo de la longitud astronómica

El cálculo de la longitud se puede simplificar por la siguiente fórmula:

$$\Lambda = \alpha - [\, 1{,}002737909\ (TU1) + TSMG_0 \,]$$

Formula 4 Fórmula general de la longitud. Fuente Portilla (2001).

Donde α es la ascensión recta de la estrella, 1.002737909 es un factor de conversión de tiempo solar medio a tiempo sideral, TU1 es el tiempo universal y, $TSMG_0$ es el tiempo sideral medio en Greenwich a las 0 horas.

$$TU1 = \text{Hora Local} + 5\ \text{Horas}$$
$$TU1 = 18^h\ 33^m\ 20^s + 5^h$$
$$TU1 = 23^h\ 33^m\ 20^s$$

Formula 5 Cálculo del Tiempo Universal. Fuente Portilla (2001).

Para calcular el tiempo sideral medio en Greenwich a las 0 horas es necesario usar la siguiente fórmula:

$$TSMG_0 = [6^h\ 41^m\ 50^s{,}54841] + [2400^h\ 3^m\ 04^s{,}812866]\ T + 0^s{,}093104\ T^2 - 6^s{,}2\times10^{-6}\ T^3$$

Formula 6 Cálculo para el Tiempo sideral medio en Greenwich a las 0 horas. Fuente Portilla (2001).

El valor de T en esta fórmula equivale al número de siglos julianos que se debe calcular así:

$$T = \frac{FJ - 2451545{,}0}{36525}$$

Formula 7 Cálculo del número de siglos Julianos. Fuente Portilla (2001).

Donde FJ es la Fecha Juliana que se calcula de la siguiente manera:

$$FJ = [ENT(365.25*(A+4716))] + ENT[(30.6001*(M+1))] - ENT(A/100) + ENT[ENT(A/100)/4] + D - 1522.5$$

Formula 8 Cálculo de la fecha Juliana. Fuente Portilla (2001).

Si el valor del tiempo sideral medio en Greenwich a las 0 horas, excede las 24 horas se debe aplicar una fórmula de reducción entre 0 y 24 horas, que es la siguiente:

$$TSMG_0 = TSMG_0^* - ENT\left(\frac{TSMG_0^*}{24}\right) \times 24^h$$

Formula 9 Valor del Tiempo sideral medio en Greenwich a las 0 horas cuando es mayor de 24 horas. Fuente Portilla (2001).

La ascensión recta y la declinación son datos que se deben extraer del almanaque astronómico.

El resultado de la longitud astronómica es en horas, minutos y segundos, para convertir a grados sexagesimales se debe multiplicar por 15.

Para una mayor comprensión del método de cálculo de longitud, se ha realizado un ejemplo en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, que se encuentra en los anexos.

Levantamiento Topográfico

Para los antiguos topógrafos en ingenieros dedicados a la agrimensura, el paso inicial era darle coordenadas a un punto materializado y tener una señal de azimut, es decir tener el brazo inicial de la poligonal; los métodos para hacer el posterior levantamiento topográfico se sintetizan en los ya conocidos levantamientos por poligonal cerrada con tránsito o teodolito y cinta métrica.

ACTUALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA A SISTEMA CAD Y CLASIFICACIÓN EN CAPAS.

Como resultado de la digitalización del plano topográfico de Bogotá levantado en 1891 y reformado en 1894 se presenta una imagen de las capas obtenidas, además se anexa el plano en versión digital para su respectiva observación

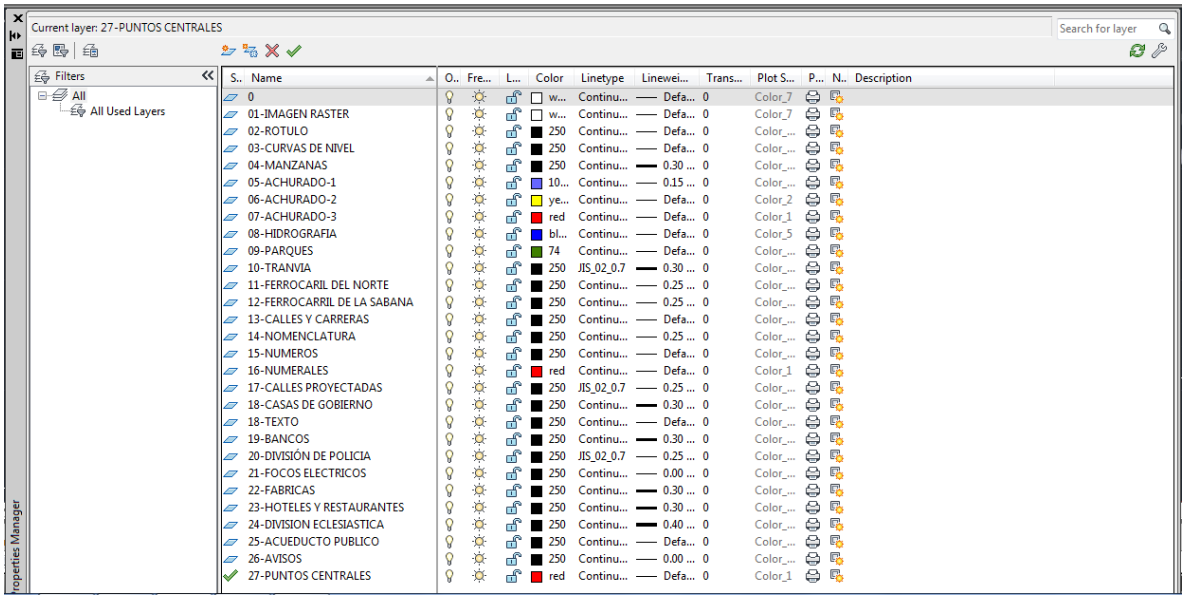


Fig.48 Imagen de capas creadas en el proceso de digitalización y clasificación. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

INVENTARIO CARTOGRÁFICO

Cómo resultado se presenta el inventario cartográfico de la Orientación, escala, simbolización, elementos visuales y contenido temático del Plano Topografico de Bogotá.

Orientación

La orientación presente en el plano topográfico de Bogotá de 1891, es hacia el este, la razón es,que los primeros mapas se orientaban hacia ese punto cardinal, debido a que se tenía al sol como un punto de referencia fijo y constante, además de ser el punto cardinal donde se puede apreciar la bóveda celeste en toda su integridad. Etimologicamente hablando, la palabra oriente proviene del latín, oriri que significa nacer, se relaciona la palabra orientación con el nacimiento del sol.

MEDIDAS EN EL PLANO EN MILIMETROS							
SITIOS	CEMENTERIO CENTRAL	CASA QUINTA DE BOLIVAR	PARQUE DE SANTANDER	PLAZA DE LOS MARTIRES	OBSERVATORIO ASTRONOMICO	IGLESIA DE LA PEÑA	PLAZA DE ARMAS
CEMENTERIO CENTRAL	NA	320.115	243.767	266.368	339.911	533.795	470.513
CASA QUINTA DE BOLIVAR	NA	NA	173.459	323.339	273.759	283.29	394.22
PARQUE DE SANTANDER	NA	NA	NA	149.881	126.828	292.788	265.783
PLAZA DE LOS MARTIRES	NA	NA	NA	NA	116.551	372.305	213.588
OBSERVATORIO ASTRONOMICO	NA	NA	NA	NA	NA	257.248	139.687
IGLESIA DE LA PEÑA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	267.009
PLAZA DE ARMAS	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabla 5 Distancias entre lugares escogidos en el plano. Fuente Propia (2015).

MEDIDAS EN EL PLANO EN METROS							
SITIOS	CEMENTERIO CENTRAL	CASA QUINTA DE BOLIVAR	PARQUE DE SANTANDER	PLAZA DE LOS MARTIRES	OBSERVATORIO ASTRONOMICO	IGLESIA DE LA PEÑA	PLAZA DE ARMAS
CEMENTERIO CENTRAL	NA	2007.73	1616.75	1777.43	2247.73	3494.33	3098.72
CASA QUINTA DE BOLIVAR	NA	NA	1071.42	2088.04	1770.61	1855.4	2527.54
PARQUE DE SANTANDER	NA	NA	NA	1018.14	838.07	1906.47	1715.51
PLAZA DE LOS MARTIRES	NA	NA	NA	NA	778.87	2490.57	1413.28
OBSERVATORIO ASTRONOMICO	NA	NA	NA	NA	NA	1725.27	889.56
IGLESIA DE LA PEÑA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1759.88
PLAZA DE ARMAS	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabla 5.1 Distancias entre lugares escogidos en la realidad. Fuente Propia (2015).

RELACIÓN DE ESCALA							
SITIOS	CEMENTERIO CENTRAL	CASA QUINTA DE BOLIVAR	PARQUE DE SANTANDER	PLAZA DE LOS MARTIRES	OBSERVATORIO ASTRONOMICO	IGLESIA DE LA PEÑA	PLAZA DE ARMAS
CEMENTERIO CENTRAL	NA	6271.902285	6632.357948	6672.836076	6612.70156	6546.202194	6585.83291
CASA QUINTA DE BOLIVAR	NA	NA	6176.791057	6457.742493	6467.769096	6549.472272	6411.496119
PARQUE DE SANTANDER	NA	NA	NA	6792.989105	6607.925695	6511.434895	6454.551269
PLAZA DE LOS MARTIRES	NA	NA	NA	NA	6682.653945	6689.595896	6616.851134
OBSERVATORIO ASTRONOMICO	NA	NA	NA	NA	NA	6706.641062	6368.23756
IGLESIA DE LA PEÑA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6591.08869
PLAZA DE ARMAS	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabla 5.2 Relación de escala entre sitios. Fuente Propia (2015).

Escala

La escala promedio obtenida de los sitios comparados fue de 6543.194, que redondeando a una escala más convencional es de 6500, lo que quiere decir que un centímetro en el plano equivale a 65 metros en la realidad.

Rótulos

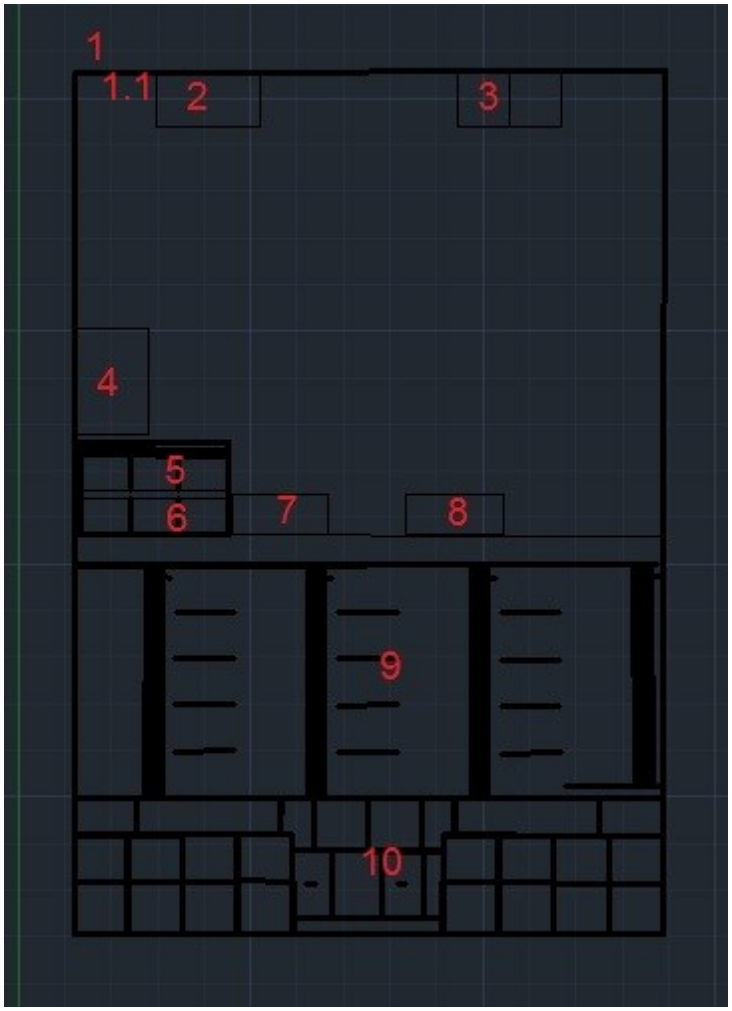


Fig.49 Numeración de rótulos presentes en el plano. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Se decidió enumerar los rótulos de una manera arbitraria para hacer su respectiva descripción.

Rótulo 1: Dimensiones en el plano, 923.69 X 634.28 mm, espesor de 1.3 mm, color negro número 250, cumple la función de hacer el confinamiento total del plano.

Rótulo 1.1: Dimensiones en el plano, 630.76 X 498.69 mm, espesor 0.3 mm, color negro 250, cumple la función de delimitar la parte gráfica del plano.

Rótulo 2: Dimensiones en el plano, 111.53 X 56.33 mm, espesor 0.2 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente a observaciones generales del plano.

Rótulo 3: Dimensiones en el plano, 111.5 X 57.82 mm, espesor 0.1 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente a convenciones o signos distintivos y abreviaturas.

Rótulo 4: Dimensiones en el plano, 113.27 X 77.68 mm, espesor 0.3 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente a información general de la ciudad.

Rótulo 5: Dimensiones en el plano, 158.47 X 50.55 mm, espesor 0.6 y 0.3 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente a las líneas de correspondencia así como sus fechas de salida y llegada.

Rótulo 6: Dimensiones en el plano, 158.32 X 46.45 mm, espesor 0.6 y 0.3 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente a las líneas de encomiendas así como sus fechas de salida y llegada.

Rótulo 7: Dimensiones en el plano, 103.5 X 42.87 mm, espesor 0.5 y 0.1 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente al registro de propiedad ante el ministerio de instrucción pública.

Rótulo 8: Dimensiones en el plano, 104.45 X 45.01 mm, espesor 0.3 y 0.1 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente a la aprobación de división policial del ministerio de gobierno y, aprobación de efectos eclesiásticos.

Rótulo 9: Dimensiones en el plano, 623.65 X 249.29 mm, espesor 0.3 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente a la guía descriptiva de los lugares referenciados en el plano así como avisos publicitarios.

Rótulo 10: Dimensiones en el plano, 623.56 X 147.06 mm, espesor 0.3 mm, color negro 250, cumple la función de contener el texto referente a avisos publicitarios.

Simbología

Símbolos Puntuales:



Fig.50 Focos eléctricos. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Focos eléctricos: Dimensiones en el plano, 2.4 mm, color negro 250, convención puntual nominal que representa las luminarias de la ciudad, cantidad 92 .

Símbolos lineales:

Curvas de Nivel: Espesor 0.2 mm, color negro, símbolo lineal de tipo intervalo isohipsas, cantidad 4208.



Fig.51 Curvas de Nivel. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

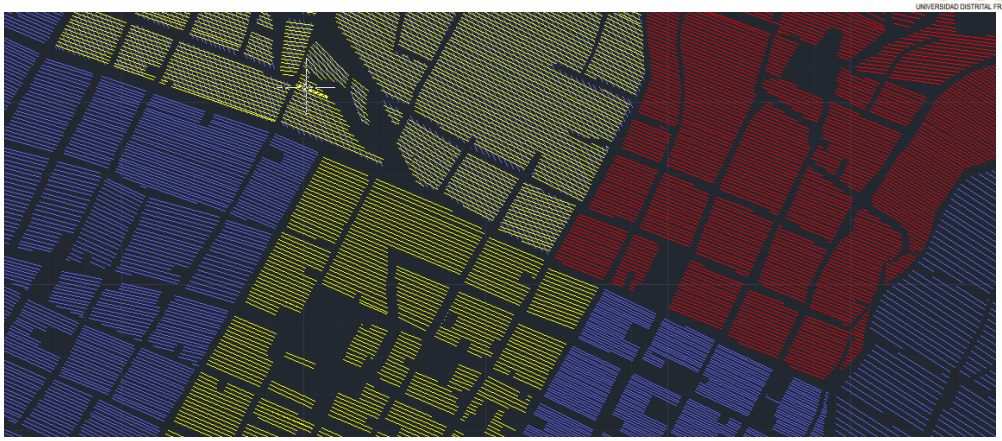


Fig.52 Achurados 1, 2 y 3. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Achurado 1: Espesor 0.2 mm, color azul (102,102,255), símbolo lineal de tipo nominal, cantidad 3835.

Achurado 2: Espesor 0.2 mm, color amarillo, símbolo lineal de tipo nominal, cantidad 2346.

Achurado 3: Espesor 0.2 mm, color rojo, símbolo lineal de tipo nominal, cantidad 3636.

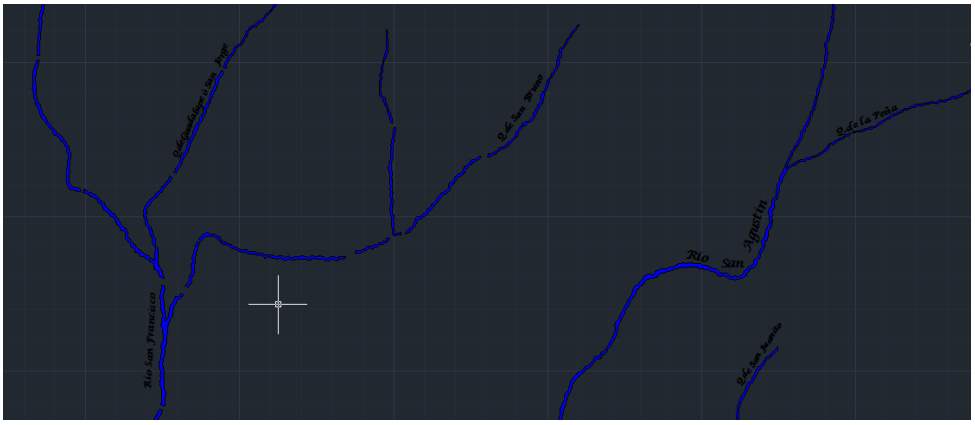


Fig.53 Hidrografía. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Hidrografía: Espesor promedio 1 mm, color azul, símbolo lineal de tipo nominal, cantidad 60.

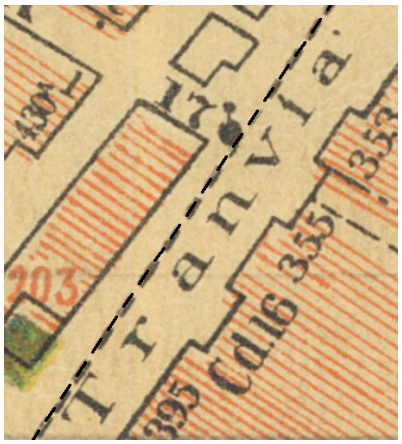


Fig.54 Tranvía. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Tranvía: Espesor 0.3 mm, línea entrecortada, color negro 250, símbolo lineal de tipo ordinal, cantidad 2.

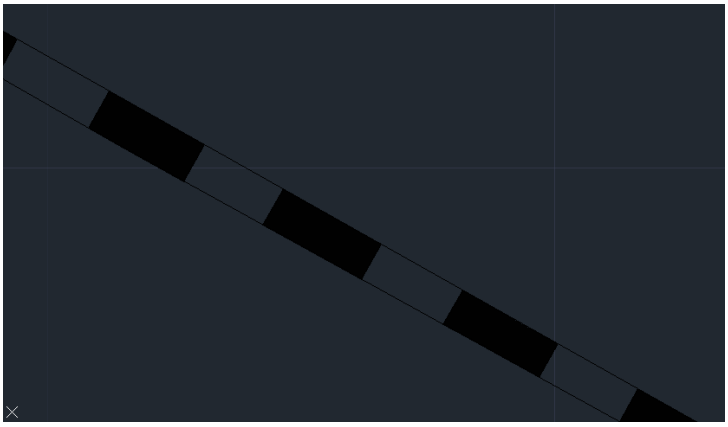


Fig.55 Ferrocarril. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Ferrocarril: Espesor 0.1 mm, color negro 250, símbolo lineal de tipo ordinal, cantidad 2, ferrocarril del norte y ferrocarril de la sabana, contiene zonas sombreadas de negro como complemento visual.

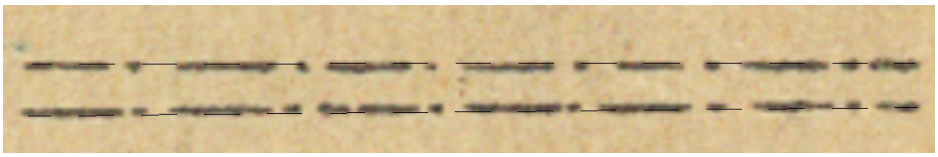


Fig.56 Calles proyectadas. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Calles proyectadas: Espesor 0.1 mm, línea entrecortada, color negro 250, convención lineal de tipo ordinal, cantidad 9.

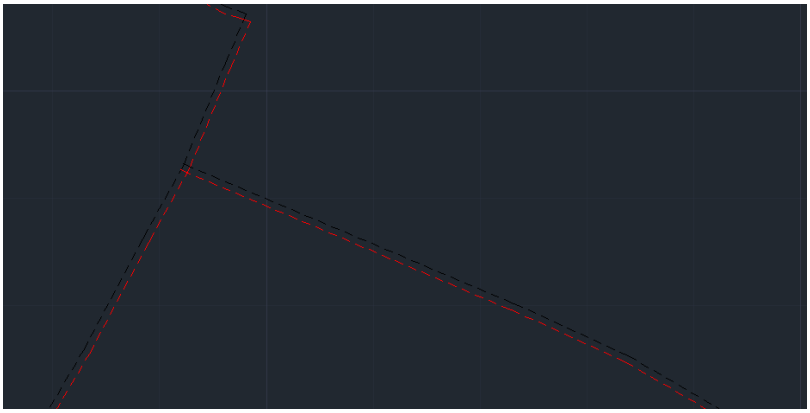


Fig.57 División de Policía. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

División de policía: Espesor 0.2 mm, línea entrecortada, color negro 250 y rojo, convención lineal de tipo límite, cantidad 4.

Símbolos Zonales:



Fig.58 Manzanas. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Manzanas: Espesor 0.2 mm, color negro 250, símbolo zonal de tipo nominal regional, cantidad 711.

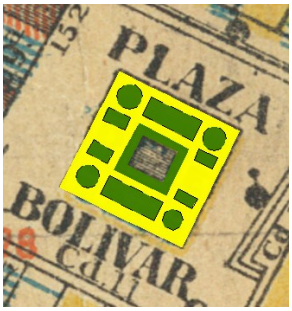


Fig.59 Parques. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Parques: Colores Verde 74 y amarillo, símbolo zonal de tipo nominal, cantidad 4.

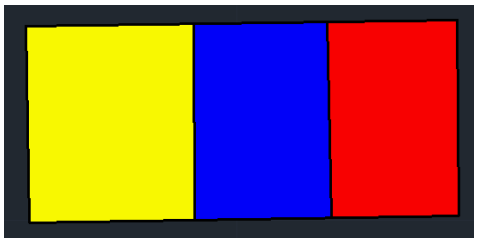


Fig.60 Casas de Gobierno. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Casas de Gobierno: Colores amarillo, azul y rojo, convención símbolo zonal de tipo nominal, cantidad 11.



Fig.61 Bancos. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Bancos: Color rojo, convención símbolo zonal de tipo nominal, cantidad 7.

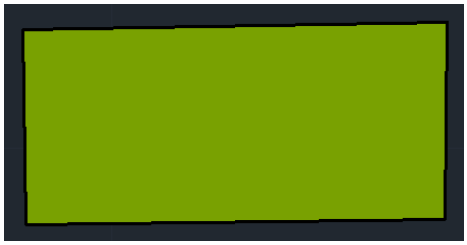


Fig.62 Fábricas. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Fábricas: Color verde 62, convención símbolo zonal de tipo nominal, cantidad 90 dibujadas.

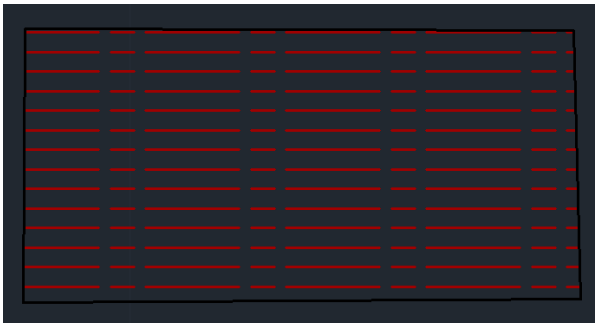


Fig.63 Hoteles y Restaurantes. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Hoteles y restaurantes: Color Marrón 12, convención símbolo zonal de tipo nominal regional, cantidad 33.

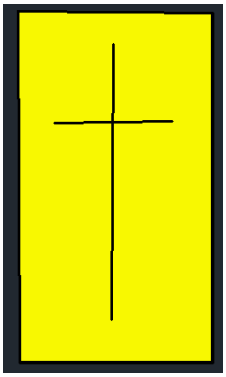


Fig.64 División Eclesiástica. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

División Eclesiástica: Color Amarrillo, convención símbolo zonal de tipo nominal, cantidad 27 dibujadas.

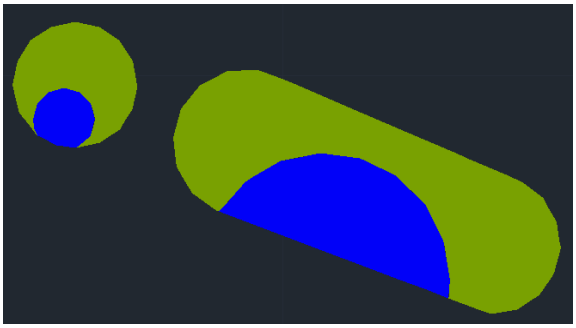


Fig.65 Acueducto Público. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Acueducto Público: Colores Verde 62 y azul, convención símbolo zonal de tipo nominal, cantidad 3 dibujadas.

Texto

Se encontraron principalmente 17 tipos de texto, debido al estilo único de cada uno se escogieron los que más se asemejaban visualmente debido a que no hay ningún tipo de texto que sea exactamente igual; a continuación se describen los textos escogidos:

Annotative: Tipo de fuente, Arial, tamaño de la fuente, entre 1.9 y 3.5 mm, color negro 250.

Standard: Tipo de fuente, italicc.shx, tamaño de la fuente, entre 0.8 y 5 mm, color negro 250.

Cursiva: Tipo de fuente, italicc.shx, tamaño de la fuente, entre 1.8 y 3 mm, color negro 250.

Titulo Mayúscula: Tipo de fuente, italicc.shx, tamaño de la fuente, 3 mm, color negro 250.

CR Y CL: Tipo de fuente, Bodoni MT Black, tamaño de la fuente, entre 1.9 y 5 mm, color negro 250.

CUADRAS: Tipo de fuente, Bernard MT Condensed, tamaño de la fuente, entre 1 y 2.5 mm, color negro 250.

NUMEROS: Tipo de fuente, BatangChe, tamaño de la fuente, entre 1 y 7 mm, color negro 250 y rojo.

AVISO 1: Tipo de fuente, Bernard MT Condensed, tamaño de la fuente, entre 3 y 9 mm, color negro 250.

AVISO 1.0: Tipo de fuente, Bodoni MT Black, tamaño de la fuente, entre 2 y 3.5 mm, color negro 250.

AVISO 1.1: Tipo de fuente, Bell MT, tamaño de la fuente, entre 1.5 y 6 mm, color negro 250.

AVISO 1.2: Copperplate Gothic Light, tamaño de la fuente, entre 2.5 y 5 mm, color negro 250.

AVISO 1.3: Rockwell, tamaño de la fuente, entre 1.7 y 2.3 mm, color negro 250.

AVISO 1.4: Bodoni MT Condensed, tamaño de la fuente, entre 1.4 y 9 mm, color negro 250.

AVISO 1.5: Agency FB, tamaño de la fuente, entre 2.7 y 6.5 mm, color negro 250.

AVISO 1.6: Bell MT, tamaño de la fuente, entre 1.8 y 2.5 mm, tipo de la fuente, cursiva, color negro 250.

AVISO 1.7: Wide Latin, tamaño de la fuente, entre 1.5 y 3 mm, color negro 250.



Fig.66 Titulo Guía descriptiva. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

El texto utilizado en el título de la guía descriptiva no se transcribió, ya que fue imposible determinar exactamente la fuente utilizada, debido a dicha situación se digitalizó de la manera convencional, se piensa que es un tipo de letra Gótica híbrida o derivada de este tipo de letra, su tamaño es de 9.3 mm aproximadamente y su color negro 250.

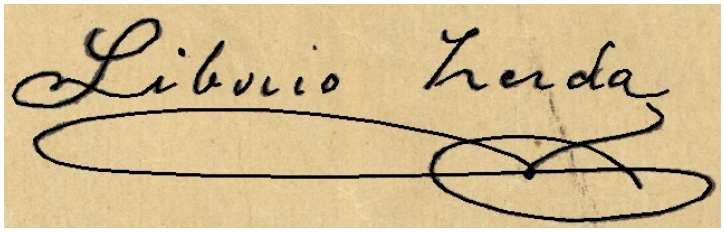


Fig.67 Firma del Ministro de Instrucción pública. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

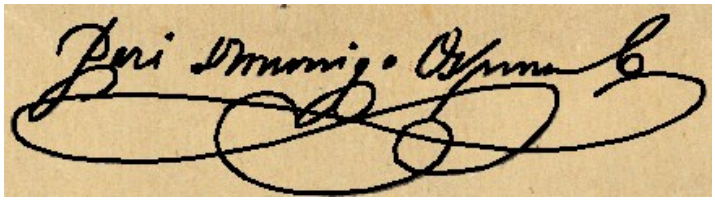


Fig.68 Firma del Ministro de Gobierno. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

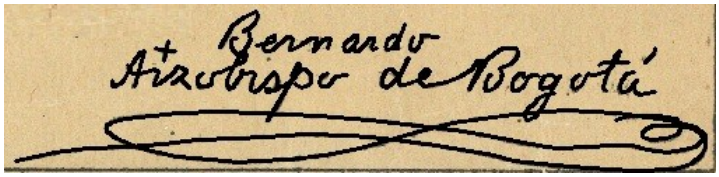


Fig.69 Firma del Arzobispo de Bogotá. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Las firmas, se pueden describir como texto y como simbología lineal, ya que son la unión de ambas simbologías, en cuanto al tipo de fuente parten de un estilo de letra manuscrita cursiva libre, el espesor de la línea varía entre 0.1 y 0.5 mm, el color es negro 250.

Ubicación y espaciado

El espaciado en el texto es variable, ya que en la capa Calles y Carreras el texto tiene un espaciado entre caracteres bastante amplio, en promedio de 9 mm semejantes a caracteres independientes. El espaciado del texto perteneciente a los avisos publicitarios tiene como característica fundamental su espaciado un tanto errático, ya que a veces es suficiente para asimilar visualmente los caracteres como independientes y en otros casos, más cerca de lo normal, manteniendo una desigualdad en el espaciado única y prácticamente indeterminable.

La ubicación y orientación del texto que eta ubicado en la parte superior del plano, sigue básicamente un solo patrón, tener suficiente cercanía con el símbolo con el que se relaciona, para que el observador lo pueda asociar fácilmente, y estar orientado en el mismo ángulo de su símbolo asociado; a diferencia del texto de la parte superior del mapa, el texto de la guía descriptiva y de los recuadros superiores de observaciones e información del plano, tienen una orientación ortogonal con respecto al rótulo o recuadro principal.

Capa 26-AVISOS

Se ha hecho un apartado especial en este inventario cartográfico, a la capa 26-AVISOS ya que en un mismo elemento gráfico combina simbología lineal y texto.



Fig.70 Aviso principal del plano topográfico de Bogotá de 1891. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

El texto que compone el aviso principal tiene un tamaño entre 2.55 y 11.75 mm, tiene un achurado de color gris 251, compuesto por líneas horizontales, el otro achurado tiene forma sólida y es de color negro 250; se infiere que estos achurados tienen un propósito decorativo.
Entre los simbolos líneales se encuentran triangulos concentricos, semejantes a escuadras para dibujo, y lineas curvas semejantes a arreglos florales, se infiere también que tienen un propósito decorativo y estético más que técnico.



Fig.71 Aviso secundario del plano topográfico de Bogotá de 1891. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

El texto que compone el aviso secundario tiene un tamaño entre 1 y 3.2 mm, como tipo de texto tiene varios testilos de texto, como el Annotative, el AVISO 1.0, el AVISO 1.1, el AVISO1.4, el AVISO 1.5 y el AVISO 1.7; tiene un achurado de color naranja 30, compuesto por líneas en diagonal, el otro achurado también se compone de líneas pero horizontales y es de color negro 250; se infiere que estos achurados tienen un propósito decorativo. Entre los simbolos líneales se encuentran lineas curvas semejantes a arreglos florales, se infiere también que tienen un propósito decorativo.

Simbología Pictórica

Al igual que con la capa 26-AVISOS se ha hecho un apartado especial para la Simbología pictórica que no se clasifica en ninguna las descripciones anteriores.

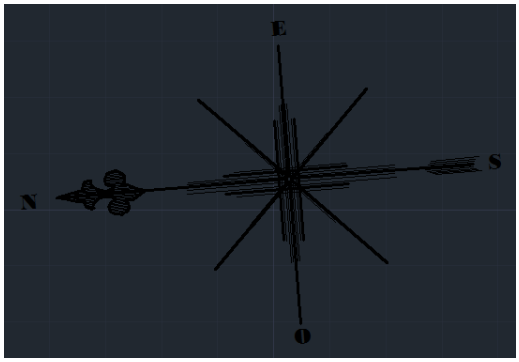


Fig.72 Rosa de los vientos del plano topográfico de Bogotá de 1891. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

La rosa de los vientos del plano presenta simbología lineal con un espesor entre 0.1 y 0.3 mm, tiene un achurado en la punta de la flecha, de tipo lineal horizontal, el color del símbolo pictórico es negro 250, por completo; el texto que indica los puntos cardinales pertenece al estilo de texto AVISO 1.0 y tiene un tamaño de 2.5 mm.



Fig.73 Símbolos pictóricos de la guía descriptiva. Fuente AutoCAD Civil 3D 2013.

Los símbolos pictóricos que se encuentran en la parte inferior de la guía descriptiva representan medallas y diplomas de calidad que fueron otorgados a una empresa chocolatera, Chocolate Chaves, el color de estos símbolos es negro 250, el estilo de texto que los acompañan son, Annotative, AVISO 1.0, aviso 1.1, AVISO 1.4 y AVISO 1.6. Se infiere que su propósito al igual que el de toda la guía descriptiva es publicitario.

Elementos Visuales

Color

Los colores inventariados en el mapa son el negro, el verde, el amarillo, el azul y el rojo.

Luminosidad

La luminosidad encontrada en los colores inventariados es uniforme, lo que quiere decir que se mantuvo una cantidad de color estable en el proceso de imprenta.

Saturación

La saturación encontrada tiende más hacia el gris, es decir se encontraron colores un tanto opacos, se cree que esta saturación no fue originalmente así y, que esta es debido al deterioro causado por el tiempo al documento.

Tonalidad

La tonalidad correspondiente a cada color se expresa en números extraídos de la paleta de colores de AutoCAD.

- Negro:250
- Verde: 74
- Amarillo:2
- Azul: Se encontraron dos tonalidades, 102,102,255 y 5
- Rojo:1

Brillo

El grado de claridad encontrado también es uniforme, lo que hace pensar que para la época no se vio necesario hacer distinción de éste para dar importancia a algún elemento gráfico.

Tamaño

La variación del tamaño de la simbología varía de acuerdo a las correspondientes a la realidad, en el texto el tamaño varía de acuerdo a la importancia de su contenido temático.

CONCLUSIONES

El haber actualizado e inventariado el plano topográfico de Bogotá de 1891, dejó básicamente 3 conclusiones con respecto a las metas que se pretendían alcanzar inicialmente.

1. El proponer una metodología de trabajo de campo que, muy probablemente fue usada por el autor del levantamiento, fue una meta muy ambiciosa debido a la dificultad de encontrar dicha información, ya que en Colombia se dispone de muy poca bibliografía acerca del tema, aunque los métodos astronómicos encontrados son al parecer de una rigurosidad alta, se asume que se describieron de una manera muy sencilla y que con la práctica, cualquier profesional capacitado en la materia los puede ejecutar de buena manera en la actualidad. Se concluye que para hacer un inventario cartográfico de mapas antiguos no es estrictamente necesario ahondar en estos métodos sin que el tipo de investigación lo amerite, ya que para un inventario base no es obligatoriamente necesario.

2. La actualización cartográfica por medio de la digitalización en software CAD es conveniente para mapas de escala grande, de los cuales no se tengan parámetros matemáticos conocidos, como el plano objeto de este proyecto, gracias a la flexibilidad de su interfaz que es principalmente para dibujo.

3. El inventariar los parámetros matemáticos de un mapa muy antiguo es una meta de alta complejidad investigativa, debido a que es muy poco probable encontrar esta información en el mapa, ya que este la puede o no contener dependiendo del propósito para el cual fue hecho. Se concluye que el inventario de los elementos gráficos, visuales y contenido temático del mapa es suficiente para clasificarlo como fuente útil de información para posteriores investigaciones, o como material base de consulta profesional.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la comunidad académica interesada en investigaciones relacionadas con la cartografía antigua, definir rigurosamente el alcance de su indagación, ya que en la búsqueda de la información, se puede desviar de los objetivos iniciales debido a la complejidad del tema.

2. Se sugiere incluir en el pensum de la carrera de Tecnología en Topografía, un curso de astronomía de posición, para que los futuros profesionales de la Topografía tengan un buen dominio de la materia y puedan contribuir a la difusión de este tipo de investigaciones.

3. Se sugiere al cuerpo académico de la Universidad Distrital, ayudar a difundir mapas antiguos actualizados como el obtenido en este proyecto, para contribuir a la accesibilidad de la información a futuros investigadores de diversas áreas.

4. Se recomienda al personal interesado en ahondar en la información temática del plano objeto de este proyecto consultar la Guía histórica y descriptiva de la ciudad de Bogotá, disponible en la Biblioteca Nacional.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Raisz, E. (2005). Cartografía general.Barcelona: OMEGA S.A.
- Rincón, M.A., Vargas, W. E., & González, C. J. (2010). Planimetría.Bogotá:Editorial UD.
- Torres, A., & Villate,E. (1968).Topografía.Bogotá: Editorial norma.
- Pérez, A., & Pérez, A. C. (2004). Cartografía Digital.Cartagena de Indias: AECI-IGN-CENIG.
- Hoskinson, A., & Duerksen, J. (1957). Manual de astronomía geodésica: determinación de longitud, latitud y azimut. Balboa.Fort Clayton: U.S Coast and geodetic survey.
- Colombia Ministerio de relaciones exteriores. (1931). Determinación de Coordenadas geográficas: Con el empleo de algunos métodos por alturas y por azimutes iguales e instrumentos portátiles. Bogotá.Águila Negra.
- Palau, L. (1894) Guía histórica y descriptiva de la ciudad de Bogotá.Bogotá. Imprenta de Vapor Zalamea Hermanos.
- Bateman, A. (1973). Los Fundadores de la Sociedad Geográfica de Colombia.Bogotá. Sociedad Geográfica de Colombia.
- Minniti, E. (2005). El Observatorio de parís y la Astronomía Latinoaméricana.Córdoba. Grupo de Investigación en Enseñanza, Historia y Divulgación de la Astronomía-Observatorio de Córdoba.
- Colombia Ministerio de relaciones exteriores. (1921). Coordenadas Geográficas determinadas por la oficina de longitudes.Bogotá. Imprenta del Estado Mayor General.

Infografía

- Timbó, M. A. (2001). Elementos de cartografia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil, 57p. Recuperado de ftp://www.cefetes.br/Cursos/Geomatica/Joel/Geoprocessamento/Elementos_de_Cartografia.pdf
- García,A. B., Pardo-Belmonte, S., & Saint-Supery,A. (2013).Diseño Cartográfico. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de http://redgeomatica.rediris.es/carto2/pdf/pdfB/tema1b.pdf
- Fallas,J. (2003). Conceptos básicos de cartografía. Recuperado de http://www.mapealo.com/Costaricageodigital/Documentos/alfabetizacion/intro_carto.pdf
- Urrutia, J. (2005).Curso de Cartografía y orientación. Recuperado de http://www.cel.cat/publica/tutorials/Curso%20de%20Cartogarfia%20y%20Orientacion.pdf

- Rey, J. F. (2000). Nociones de Cartografía. Recuperado de http://tecrenat.fcien.edu.uy/SIG/Materiales/Nociones_de_Cartografia.pdf

Otros

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi,(2004).Conceptos básicos de Cartografía. Pedro Karin Serrato Álvarez. Fundamentos de SIG. IGAC. Bogotá.

ANEXOS

- Anexo 1: Plano topográfico de Bogotá de 1894 actualizado e impreso.
- Anexo 2: CD con archivo .dwg del Plano Topográfico de Bogotá de 1891, archivo de cálculo del Tiempo sideral medio en Greenwich a las 0 horas, archivo de cálculo de escala promedio, ambos en formato .xls
- Anexo 3: Fotoplano del Plano Topográfico de Bogotá de 1891.