

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

GERENCIA TÉCNICA DE INFRAESTRUCTUA

SUBGERENCIA DE PREINVERSIONES

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROYECTOS ESTUDIOS Y DISEÑOS

UNIDAD DE ESTUDIOS BASICOS Y DISEÑOS ESPECIFICOS

**ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA REALIZACION DE TRABAJOS DE CONTROL,
TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA EN
PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**

-Versión 4.0-

Mauricio Valladares Borja

Quito, DM, 24 de abril de 2017

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA REALIZACION DE TRABAJOS DE CONTROL, TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA EN PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Contenido

1. Objetivo general
2. Sistema de referencia espacial del DMQ
3. Equidistancia de curvas de nivel
4. Exactitud horizontal
5. Exactitud vertical
6. Referencia cuadrangular
7. Estándares de exactitud
8. Puntos acotados para definir la altimetría
9. Control básico de referencia
10. Control básico horizontal
11. Control básico vertical
12. Levantamiento topográfico
13. Restitución fotogramétrica
14. Sistemas de información geográfica (SIG)

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA REALIZACION DE TRABAJOS DE CONTROL, TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA EN PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

1. Objetivo general

Establecer normas y procedimientos generales para obtener cartografía topográfica del área de interés, de tal forma que dicha cartografía constituya un elemento homogéneo y referido a un mismo y único sistema de referencia espacial dentro del territorio del DMQ;

2. Sistema de referencia espacial del DMQ

Debido a la necesidad de considerar un marco de referencia común y uniforme para toda actividad espacial dentro del territorio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) y áreas vinculadas a su gestión, la Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito expidió la Ordenanza Metropolitana que establece los sistemas de referencia espacial (SIRES) y de geolocalización (SISGEO) del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), publicada en el Registro Oficial No.203 del 1 de noviembre de 2007. En dicha Ordenanza se adopta en forma oficial el Sistema de Referencia Espacial para el DMQ (SIRES-DMQ), que se refiere como Datum Horizontal al Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84)¹, como Datum Vertical al sistema de alturas con respecto al Nivel Medio del Mar y como Sistema de Proyección Cartográfica la Universal Transversa de Mercator Modificada (TMQ), Zona 17 Sur, Meridiano Central 78°30' y Factor de Escala Central 1.0004584.

El sistema WGS84 está definido por los parámetros² indicados en la **Tabla No.1**.

Símbolo	Descripción	Valor
A	Semieje mayor del elipsoide	6'378.137,00 m
F	Achatamiento del elipsoide	1/298,257222
B	Semieje menor del elipsoide	6'356.752,314 m
J2	Coficiente zonal de segundo grado	1,082630*10-9
U	Constante gravitacional terrestre	3.986,005*108 m3/s2
We	Velocidad angular terrestre	7.292,115*10-11 rad/s

El sistema SIRES-WGS84 está sustentado físicamente en la Red Geodésica Básica del Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System – GNSS) establecida por el Instituto Geográfico Militar en el Distrito Metropolitano de Quito; el mismo que está definido por los parámetros³ de la **Tabla No.2**.

¹ WGS84: Sistema Geocéntrico de Referencia para las Américas (SIRGAS), materializada en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 1994 (ITRF94) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 1995.4 y relacionado con el Elipsoide de Referencia Geodésico 1980 (GRS80).

² Sistema de Referencia Espacial del DMQ (SIRES-Q).

³ Sistema de Referencia Espacial del DMQ (SIRES-Q).

Tabla No.2	
Sistema de Referencia Espacial para el DMQ (SIRES-DMQ)	
Datum	WGS84
Elipsoide	WGS84
Semieje Mayor	6'378.137,00 m
Achatamiento	1/298,257222
Semieje Menor	6'356.752,314 m
Proyección Cartográfica	
Proyección Cartográfica	Transversa de Mercator Modificada (TMQ)
Meridiano Central	W 78 30' 00"
Origen de Latitudes	00°00'00"
Factor de Escala Central	1,0004584
Falso Este	500.000,00 m
Falso Norte	10'000.000,00 m
Zona	17 Sur

Todo tipo de levantamiento topográfico, catastral, cartográfico, geodésico u otro que genere registros espaciales, que se efectúen en el Distrito Metropolitano de Quito con fines de uso en cualquiera de las dependencias, empresas o instancias municipales, deberá basarse en el SIRES-DMQ.

3. Equidistancia de curvas de nivel

La equidistancia de curvas de nivel para cartografía topográfica a escalas iguales o mayores a 1:10 000 será la milésima parte del denominador de la escala, en metros (Ver **Tabla No.3**). La equidistancia de curvas de nivel para cartografía de escalas nacionales está indicada en la **Tabla No.3**.

4. Exactitud horizontal

La exactitud horizontal para cartografía topográfica se definirá de la siguiente forma: la posición del 90% de los puntos bien definidos en la cartografía, no diferirá de la posición verdadera en más de 0,3 mm por el denominador de la escala. En la **Tabla No.3** se muestran los valores de exactitud horizontal de las escalas más representativas.

5. Exactitud vertical

La exactitud vertical para cartografía topográfica se definirá de la siguiente manera: las elevaciones del 90% de los puntos acotados en la cartografía, no diferirá de la verdadera en más de $\frac{1}{4}$ del valor del intervalo de curva de nivel, el 10% restante nunca excederá del valor del $\frac{1}{2}$ del intervalo de curva de nivel. En tanto que las elevaciones del 90% de los puntos, cuyas cotas se obtengan por interpolación entre curvas de nivel, no diferirán de las verdaderas en más de $\frac{1}{2}$ del intervalo de curva de nivel; el 10% restante no podrá exceder del valor de la equidistancia. En la **Tabla No.3** se muestran los valores de exactitud vertical de las escalas más representativas.

6. Referencia cuadrangular

El intervalo cuadrangular para cartografía topográfica a escalas iguales o mayores a 1:10 000 será determinado mediante el algoritmo: módulo de la escala dividida para 10 (Ver **Tabla No.3**). La referencia cuadrangular para cartografía de escalas nacionales está indicada en la **Tabla No.3**. Cuando el área geográfica se encuentre en zonas de traslapo se hará constar la cuadrícula del huso a la que pertenezca y se incluirá las guías de la cuadrícula secundaria.

Tabla No.3					
	Escala	Equidistancia de curvas de nivel (m)	Exactitud horizontal (m) ⁽¹⁾	Exactitud vertical (m) ⁽²⁾	Referencia cuadrangular (m)
Escalas grandes	1:50	0,05	0,015	0,0125	5,00
	1:100	0,10	0,030	0,025	10,00
	1:250	0,25	0,075	0,0625	25,00
Series nacionales	1:500	0,50	0,150	0,125	50,00
	1:1 000	1,00	0,300	0,250	100,00
	1:2 500	2,50	0,750	0,625	250,00
	1:5 000	5,00	1,500	1,250	500,00
	1:10 000	10,00	3,000	2,500	1 000,00
	1:25 000	20,00	7,500	5,000	1 000,00
Series nacionales	1:50 000	40,00	15,00	10,000	1 000,00
	1:100 000	100,00	30,00	25,000	10 000,00
	1:250 000	200,00	75,00	50,000	10 000,00

(1): Para el 90% de los puntos bien definidos en la cartografía. Clase A.

(2): Para el 90% de los puntos acotados en la cartografía. Clase A.

(3): La línea segmentada indica el límite práctico para obtener cartografía topográfica a partir de fotografías aéreas. Las escalas que se encuentran sobre dicha línea, deben ser obtenidas mediante el empleo de métodos terrestres.

7. Estándares de exactitud

Las características de los insumos empleados para obtener cartografía topográfica y la utilización de diversos métodos para generar tal información, determinan la necesidad de emplear una categorización de la calidad de la cartografía. Para ello se utilizará el Patrón de Exactitud Cartográfica (PEC), que define la exactitud de la cartografía topográfica. La aplicación del PEC establece las categorías indicadas en la **Tabla No.4**.

Tabla No.4		
Categoría ⁽¹⁾	Calidad	Definición
A	Óptimo	Reúne las más altas características de exactitud en todos los elementos constantes en el documento, y cumple con su propósito específico.
B	Adecuado	Satisface los requisitos para el uso al que está destinado, está dentro de la exactitud deseada.
C	Servible	La exactitud en un 90% de sus elementos consultivos, satisface el límite de uso.

(1): Categorización obtenida a partir del documento "Estándares de Evaluación para productos cartográfico Impresos" – IGM.

La exactitud horizontal de las clases A, B y C, se definirá de la siguiente manera: la posición del 90% de los puntos bien definidos en la cartografía, no diferirá de la posición verdadera en más de 0,3 mm, 0,5 mm y 0,8 mm, por el denominador de la escala, respectivamente. En tanto que la exactitud vertical de las clases A, B y C se define como aquella en que las elevaciones del 90% de los puntos acotados en la cartografía, no diferirá de la verdadera en más de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ del valor del intervalo de curva de nivel, respectivamente. Los valores de exactitudes horizontales y verticales de cada una de las clases de cartografía se muestran en la **Tabla No.5**.

Tabla No.5							
Escala	Exactitud horizontal (m)			Exactitud vertical (m)			
	Clase A (1)	Clase B (2)	Clase C (3)	Clase A (4)	Clase B (5)	Clase C (6)	
Escala grandes	1:50	0,015	0,025	0,040	0,0125	0,025	0,0375
	1:100	0,030	0,050	0,080	0,0250	0,050	0,075
	1:250	0,075	0,125	0,200	0,0625	0,125	0,1875
	1:500	0,150	0,250	0,400	0,125	0,250	0,375
	1:1 000	0,300	0,500	0,800	0,250	0,500	0,750
	1:2 500	0,750	1,250	2,000	0,625	1,250	1,875
	1:5 000	1,500	2,500	4,000	1,250	2,500	3,750
	1:10 000	3,000	5,000	8,000	2,500	5,000	7,000
Series nacionales	1:25 000	7,500	12,500	20,000	5,000	10,000	15,000
	1:50 000	15,000	25,000	40,000	10,000	20,000	30,000
	1:100 000	30,000	50,000	80,000	25,000	50,000	75,000
	1:250 000	75,000	125,000	200,000	50,000	100,000	150,000

(1): La posición horizontal del 90% de los puntos no diferirá de la posición verdadera en más de 0,3 mm por el denominador de escala.

(2): La posición horizontal del 90% de los puntos no diferirá de la posición verdadera en más de 0,5 mm por el denominador de escala.

(3): La posición horizontal del 90% de los puntos no diferirá de la posición verdadera en más de 0,8 mm por el denominador de escala.

(4): La posición vertical del 90% de los puntos no diferirá de la verdadera en más de $\frac{1}{4}$ del intervalo de curva de nivel.

(5): La posición vertical del 90% de los puntos no diferirá de la verdadera en más de $\frac{1}{2}$ del intervalo de curva de nivel.

(6): La posición vertical del 90% de los puntos no diferirá de la verdadera en más de $\frac{3}{4}$ del intervalo de curva de nivel.

8. Puntos acotados para definir la altimetría

En la cartografía topográfica deberán figurar las cotas de todos los puntos terrestres que convenga definir, como mínimo: vértices geodésicos, placas de nivelación, puntos fijos topográficos, puntos de apoyo, cumbres y collados, cruces de vías, estaciones de ferrocarril, puentes, cambios de pendiente y otros detalles planimétricos importantes. Cuando la topografía del terreno tienda a ser plana se deberá aumentar el número de puntos acotados a efectos de mejorar su representación. En zonas urbanas se acotarán como mínimo los cruces de calles y las plazas.

9. Control básico de referencia

Todo trabajo destinado a obtener cartografía topográfica, deberá iniciar con la determinación del control básico de referencia, es decir el establecimiento del control básico horizontal y vertical. Para la definición del control básico horizontal, se partirá de vértices de la Red GNSS del Ecuador, la misma que se encuentra enlazada al Datum SIRGAS –Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas - (ITRF94), época de referencia 1995.4, marco de referencia compatible con el sistema de posicionamiento satelital GNSS. Mientras que el control básico vertical partirá de las líneas de nivelación de primer orden, existentes en el área del proyecto, las mismas que se encuentran referidas al mareógrafo de La Libertad, que representa el cero al nivel medio del mar.

La planificación del control se realizará sobre cartografía existente en escala 1:50 000, líneas de nivelación geométrica existentes en la zona y vértices de la Red GNSS. La planificación se ejecutará de acuerdo a las necesidades del método de densificación de puntos y de la exactitud del levantamiento. Los puntos deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

- Estar enlazados a la Red GNSS del Ecuador, por posicionamiento GNSS mediante el método Relativo Estático Diferencial;
- Las alturas estarán referidas al nivel medio del mar, mediante nivelación geométrica/trigonométrica. Sólo en aquellos lugares en los que no se disponga de una red de control vertical se utilizará un modelo geopotencial local; y,
- Cumplir con las condiciones de ser accesibles y permanentes.

La materialización de los puntos de control en el terreno, se realizará mediante mojones tipo IGM – B. El mojón de concreto, tendrá las siguientes dimensiones: base superior 0.25 m, base inferior 0.30 m, 0.70 m de altura, de los cuales 0.50 m serán fundidos bajo la superficie del terreno, sobresaliendo sobre la misma 0.20 m. En la base superior irá empotrada una placa circular de aluminio de 8 centímetros de diámetro, que dispondrá de una marca de centrado y la siguiente inscripción:

**EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO
SE PROHIBE DESTRUIR
NOMBRE DEL PROYECTO
NOMBRE DEL PUNTO
FECHA DE DETERMINACIÓN**

10. Control básico horizontal

La determinación del control básico horizontal se realizará mediante posicionamiento GNSS, utilizando receptores geodésicos GNSS, con sus respectivas antenas geodésicas, provistos de doble frecuencia (L1, L2) y código C/A. El método utilizado para el posicionamiento satelital será relativo estático diferencial, mediante radiales, exigiéndose en todo momento el cumplimiento de los siguientes procedimientos para una correcta recepción de la información satelital:

- Tiempo de recepción mínimo :1 hora 30 minutos (distancia 30 Km)
- Ángulo de enmascaramiento :15°
- N° satélites mínimo enganchados :04
- Intervalo de grabación :15 seg.
- Horas de recepción óptimas :PDOP < 4
:HDOP < 4
- Tipo de posicionamiento : Estático
- Correcto centrado de la antena sobre el punto a determinar, considerando que el eje vertical de la antena sea perpendicular al centro geométrico de la placa empotrada en cada uno de los mojones.
- Correcto nivelado de la antena mediante la base nivelante.
- Correcta orientación de la antena, de forma que señale el norte magnético.

Para establecer el tiempo de observación GNSS de cada sesión, se deberá considerar la distancia existente entre la base y el punto observado (ver **Tabla No.6**).

Tabla No.6			
Distancia (Km)	Tiempo de Observación GNSS		
	Tiempo Total en Minutos	Tiempo Total en Horas y Minutos	
		Horas	Minutos
10	50	0	50
20	70	1	10
30	90	1	30
40	110	1	50
50	130	2	10
60	150	2	30
70	170	2	50
80	190	3	10
90	210	3	30
100	230	3	50
120	270	4	30
140	310	5	10
160	350	5	50
180	390	6	30
200	430	7	10

Fórmula tiempo de observación GNSS = 30 minutos + (2 minutos x Distancia en Kilómetros)

Como resultado de los trabajos de control básico horizontal se deberá entregar, como mínimo, lo siguiente: monografías de los puntos de control horizontal (que incluya descripción de las coordenadas geográficas y planas, altura elipsoidal, ubicación político administrativa, orden, descripción geográfica del punto, tipo de monumentación, vías de acceso, fecha de determinación, proyecto, autores, croquis de ubicación, etc.), planos impresos con la localización de los puntos de control horizontal, resultados estadísticos del postproceso de datos GNSS y memoria técnica del trabajo realizado.

11. Control básico vertical

La determinación del control básico vertical se realizará a partir de placas fijas de control básico vertical existente, y mediante nivelación: geométrica o trigonométrica. Sin embargo, en sitios de difícil acceso sin referencias de control vertical, se podrá emplear un modelo geoidal local para determinar las alturas ortométricas (o elevaciones).

Se realizará nivelación geométrica (o por alturas) cuando se puedan medir directamente distancias verticales entre diferentes puntos de interés del terreno, por lo que es el método más exacto para determinar diferencias de nivel. Por otra parte, se realizará nivelación trigonométrica (o por pendientes) cuando se utilicen relaciones trigonométricas para establecer distancias verticales entre puntos del terreno, por lo que se deberán determinar los valores de distancia y ángulos verticales o cenitales entre los puntos. Cuando las distancias son muy grandes (≥ 500 m) se deberán introducir correcciones por curvatura y refracción.

Los trabajos de nivelación geométrica se efectuarán empleando un nivel geométrico de exactitud, con lecturas en intervalos de distancias no mayor a 50 metros en zonas de relieve relativamente plano, y no mayor a 25 metros en zonas de relieve montañoso; además se deberán usar dos miras cuyas visuales hacia atrás y adelante sean de igual longitud; y no se deberá sobrepasar intervalos con diferencias de nivel mayores a 2 metros. Mientras que los trabajos de nivelación trigonométrica se efectuarán mediante estaciones totales.

Como resultado de los trabajos de control básico vertical se deberá entregar, como mínimo, lo siguiente: monografías de los puntos de control vertical (que incluya descripción de las coordenadas geográficas y planas, altura elipsoidal, altura sobre el nivel del mar, ubicación político administrativa, orden, descripción geográfica del punto, tipo de monumentación, vías de acceso, fecha de determinación, proyecto, autores, croquis de ubicación, etc.), planos impresos con la localización de los puntos de control vertical, libretas de nivelación y memoria técnica del trabajo realizado.

12. Levantamiento topográfico

Los levantamientos topográficos se realizarán con suficiente detalle, tal que permita representar adecuadamente la superficie topográfica de los lugares previstos para las obras que conforman el proyecto. Para realizar los levantamientos topográficos se deberá considerar lo siguiente:

- a. De manera general, se realizará y utilizará un levantamiento topográfico de detalle, en escala 1:1.000 o a mayor escala, para implantar y dimensionar los elementos de un proyecto que está en etapa de diseño definitivo;
- b. Para determinar la posición horizontal y vertical del levantamiento topográfico, se partirá de la red de control de referencia horizontal y vertical del proyecto. Además, se tomará en cuenta que cada punto de control deberá contar con su respectivo punto de apoyo topográfico, el mismo que dispondrá de su respectiva marca azimutal; ello permitirá realizar posteriores trabajos de verificación y replanteo;
- c. Se utilizarán equipos de medición electrónica, como estaciones totales, con una exactitud angular de 5" o de mayor exactitud;
- d. El levantamiento topográfico de detalle se realizará en escala 1:1 000 o a mayor escala, cuya exactitud, equidistancia de curvas de nivel y referencia cuadrícula correspondarán a las establecidas en el presente documento. El área del levantamiento topográfico dependerá de las características del proyecto, no obstante, se considerará una faja de terreno de un ancho de 60 metros, con 30 metros a cada lado del eje del proyecto. Para levantar dicha faja se determinarán perfiles transversales cada 20 metros (abscisado cada 20 metros), materializados con estacas de madera. En aquellos sitios de especial interés para la EPMAPS se realizarán levantamientos topográficos a mayor escala (1:100, 1:250 ó 1:500);

- e. Se medirán al menos 100 puntos por hectárea, distribuidos de forma homogénea, para representar claramente todos los elementos existentes en el terreno. Se pondrá especial interés en el levantamiento de detalles como interferencias de obras existentes, fondos de quebradas, bordes de taludes e información representativa como linderos y construcciones, entre otros;
- f. El dibujo de los planos se realizará con claridad y utilizando la simbología más adecuada; además, se deberán considerar las normas y estándares que dispone la EPMAPS;
- g. La topografía se obtendrá en tres dimensiones (3D), utilizando el programa AutoCAD Civil 3D para la generación de curvas de nivel y perfiles, y el programa AutoCAD para el dibujo, edición y representación final. Respecto a la edición de los elementos altimétricos (curvas de nivel), deberán corregirse inconsistencias producidas debido a la utilización de procesos de interpolación; y,
- h. Se pueden emplear otros equipos electrónicos para obtener la información topográfica de detalle, como por ejemplo sensores LIDAR (Light Detection and Ranging) en plataformas aéreas y/o terrestres, siempre que dichos equipos garanticen la exactitud exigida;

Como resultado de los levantamientos topográficos se deberá entregar, como mínimo, lo siguiente: archivos CAD (AutoCAD) del levantamiento topográfico editados y estructurados para su uso en un programa SIG, planos del levantamiento topográfico impresos a la escala más adecuada, libretas de campo y la memoria técnica del trabajo realizado.

13. Restitución fotogramétrica

La restitución fotogramétrica se realizará con suficiente detalle, tal que permita representar adecuadamente la superficie topográfica de interés. Para realizar la restitución fotogramétrica se deberá considerar lo siguiente:

- a. De manera general, durante las fases de prefactibilidad y/o factibilidad se utilizará una restitución fotogramétrica en escala 1:5.000, la misma que dispone de las características técnicas suficientes para el planteamiento y análisis de las alternativas, e inclusive para el prediseño de la alternativa seleccionada;
- b. La restitución se obtendrá a partir de modelos estereoscópicos de fotografías aéreas o imágenes satelitales, que cumplan las condiciones de cobertura, calidad, definición, contraste, resolución y recubrimiento;
- c. La restitución se obtendrá a partir de la red de control horizontal y vertical existente; y luego se realizará el respectivo proceso de ajuste, orientación y densificación de control (aerotriangulación) del bloque de imágenes;
- d. A partir de los modelos ajustados y orientados, se realizará el proceso de restitución fotogramétrica, mediante el cual se extraerán los detalles altimétricos (en 3 dimensiones) y planimétricos discernibles en las imágenes. Como resultado de los trabajos de restitución se obtendrá cartografía topográfica en formato CAD (AutoCAD), organizada por capas de información, la misma que deberá ser sometida a un proceso de revisión fotogramétrica y edición cartográfica; y,
- e. Con la información altimétrica restituida, como curvas de nivel, puntos acotados y líneas de quiebre, se obtendrán los respectivos modelos digitales del terreno (mdt). Posteriormente, con base en los datos concernientes a imágenes, resultados del proceso de ajuste, orientación y aerotriangulación y modelos digitales del terreno (mdt) se obtendrán las ortofotos. La generación de ortofotos se realizará mediante programas y algoritmos que minimicen los corrimientos y las distorsiones radiométricas.

Como resultado de los trabajos de restitución fotogramétrica se deberá entregar, como mínimo, lo siguiente: archivos CAD (AutoCAD) de la cartografía topográfica restituida editados y estructurados para su uso en un programa SIG, planos de la restitución fotogramétrica impresos a la escala más adecuada, modelos digitales del terreno (mdt), ortofotos, reporte estadístico de los ajustes, orientación y aerotriangulación; y la memoria técnica del trabajo realizado.

14. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

En relación con la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se deberá considerar lo siguiente:

- a. El programa SIG empleado por la EPMAPS es el sistema ArcGIS de ESRI, por lo que el modelo de almacenamiento de la información deberá ser georelacional shapefile y preferentemente tipo base de datos geográfica (geodatabase);
- b. La información concerniente a redes agua potable deberá almacenarse en la base de datos geográfica de agua potable: SigRA; la información concerniente a redes de alcantarillado deberá almacenarse en la base de datos geográfica de saneamiento: SigSA; en tanto que la información cartográfica básica deberá almacenarse en la base de datos geográfica de cartografía base: SigCAB. Para el efecto, el Consultor deberá solicitar los modelos de almacenamiento de las respectivas bases de datos geográficas;
- c. Si el proyecto incluye el catastro de infraestructura existente, como pozos, redes de alcantarillado, redes de agua potable, etc., se deberá incorporar la información inventariada en un sistema de información geográfica. Para el efecto, se aplicarán las "Normas para la Recepción de Información en la EPMAPS de Obras de Agua Potable y Saneamiento Construidas"; y se deberá solicitar los modelos de almacenamiento de las respectivas bases de datos geográficas;
- d. Cada capa de información deberá disponer del respectivo sistema de referencia espacial (SIRESDMQ) y encontrarse descrito mediante un Metadato. Para definir el Metadato se empleará uno de los estilos propuestos por el sistema ArcGIS;
- e. Respecto a la elaboración de archivos proyecto (mxd), éstos deberán elaborarse a la escala de representación más adecuada; y,
- f. En aquellos casos en los que se haya efectuado un modelamiento cartográfico, se proporcionará todos los subproductos obtenidos o utilizados para generar el mapa, tema o cobertura definitiva, de tal forma que la EPMAPS pueda reconstruir o modificar el escenario planteado. Además, deberá entregar una memoria y un esquema general donde se explique con claridad el proceso de modelamiento desarrollado.

Como resultado de los trabajos de Sistemas de Información Geográfica se deberá entregar, como mínimo, lo siguiente: archivos proyecto mxd, archivos shapefile elaborados (shp), archivos geodatabase elaborados (mdb), catálogo descriptivo de los archivos generados; y la memoria técnica del trabajo realizado.