

3
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO DE LA PRESA
DE TOTOLIMISPA, JAL.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA
P R E S E N T A :
JAVIER LARIOS BENAVIDES



1991

México, D. F.

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

CAPITULO

PAG.

I	INTRODUCCION.....	1
	Localización.....	2
	Croquis de Localización.....	2
	Descripción de la Presa.....	3
II	PROYECTO.....	5
	Reconocimiento.....	5
	Monumentación.....	5
	Equipo.....	6
	Personal.....	6
	Medición.....	7
	Sistemas de Coordenadas.....	8
	Red Geodesica Nacional.....	9
	Orientación Astronómica.....	9
	Determinación de la Línea AD.....	11
	Cálculos.....	12
	Calculo de la Declinación.....	14
	Calculo del Argumento.....	14
	Calculo de la Latitud.....	15
	Calculo del Azimuth.....	15
	Apoyo Vertical.....	19
	Nivelación.....	19
	Procedimiento de Campo.....	25

Nivelación Diferencial por Doble Altura de Aparato...	27
Determinación del contorno del cuerpo de agua.....	28
Hidrografía.....	29
III LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO.....	29
Objetivo de los Levantamientos Hidrográficos.....	29
Sondeo.....	30
Sondas.....	30
Vara de Sondear.....	30
Disco.....	31
Sondaleza.....	32
Posicionamiento.....	33
Líneas de sondeos.....	34
Datos de Campo.....	35
IV CALCULOS Y DIBUJO.....	36
Medida de Angulos.....	37
Calculo de Rumbos de la Poligonal de Apoyo.....	38
Calculo del Area por Dobles Distancias Meridianas....	39
Carta Hidrográfica.....	41
Registro de una Línea de Sondeo por Cable.....	43
Configuración de las Líneas de Sondeo.....	44
Ubicación de una Línea de Sondeos.....	44
Dibujo de las Curvas de Nivel.....	45
Calculo de las Areas de las Curvas.....	46

Calculo del Volumen de Agua.....47

V CONCLUSIONES.....49

BIBLIOGRAFIA.....51

INTRODUCCIÓN

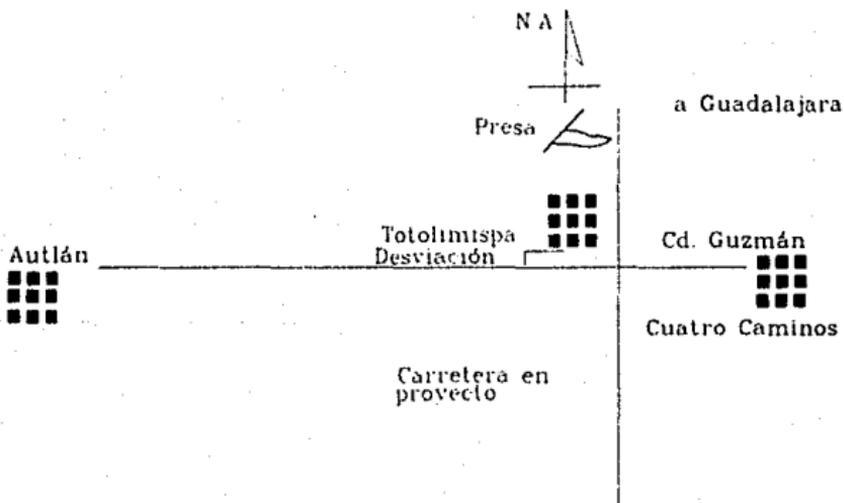
En Jalisco, a partir de la conquista de México por los españoles que se inició con el descubrimiento de América en el año de 1492, tuvo lugar el reparto de tierras, los españoles reconocían como de su propiedad grandes extensiones de terreno, pero como es evidente para algunos había tierras fértiles, con acceso a ríos caudalosos, pero otros tenían su propiedad donde el agua era escasa, pero no por eso se quedaban las tierras sin dueño y buscaban la forma de almacenar éste líquido, ya sea conducido de otros lugares por canales, ó por medio de presas etc.

Entre las necesidades de éste líquido, una de las principales fue para la ganadería, en ocasiones llevaban a este hasta los ríos más cercanos para su abrevadero ó en aguajes. Pero el hombre siempre ha buscado la forma de encontrar soluciones a los problemas (haciéndolos más sencillos) fue así como las haciendas se vieron en la necesidad de construir presas y es a una de ellas a la que he enfocado este tema, tal presa en especial es la presa de Totolimispa.

LOCALIZACION

La presa de referencia se localiza en el sur de Jalisco, sobre la carretera Cd. Guzmán, Autlán en la que se encuentra un punto denominado Cuatro Caminos; siguiendo a dos kilómetros de éste cruce está una desviación que va a Totolimispa y a 1.8 km. de ésta desviación se localiza la presa.

CROQUIS DE LOCALIZACION



DESCRIPCION DE LA PRESA

La presa mencionada cuenta con una cortina de gran belleza arquitectónica, construida de piedra y combinaciones de piedra labrada, principalmente en las esquinas. Aunque no tiene fecha de construcción se calcula que fue construida en la segunda mitad del siglo XVIII, se encuentra en la actualidad azolvada parcialmente en relación a su estado original. Su cortina tiene una longitud de 112 m. y un ancho de 3 m. en su parte media con una profundidad máxima de 7.24 m. construida sobre roca sólida y reforzada con pilastrones, separados uno de otro en su parte media 1.79 m. Estos pilastrones, tienen en la parte media de la cortina un ancho de 2.8 m. y una longitud de 4.2 m. formando entre cortina y pilastrones un ancho de 7.2 m. Los pilastrones mayores están en el centro decreciendo éstos a los extremos, su número es de 19. Además, en la parte central cuenta con un saliente en forma de pecho, para dar mayor fuerza al empuje de agua, la compuerta tiene medidas de 1.8 m. de altura por 1.2 m. de ancho y la longitud de la cauda es de 112 m. Se ha podido conservar en éste estado debido a que cada año se rompe la compuerta que es de madera aserrada, para que en tiempo de lluvias ésta arrastre la parte azolvada.

En la actualidad el nivel de agua de la presa en estudio permanece constante. Debido a que existe otra presa mayor esta para fines de irrigación, dicha presa cuenta con un canal para tal efecto, los excesos de agua ó desperdicios de este canal son conducidos a la presa en estudio por medio del arroyo limpio. Así denominado, por esta razón la mayor parte del tiempo la presa se encuentra con un derrame por la parte superior de la cortina lo que permite que su nivel sea constante.

Solo unas cuantas horas en ocasiones no tiene excesos de agua. Pero de todas formas permanece en sus límites de capacidad.



PROYECTO

Consiste en la recopilación de planos, cartas y toda clase de datos necesarios para realizar el proyecto de la zona en estudio. En el mismo material en proyecto se ubicarán los vértices y bancos necesarios para acercar el control a la zona de interés. Así como en función de éste control situar vértices y bancos que servirán en el levantamiento. Así mismo se proyectan las líneas de sondeo.

RECONOCIMIENTO

El reconocimiento consiste en recorrer la zona de interés, ubicando bancos de nivel que servirán en el proyecto, se definirán caminos de acceso, medios de transporte, tiempo en que se hará el proyecto, costos, permisos necesarios, tipo de equipo etc. También se realiza para confirmar ó modificar el proyecto se verifica la intervisibilidad de los sitios que servirán para los monumentos, se elabora un croquis del lugar y se dejará una marca en el sitio seleccionado.

MONUMENTACION

Consiste en la fijación de las marcas según las condiciones del terreno, esta podrá ser una placa ó perno empotrado ó en monumento.

EQUIPO

- a) Tránsito de minuto.
- b) Plomadas.
- c) Vehículo de sondeos.
- d) Vara de sondear y sondaleza.
- e) Cinta graduada.
- f) Machetes.
- g) Brújula.
- h) Calculadora.
- i) Libreta de campo.
- j) Estadales.
- k) Balizas.
- l) Nivel.

PERSONAL

El personal de apoyo tiene por objeto la colaboración con el Ingeniero Topógrafo y Geodesta para la obtención de los datos del proyecto, siendo indispensables en el desarrollo del mismo. Para la elaboración de trompos, brechas, anotadores, dar puntos, sondeadores, cadeneros, etc.

MEDICION

Se coloca el tránsito en el vértice inicial, después de nivelar el instrumento se visa el siguiente vértice, luego de apretar el tornillo horizontal se hace la tangencia con el tornillo para tal efecto, con esta visual se afloja ligeramente el tornillo vertical y se procede a hacer el alineamiento, para esto se miden aproximadamente las distancias requeridas, se da línea y se clava una estaca ó bien un trompo en esta forma se termina de colocar las estacas a lo largo de la línea, hecho esto se tiende el longímetro tocando ligeramente las estacas de medición las que se marcan en la parte central con lápiz, la punta del lápiz debe ser lo mas delgada posible para obtener mejores lecturas, estas marcas deben quedar en forma de cruz y además una línea de la cruz debe quedar lo mas perpendicular posible al extremo de la cinta, una vez dada la tensión adecuada a la cinta la que debe ser de aproximadamente entre diez y doce kilogramos, una persona en la parte central de la cinta puede elevarla ligeramente con una vara delgada y de preferencia redonda, esto para evitar en lo posible el error por catenaria, se procede a medir nuevamente invirtiendo la cinta y luego promediar las lecturas este promedio será el anotado en la libreta de campo. Así hasta terminar la medición de la poligonal.



SISTEMAS DE COORDENADAS

Para ubicar un punto sobre un plano ó superficie es necesario conocer dos parámetros, que son:

X,Y; análogamente para ubicar un punto sobre la superficie de la tierra es necesario conocer las coordenadas de ese punto. Dichas coordenadas reciben el nombre de " coordenadas locales " las cuales son:

"Azimuth y altura " éstas coordenadas proporcionan puntos y direcciones con relación a una línea en la superficie de la tierra ó en referencia a un astro ó estrella.

Además se determinan otros parámetros que son:

" declinación y latitud " siendo la primera utilizada para el calculo del azimuth y la segunda es solo un dato que es necesario conocer.

Existen otros sistemas de coordenadas como son: coordenadas geográficas, que están referidas al ecuador, éstas son " longitud y latitud " y coordenadas astronómicas que son: " ascensión recta y declinación ".

RED GEODESICA NACIONAL

Se define como red geodésica nacional, al conjunto de puntos situados sobre el terreno y dentro del territorio nacional, establecidos físicamente mediante monumentos permanentes, sobre los cuáles se han hecho medidas directas y de apoyo de parámetros físicos que permiten su interconexión y la determinación de su posición y elevación geográficas. Es necesario que todo trabajo de importancia esté ligado a la red geodésica nacional para que esté perfectamente ubicado y localizado geográficamente.

ORIENTACION ASTRONOMICA

Cuando no se tiene apoyo para hacer las ligas con la red geodésica nacional, se orientara astronómicamente un lado de la poligonal, como mínimo para obtener el azimuth de ésta línea.

Fórmulas usadas para la determinación de la latitud y azimuth, observando el sol en dos posiciones.

" formulas para observaciones en la mañana "

$$\tan M = \frac{B \cos A_m}{A' - A}$$

$$\sin L = \sin A_m \sin d + \cos A_m \cos d \sin M$$

$$\cot U = \cos A_m \tan d \sec M - \sin A_m \tan M$$

L = Latitud

A = Altura del astro corregida por refracción en la primera observación.

A' = Altura del astro corregida por refracción en la segunda observación.

A_m = Altura media.

A' - A = Intervalo ó diferencia entre alturas.

B = Angulo horizontal medio entre las dos observaciones en minutos.

d = Declinación del astro corregida para el instante medio de la observación.

M = Angulo auxiliar.

U = Azimuth del astro en su posición media.

DETERMINACION DE LA LINEA AD

Por observaciones al sol en dos posiciones

Fecha 13 de abril de 1991

Lugar de obs. presa de Totolimispa Jal.

Observó J.L.B.

Calculó J.L.B.

PRIMERA OBSERVACIÓN

Aparato sokueisha N°6922

Inst.	P.O.	θ	ϕ	T.C.	brújula
D	señal	0° 00'			NE 63°
D	sol +°	20° 00'	34° 08'	9 h 11 m 33 s	
I	sol -°	200° 44'	34° 49'	9 h 12 m 50 s	
I	señal	180° 00'			
SUMAS		40° 44'	68° 57'	18 h 24 m 23 s	
PROMEDIOS		20° 22'	34° 28' 30"	9 h 12 m 11 s	

SEGUNDA OBSERVACION

Inst.	P.O.	θ	ϕ	T.C.	
D	Señal	0° 00'			
D	sol +°	22° 13'	39° 51'	9 h 36 m 52 s	
I	sol -°	203° 04'	40° 16'	9 h 37 m 14 s	
I	Señal	180° 00'			
Sumas		45° 17'	80° 07'	19 h 14 m 06 s	
Promedios		22° 38' 30"	40° 03' 30"	9 h 37 m 03 s	

CALCULOS

H = 20° 22' 00"	9 h 12 m 11.5 s
H' = 22° 38' 30"	9 h 37 m 03 s
-----	-----
Suma = 43° 00' 30"	Suma = 18 h 49 m 14 s
1/2 = 21° 30' 15"-Bm	1/2 = 9 h 24 m 37 s
H' - H = 2° 16' 30"-B = 136'.5	

CORRECCION POR REFRACCION

$$\text{Cref.} = 58''.294 \tan Z - 0.06688 \tan Z$$

$$Z = 90^\circ - 34^\circ 28' 30''$$

$$a = 34^\circ 28' 30''$$

$$Z = 55^\circ 31' 30''$$

$$1' 25''$$

$$\tan Z = 1.456$$

$$C = 84''.8 \rightarrow 1' 25''$$

$$A = 34^\circ 27' 05''$$

$$\text{Cref.} = 58''.294 \tan Z - 0.06688 \tan Z$$

$$Z = 90^\circ - 40^\circ 03' 30''$$

$$a' = 40^\circ 03' 30''$$

$$Z = 49^\circ 56' 30''$$

$$1' 09''$$

$$\tan Z = 1.189$$

$$C = 69''.25 \rightarrow 1' 09''$$

$$A' = 40^\circ 02' 21''$$

$$34^{\circ} 27' 05''$$

$$40^{\circ} 02' 21''$$

$$74^{\circ} 29' 26''$$

$$1/2 = 37^{\circ} 14' 43'' \rightarrow Am$$

$$A' - A = 5^{\circ} 35' 16'' - 335'.26$$

Donde:

a = Altura del astro primera observación.

a' = Altura del astro segunda observación.

h = Angulo horizontal en la primera observación.

h' = Angulo horizontal en la segunda observación.

Bm = Angulo horizontal medio entre las dos observaciones.

B = Angulo horizontal medio en minutos.

CALCULO DE LA DECLINACION

Hora de paso del sol por el M.90 W.G.	12 h 00 m 34 s
Promedio de horas de observación	9 h 24 m 37 s

Intervalo ó diferencia	2 h 35 m 57 s
Intervalo en horas	2.599
Variación horaria	54.5
Variación por intervalo	2' 21".65
Declinación a la hora de paso del sol por el meridiano 90 W.G.	9° 03' 24"
Corrección a la declinación	2' 21".65

Declinación corregida	$\delta = 9^{\circ} 01' 02". 35$

CALCULO DEL ARGUMENTO

$$\tan M = \frac{B \cos Am}{A' - A} = \frac{136.5 (\cos 37^{\circ} 14' 43")}{335.26}$$

$$M = 17^{\circ} 57' 28".9$$

CALCULO DE LA LATITUD

$$\text{Sen } L = \text{sen } A_m \text{ sen } \delta + \text{cos } A_m \text{ cos } \delta \text{ sen } M$$

$$\text{sen } L = \text{sen } 37^\circ 14' 43'' (\text{sen } 9^\circ 01' 02''.35) +$$

$$\text{cos } 37^\circ 14' 43'' (\text{cos } 9^\circ 01' 02''.35) \text{sen } 17^\circ 57' 28''.9$$

$$\text{sen } L = 0.6052284 (0.156733) + 0.7960519 (0.987641) 0.3083202$$

$$\text{sen } L = 0.0948593 + 0.2424055 = 0.3372648$$

$$L = 19^\circ 42' 37''$$

CALCULO DEL AZIMUTH

$$\text{Cot } U = \text{cos } A_m \text{ tan } \delta \text{ sec } M - \text{sen } A_m \text{ tan } M$$

$$\text{cot } U = \text{cos } 37^\circ 14' 43'' (\text{tan } 9^\circ 01' 02''.35) \text{sec } 17^\circ 57' 28''.9$$

$$- \text{sen } 37^\circ 14' 43'' \text{tan } 17^\circ 57' 28''.9$$

$$\text{cot } U = 0.7960519 (0.1586943) 1.0512123 - 0.6052284 (0.32411)$$

$$\text{cot } U = - 0.0633621$$

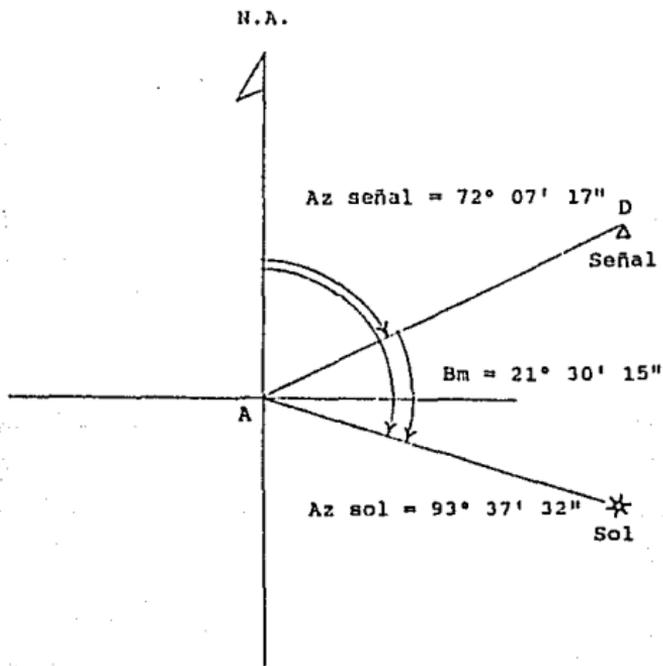
$$U = - 86^\circ 22' 28''$$

$$\text{Az sol} = 180^\circ - 86^\circ 22' 28'' = 93^\circ 37' 32''$$

$$\text{Az señal} = 93^\circ 37' 32'' - 21^\circ 30' 15'' = 72^\circ 07' 17''$$

Como el azimuth, es el ángulo que se forma a partir del norte astronómico sobre el plano del horizonte del lugar y la visual a una estrella, es muy importante tener en cuenta el signo del resultado de los cálculos para su correcta ubicación tanto en la gráfica como en el terreno por lo que se toma el siguiente criterio.

mañana { si U es positivo (+); azimuth sol = $180^\circ - U$
 si U es negativo (-); azimuth sol = $U + 180$
 tarde { si U es positivo (+); azimuth sol = $180^\circ + U$
 si U es negativo (-); azimuth sol = $360^\circ - U$



APOYO VERTICAL

El objetivo del apoyo vertical para un levantamiento hidrográfico, consiste en establecer un banco de nivel lo mas cercano a la zona de estudio, a partir del cual se hacen las referencias para el establecimiento del plano que servirá de referencia, para la obtención de las cotas que nos definirán la forma del relieve subacuático.

NIVELACION

Antes de proceder a la nivelación, es necesario revisar el instrumento para estar seguros de que está en perfectas condiciones y obtener resultados correctos.

1ª) Condición: El hilo horizontal de la retícula debe ser perpendicular al eje vertical.

PRUEBA

a) Se marca un punto bien definido con trazos finos pero visibles en una pared, y a una distancia de treinta a cincuenta metros se instala firmemente el equialtímetro.

b) Se hace coincidir el punto marcado con la cruz filar de la retícula moviendo los tornillos niveladores y el tangencial para afinar la coincidencia. El punto lo puede estar indicando una persona con un lápiz.

c) Moviendo el tornillo tangencial nuevamente se gira el telescopio lentamente para uno y otro lado. Si el hilo horizontal se mantiene en coincidencia con el punto la prueba es correcta. Pero si el hilo horizontal deja de coincidir con el punto al efectuar ese movimiento del telescopio, se requiere ajuste.

AJUSTE

A) aflojar los dos tornillos del portaretícula.

b) Girar el portaretícula en el sentido conveniente hasta lograr que el hilo horizontal coincida con el punto al girar el telescopio al rededor del eje vertical con ayuda del tangencial, como se describió en la prueba.

C) Apretando los tornillos suavemente alternando el movimiento de uno y de otro, hasta que el portaretícula quede fijo.

d) Se hace nuevamente la comprobación.

e) Afinar el ajuste hasta que sea satisfactorio y finalmente se aprietan los tornillos sin forzarlos.

Nota: Al operar en la nivelación, el error residual que ya no puede ser ajustado por no percibirse, se reduce si se hacen las lecturas del estadoal cerca de la cruz filar.

2ª) Condición: La directriz del nivel debe ser perpendicular al eje vertical.

PRUEBA

A) Se instala firmemente el equialtímetro.

b) Se coloca el telescopio en dirección de dos tornillos niveladores diagonalmente opuestos.

c) Llevar la burbuja al centro.

d) Colocar el telescopio en la dirección de los otros dos tornillos niveladores.

e) Llevar la burbuja al centro con precisión.

f) Girar 180° al rededor del eje vertical.

g) Si la burbuja permanece en el centro, la prueba es correcta. Si queda desalojada, requiere ajuste.

AJUSTE

A) Aflojar ligeramente la tuerca del soporte no ajustable. Generalmente es ajustable un solo soporte y el otro es de longitud fija. Cuando ambos soportes son ajustables, uno se deja sin tocar como si fuera fijo y el otro se ajusta.

b) Se corrige la mitad de la desviación de la burbuja, alargando ó acortando el soporte ajustable por medio de las tuercas de ajuste, y se temple la presión de la tuerca que se había aflojado en el soporte fijo.

c) Por medio de los tornillos niveladores que están en la dirección del telescopio, se lleva la burbuja al centro.

d) Girar 90° para que el telescopio quede en la dirección de los otros dos tornillos niveladores.

e) Centrar la burbuja.

f) Girar nuevamente 90° en el mismo sentido del giro anterior para que el telescopio quede en la posición original, al iniciar la prueba.

g) Observar la posición de la burbuja.

h) Si queda fuera del centro se inicia nuevamente la prueba ; Pero ahora con la barra del telescopio en la dirección de los otros dos tornillos niveladores, como en la posición inicial.

i) Verificar si la burbuja se mantiene en el centro para cualquier posición de la barra del telescopio, lo cual comprueba que está satisfactoriamente ajustado.

3*) Condición: La línea de colimación debe ser perpendicular al eje vertical y por lo tanto, al girar alrededor de ese eje, esta línea genera un plano horizontal.

PRUEBA

a) Se clavan firmemente dos estacas A y B a 30 ó 40 metros de separación una de otra, se puede clavar sobre ellas una tachuela ó clavo.

b) Instalar y probar el equialtímetro en la parte central C de las estacas. (Ver figura, página 24).

c) Hacer las lecturas de los estadales A y B:
a y b.

d) Determinar el desnivel h entre a y b :

$$h = a_1 - b_1.$$

e) Trasladar el equialtímetro al punto B mas alto e instalarlo de modo que el ocular del telescopio quede a dos centímetros aproximadamente del estadal.

f) Hacer la lectura del estadal sobre ese punto observando por el lado del objetivo, con el ocular próximo al estadal y con la ayuda de la punta de un lápiz para precisarla. el valor de esa lectura es b2.

g) Hacer la lectura en el estadal A : a2 observando en la forma normal.

h) Si el instrumento está ajustado, se debe satisfacer la siguiente condición :

$$a_2 = b_2 + h + c$$

en la que: a2 = Lectura del estadal en A desde B

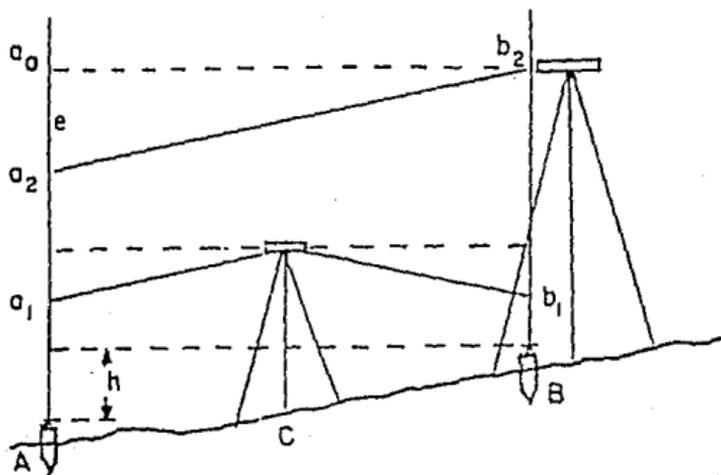
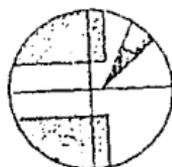
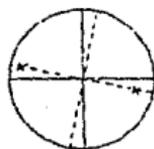
b2 = Lectura del estadal en B desde B

h = a1 - b1 desnivel entre A y B

c = 0.0000007d² corrección por refracción y curvatura.

d = Distancia entre A y B

para d = 100 metros, c = 0.7 mm.



AJUSTE

A) Ajustar el hilo horizontal hasta que se obtenga la lectura correcta del estadal.

b) Volver a probar nuevamente el equisaltímetro y comprobar la lectura.

c) Afinar el ajuste comprobando la prueba las veces que sea necesario.

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

Procedimiento de campo para efectuar la nivelación.

a) Se coloca la mira " A " en el banco de partida.

b) Se situará el instrumento en estación de acuerdo a las condiciones topográficas existentes.

c) Se coloca la mira " B " a una distancia igual a la que existe entre la mira " A " y el instrumento, se mide a pasos.

d) Se nivela el instrumento.

e) Se dirige la visual hacia la primera mira " A " y se hace la lectura.

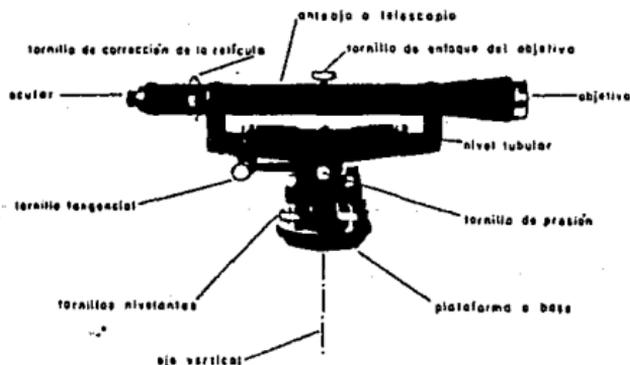
f) Se visa el estadal " B " y se hace la lectura.

g) Se cambia el aparato de posición y se inicia nuevamente el procedimiento. Si la diferencia entre el primer desnivel y el segundo no difiere de dos milésimas se traslada

el instrumento a la siguiente estación, en caso contrario se hace una nueva nivelación, hasta que la diferencia de los desniveles sea menor que las dos milésimas. Evidentemente si la diferencia entre los desniveles resultara cero, la nivelación resultaría sin error.

En esta forma se realizan las lecturas, pero siempre leyendo primero la mira de adelante. Así la mira con que se sale será con la que se llegue, para eliminar el error de índice en el caso de una nivelación de ida y regreso, pero la nivelación por doble altura de aparato es equivalente y tiene la ventaja de que se va comprobando al ir corriendo la nivelación.

NIVEL O EQUIALTIMETRO



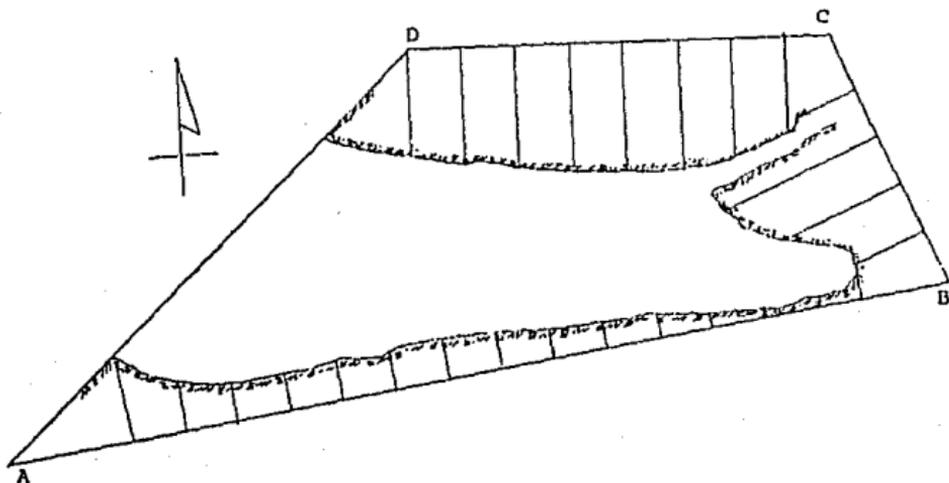
NIVELACION DIFERENCIAL POR DOBLE ALTURA DE APARATO

Lugar.....	Aparato KEUFFEL & ESSER			
Fecha.....	Observó J. L. B.			
P.V.	(+)	(-)	Dif.	Elev.
Bn1	1.759	1.761	-0.002	100.000
BN2				99.998
Bn1	1.645	1.647	-0.002	100.000
BN2				99.998

Bn2 99.998

DETERMINACION DEL CONTORNO DEL CUERPO DE AGUA

Para la determinación del contorno ó perímetro de la masa de agua, límite del agua a tierra, se midieron distancias perpendiculares a partir del polígono de apoyo a la orilla del agua a cada diez metros, iniciando estas cerca del vértice A donde una perpendicular del polígono, cortina y límite de agua forman un punto, se determinó la posición de la línea de la orilla siguiendo en esta forma el rodeo por todo el contorno hasta el lado opuesto de la cortina. Con estas medidas transferidas en el plano a escala 1:1000 quedó determinado el perímetro del agua.



Escala 1:1000

HIDROGRAFIA

Es una parte de la geografía que trata de las aguas marítimas (oceanografía) y de las corrientes de agua (potamología) y de las lacustres (limnología).
Ciencia que trata de las propiedades distribución y circulación de las aguas de la tierra.

LEVANTAMIENTO HIDROGRAFICO

Comprende el estudio de lagos, depósitos y en general cualquier cuerpo de agua.

OBJETIVO DE LOS LEVANTAMIENTOS HIDROGRAFICOS

Obtener los datos necesarios para elaborar un plano ó una carta de una masa de agua ó de un valle ó cuenca que se va a convertir en deposito.

Determinar las elevaciones relativas de un número suficiente de puntos del fondo para definir la forma de una superficie sumergida.

Encontrar la forma y posición de partes del mar ríos ó lagunas para fines de navegación (incluye todo lo que afecta a ésta) como son : lagos, bancos, rocas, buques sumergidos etc.

SONDEO

El sondeo de una masa de agua, tiene por objeto la determinación del relieve subacuático. Es una de las partes u operaciones más importantes de los levantamientos hidrográficos. Todas las operaciones realizadas con anterioridad al sondeo (control terrestre, determinación del plano de referencia, determinación de la línea de costa, levantamientos de detalle) se pueden considerar preliminares a éste.

SONDAS

Para medir profundidades no mayores de 3.5 metros se usó una barra graduada de madera llamada vara de sondear y para profundidades mayores se utilizó una cuerda provista de un peso, llamada sondaleza, tanto la barra como la sondaleza se llaman sondas.

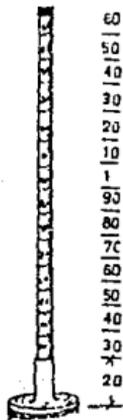
VARA DE SONDEAR

La vara es de madera (La cual debe estar curada) para evitar deformaciones, en su extremo inferior lleva una zapata de hierro en forma de disco, de diámetro mayor a 10 cm. para evitar que la barra se unda en el fango, la barra se pintó de blanco marcando las divisiones en metros y decímetros, partiendo de la cara inferior del disco, Las divisiones marcadas

en torno a todo el contorno, por bandas blancas y negras, llevan dos numeraciones estampadas en posiciones diametralmente opuestas. Los números para indicar metros se pintaron de rojo y los que indican decímetros de negro. La vara de sondear se colocó en el agua de la presa media hora antes del sondeo.

DISCO

En el disco de la zapata antes de iniciar el sondeo se untó grasa (se puede usar cebo ó grasa) para que se adhieran a él partículas de material, conociendo así la clase de estrato del fondo.



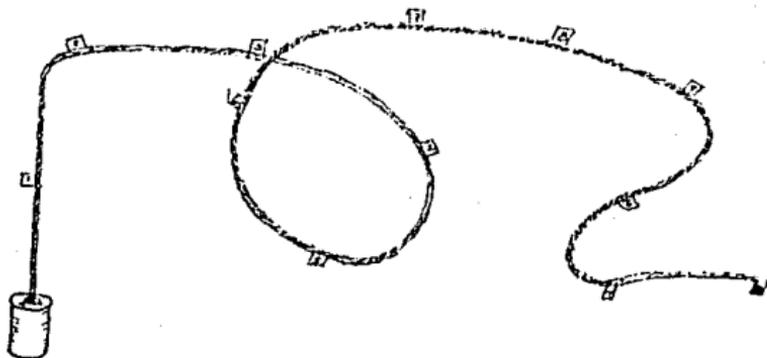
VARA DE SONDEAR

SONDALEZA

La sondaleza está formada por una línea de cáñamo, el grueso es proporcional al peso de la plomada, la que es de un peso aproximado de tres kilogramos, la longitud de la sondaleza es de doce metros, la vara de sondear sondaleza y cable se compararon con una cinta métrica antes y después del sondeo, Para verificar su estado y estar seguro de que las lecturas obtenidas están correctas.

En caso de encontrar diferencias estas se anotan en la libreta de campo y al hacer los cálculos se corrigen.

La sondaleza y el cable antes de hacer el sondeo, se colocaron una noche antes del trabajo en agua, para evitar alguna deformación durante el sondeo y en esta forma someterlas a una longitud constante durante el trabajo la sondaleza tiene marcas a cada metro y anillos a cada decímetro, cuenta con unas crucetas para evitar que el plomo se deslice en pendientes fuertes ó lisas.



SONDALEZA

POSICIONAMIENTO

Las líneas de sondeo se obtuvieron en forma equidistantes con una separación entre ellas de diez metros, tomando como base la medida de un lado del polígono y colocando estacas en cada uno de los puntos, estas con medidas aproximadas de cincuenta centímetros de longitud para fines de colocar sobre ellas señales, una vez colocada la hilera de estacas, se colocó una segunda hilera de ellas, en el margen entre el agua y tierra. Estas colocadas siguiendo líneas paralelas a la primera que fue determinada por el límite de la cortina, una vez terminado este proceso, se dio principio a lo que es el sondeo, de la siguiente forma, se unieron cuerdas plásticas con marcas a cada diez metros y la última marca a solo cinco metros, teniendo cuidado para ello de aplicarle una tensión similar a la que se emplearía en la medición y en condiciones de humedad en la misma forma, una vez obtenidas las marcas (Hechas en casa) que consistieron en anillos de alambre colocados en la cuerda, estos anillos solo se colocaron a media línea quedando la otra porción sin marcar. Esto para sondear en ambas partes del vaso de agua equidistantemente, es decir comenzando a sondear en cada costa y así obtener medidas con distancia a la orilla del agua semejantes.

Una persona se colocó en cada orilla de tierra con la cuerda en tensión, una persona con auxilio de una cámara dió comienzo a hacer el sondeo, (Las sondas y el cable se colocaron un tiempo

antes del sondeo en humedad) desplazandose sobre cada línea y alineandose el mismo sobre el cable y las estacas colocadas en tierra, hacia un sondeo en cada una de las marcas de la línea, diciendo en voz alta la medida encontrada y ya el apuntador conocía la distancia a que se encontraba de la orilla. La persona colocada en la estaca contigua a la línea del polígono de apoyo fue la encargada de dar el cero para efectuar la medida. En esta forma se siguieron los sondeos sólo hasta la mitad del cuerpo de agua. Terminada la primera mitad, se hizo la segunda mitad del sondeo, alineandose el sondeador con las mismas estacas del alineamiento anterior, pero dando principio en el lado opuesto del cuerpo de agua y colocando los ceros en trompos colocados en la orilla opuesta.

LINEAS DE SONDEOS

Los sondeos se hacen generalmente siguiendo líneas rectas, porque en esta forma se hace mas sencillo el trabajo, antes de dar principio al sondeo es necesario revisar las condiciones de los puntos de control terrestre y determinar con relación a estos las líneas de sondeo. Estos trabajos preliminares deben prepararse de tal manera que los sondeos puedan hacerse con rapidez y la posición de cada uno pueda ser determinado con precisión, sobre todo si el área es muy grande ó hay que hacer muchos sondeos. Debe tenerse en cuenta la posición del sol, para que las visuales sean claras, de ser

posible el sol no debe quedar de frente al observador cuando se está usando el tránsito. En aguas sujetas a mareas la amplitud de estas debe tenerse en cuenta. En este caso el efecto de las mareas no se toma en cuenta debido a que las condiciones en que se encuentra no le permiten presentarse, como se mencionó en el principio, el nivel de agua permanece constante, porque se encuentra alimentado por un afluente, el que se deriva de un canal de irrigación. Este canal después de recorrer una zona que es donde se utiliza el agua, termina en un arroyo y es este el que mantiene el nivel de la presa.

Al hacer el trabajo el gasto de este afluente se calculó en doscientos litros por segundo, aunque es importante mencionar que el gasto es variable, teniendo en ocasiones mas caudal y en otras menos.

DATOS DE CAMPO

AB = 178.768

BC = 51.016

CD = 78.330

DA = 109.575

La poligonal de apoyo horizontal sirve para obtener un punto de partida en cada línea de sondeo del trabajo y desde la cual se pueda posicionar (dar control horizontal) y después de este sondeo obtener las curvas de nivel.

CALCULOS Y DIBUJO

Una vez obtenida la medición de la poligonal se procedió a comprobar el cierre angular mediante la ecuación.

$$\Sigma \dagger \text{s.int.} = 180^\circ (n-2)$$

donde Σ = Sumatoria.

\dagger = Angulos.

n = Numero de ángulos de la poligonal condición geométrica que todo polígono debe cumplir. Por tanto numero de ángulos de la poligonal es cuatro entonces:

$$\Sigma \dagger \text{s.} = 180^\circ (4-2) = 180^\circ (2) = 360^\circ$$

De aquí se concluye que la poligonal debe cerrar angularmente a 360° con una tolerancia que a continuación se calcula.

tolerancia = $\pm a \sqrt{n}$

donde a = aproximación del aparato

n = numero de ángulos del polígono por tanto

$$\text{tolerancia} = \pm 0.01' \sqrt{n} = \pm 0.01' \sqrt{4} = \pm 0.01' (2) = \pm 2'$$

Con lo que observamos que la tolerancia es de mas ó menos dos minutos.

Esto significa que en caso de que el error en la medición de los ángulos excediera de dos minutos, se tendría que iniciar una nueva lectura en cada uno de los vértices, y al terminar las lecturas volver a hacer una nueva comprobación como la hecha anteriormente, hasta que el error sea menor de dos minutos.

Cuando el error angular es menor de dos minutos estos se corrigen como se verá posteriormente con proyecciones.

MEDIDA DE ANGULOS

$$A = 35^{\circ} 10'$$

$$B = 76^{\circ} 21'$$

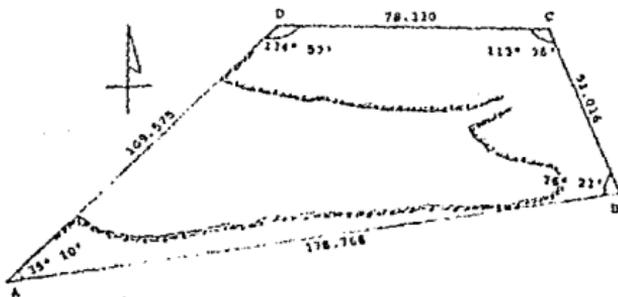
$$C = 113^{\circ} 36'$$

$$D = 124^{\circ} 53'$$

$$\Sigma \pm S.int. = 360^{\circ} 00'$$

En este caso cerró a la perfección, pero como se mencionó no siempre sucede así, principalmente cuando se trata de polígonos de un número angular mayor.

Como con anterioridad al conocimiento de las medidas de los ángulos, se habían determinado los límites de tolerancia en función de la aproximación del tránsito que se usó, en caso de existir error se habría podido fácilmente conocer la aceptación ó rechazo de las medidas obtenidas, con lo que se está en condiciones de seguir adelante con el trabajo y con la seguridad de evitar cualquier sorpresa desagradable posteriormente.



CALCULO DE RUMBOS DE LA POLIGONAL DE APOYO

NE 72° 07' 17"	(-) ←	→ (+)
+ 134° 53'	<hr/>	
-----	(+) ←	→ (-)
207° 00' 17"		
- 180°		

NE 27° 00' 17"		
+ 113° 36'		

140° 36' 17"		
- 180°		

NW 39° 23' 43"		
- 76° 21'		

SW 36° 57' 17"		
35° 10'		

NE 72° 07' 17"		

Las coordenadas planimetricas del poligono de apoyo se determinaron a partir de las coordenadas asignadas en el vértice A utilizando la formula de Dobles Distancias Meridianas y por la regla del tránsito.

CALCULO DEL AREA POR DOBLES DISTANCIAS MERIDIANAS

Est.	Distancia	R.A.C.	(+)N	(-)S
1	109.575	NE 72° 07' 17"	33.640	
4	78.330	NE 27° 00' 17"	69.790	
3	51.016	NW 39° 23' 43"	39.424	
2	178.768	SW 36° 57' 17"		142.855

142.854

142.855

(+)E	(-)W	D.D.M.	(+)	(-)
104.283		104.283	3508.080	
35.567		244.133	17038.042	
	32.378	247.322	9750.422	
	107.472	107.472		15352.913

139.850

139.850

30296.544

15352.913

$$\Sigma N + \Sigma S = 285.709$$

$$\Sigma E + \Sigma W = 279.700$$

$$\text{Error total} = Et = \sqrt{(.001)^2 + (0)^2} = 0.001$$

Como se observa la corrección solo es necesario hacerla en la proyección Y por no haber error en las proyecciones X.

Por tanto, determinando estas correcciones en la forma normal.

Es evidente que la corrección debe ser en milésimos, pero el cálculo de las correcciones está en diezmilésimos.

Corrección en Y;

$$Cy = \frac{Et}{\Sigma \text{Proy. Y}} (\text{Proy. Y}).$$

$$Cy = \frac{0.001}{285.709} (33.640) = 0.0001$$

$$0.0000035 (69.790) = 0.0002$$

$$0.0000035 (39.424) = 0.0001$$

$$0.0000035 (142.855) = 0.0005$$

De aquí redondeando la corrección de cifra significativa mayor tenemos:

0.0005 = - 0.001 el signo (-) se agrega tomando en cuenta la corrección a que corresponde.

Proyecciones corregidas.

(+)N	(-)S	(+)E	(-)W
33.640		104.283	
69.790		35.567	
39.424			32.378
	142.854		107.472
-----	-----	-----	-----
142.854	142.854	139.850	139.850

$$2S = 14943.739$$

$$S = 7,471.86 \text{ m}^2 \quad \text{Area por dobles distancias meridianas.}$$

Coordenadas

X	Y	
100.000	100.000	
204.283	133.640	
239.850	203.430	
207.472	242.854	
100.000	100.000	Area por coordenadas.
-----	-----	-----
118973.280	- 133917.020	2S = 14943.737 S = 7,471.86 m ²

CARTA HIDROGRAFICA

El plano hidrográfico completo del depósito indica la línea de la orilla y la forma de la parte sumergida. Los sondeos representados en el registro, indican solo la forma en que se procedió en la medición, ya que se ejemplifica solo una línea. Contando con estas medidas es necesario transferirlas ó representarlas en el papel lo que se hizo en la siguiente forma: Primero se buscó una escala adecuada, en este caso la que mejor se acomodó fue la de 1:1000 tomando en cuenta las dimensiones de la carta en la que se representa, a esta escala se dibujaron primero con lápiz en las posiciones que les corresponde, luego como se conocen las distancias de cada punto de sondeo al inicio de la misma línea, se tomaron las distancias a escala 1:500 con lo que quedaron transportados los puntos de sondeo. (Ver fig.) Después de ubicar las líneas de igual profundidad, llamadas también puntos de cota redonda por representar números enteros. Estas líneas de igual profundidad son las curvas de nivel. Estas líneas se encuentran en base a los sondeos, ya que sería muy difícil y en consecuencia se perdería mucho tiempo si se pretendiera al hacer el sondeo, obtener la medida de cota redonda ó punto por donde pasa la curva de nivel. Debido a este inconveniente las curvas de nivel se encuentran como se mencionó antes, en base a los sondeos y así tomando en cuenta dos sondeos consecutivos se conoce el punto por donde debe pasar la curva de nivel en el lecho acuático.

Una vez conocidos los puntos de igual profundidad se unen formando así una curva de nivel y siguiendo en esta forma hasta obtener las curvas completas.

REGISTRO DE UNA LINEA DE SONDEO POR CABLE

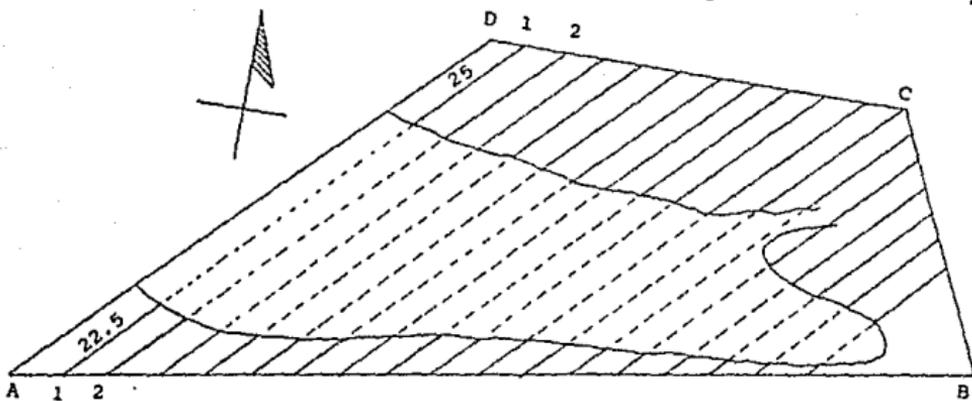
Lugar.....		Tipo de aparato.....							
Fecha 12/ abril /91		Observador J.L.D.							
Est. Sn. A	Cota 100	Cota de sup. del agua. 99.998			Notas		Sondeos		
1		<u>0</u>	<u>2.60</u>	<u>6.20</u>	<u>7.20</u>	<u>7.20</u>	<u>6.80</u>	<u>3.10</u>	<u>0</u>
		22.5	32.5	42.5	47.5	50	45	35	25
2									

NOTAS

Se toma como plano de referencia la superficie del agua, numerador igual a la profundidad en metros. Denominador igual a la distancia de la estación. (Ver figura página 44).

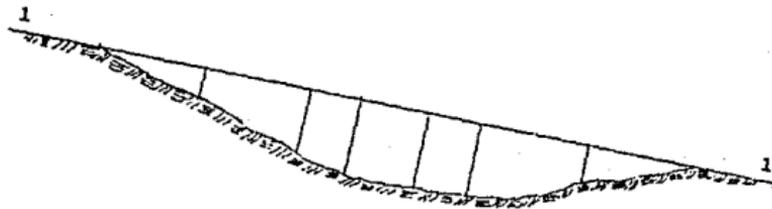
CONFIGURACION DE LAS LINEAS DE SONDEO

44



ESCALA 1:1000

UBICACION DE UNA LINEA DE SONDEOS

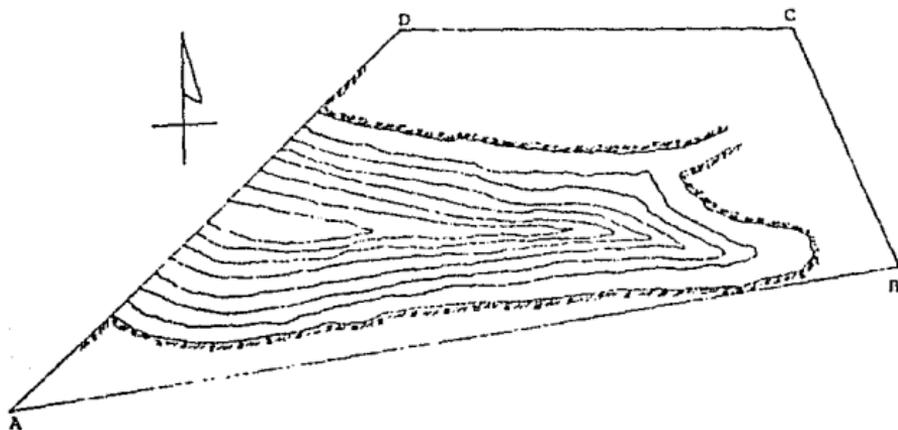


ESC. 1:500

DIBUJO DE LAS CURVAS DE NIVEL

El sistema más extendido para representar el relieve del terreno en las cartas topográficas es el de curvas de nivel, que son líneas que unen puntos de igual cota.

La fijación de la equidistancia, depende de la escala de la carta, de la importancia del relieve y de la precisión del levantamiento hidrográfico.



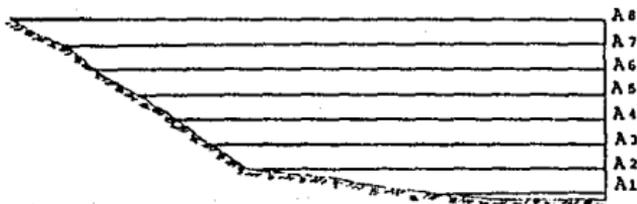
Escala 1:1000

CALCULO DE LAS AREAS DE LAS CURVAS

Para el cálculo de las áreas, se determinaron con planímetro. Siendo las áreas siguientes las obtenidas.

Areas	Cotas de las curvas
$A_8 = 3730 \text{ m}^2$	99.998
$A_7 = 2920 \text{ m}^2$	98.998
$A_6 = 1980 \text{ m}^2$	97.998
$A_5 = 1475 \text{ m}^2$	96.998
$A_4 = 675 \text{ m}^2$	95.998
$A_3 = 470 \text{ m}^2$	94.998
$A_2 = 265 \text{ m}^2$	93.998
$A_1 = 190 \text{ m}^2$	92.998

ESCALA 1:1000



ESCALA 1:200

CALCULO DEL VOLUMEN DE AGUA

Una vez trazado el plano de configuración del relieve subacuático, a escala 1: 1000 y habiéndose obtenido las áreas respectivas de cada una de las curvas con esto se tienen los datos necesarios para el cálculo del volumen del agua. La distancia vertical entre las curvas fue de un metro, siendo equidistantes entre sí.

Se hizo la determinación del volumen del líquido haciendo uso del método de " áreas medias " en el que se multiplican el promedio de dos áreas consecutivas por la distancia vertical entre ellas. Se sigue en esta forma hasta el ultimo plano. La sumatoria de estos resultados nos dará el volumen total.

$$\begin{array}{r}
 \frac{190 + 265}{2} \quad (1) = 227.5 \text{ m}^3 \\
 \frac{265 + 470}{2} \quad (1) = 367.5 \text{ m}^3 \\
 \frac{470 + 675}{2} \quad (1) = 572.5 \text{ m}^3 \\
 \frac{675 + 1475}{2} \quad (1) = 1075 \text{ m}^3 \\
 \frac{1475 + 1980}{2} \quad (1) = 1727.5 \text{ m}^3 \\
 \frac{1980 + 2720}{2} \quad (1) = 2450 \text{ m}^3 \\
 \frac{2920 + 3730}{2} \quad (1) = 3325 \text{ m}^3 \\
 \hline
 \Sigma = 9745 \text{ m}^3
 \end{array}$$

Como comprobación a este resultado hacemos uso del método de " Simpson " a continuación:

$$V = \frac{1}{2} h [(S_1 + S_n) + 2 (S_2 + S_3 + S_4 + \dots + S_{n-1})]$$

Donde:

V = Volumen.

h = Altura vertical entre planos.

S₁ = Area del plano número uno.

S_n = Area del último plano.

$$V = \frac{1}{2} [(190 + 3730) + 2 (265 + 470 + 675 + 1475 + 1980 + 2920)]$$

$$V = 0.5 [3920 + 15570] = 19470 \text{ m}^3$$

$$V = 9745 \text{ m}^3$$

CONCLUSIONES

La aplicación de los levantamientos hidrográficos, son de gran utilidad, para la determinación de la extensión y profundidad de un cuerpo de agua, para diferentes causas entre las que puede ser, el abastecimiento de agua de un poblado, riego de terrenos, instalaciones de plantas hidroeléctricas, almacenamiento para su uso en tiempos de escasez, navegación, cartografía náutica, puertos industriales, plataformas de perforación, estudios de desazolve, erosión de suelos, arrastre de materiales, formación de depositos sedimentarios, estudios de fauna acuática, estudios de recursos naturales etc.

Para estas causas es necesario hacer estudios preliminares de las zonas en estudio, como son control altimétrico, planimétrico y toda clase de datos externos e internos relacionados con el fondo subacuático.

En este estudio se encontró al hacer el trabajo con secciones de fondo formado por terreno fangoso, se calcula que es de un 80 % y un 18 % de este terreno formado por fondo rocoso y una pequeña parte 2 % arenosa. Este método de posicionamiento empleado es uno de los mejores y precisos a mi juicio, su precisión depende del equipo y cuidado que se tenga, al hacer tanto las medidas como los cálculos, además de obtenerse las primeras en forma rápida. Pero es evidente que esta forma solo es posible efectuarla en lagos de mediana extensión.

Para obtener resultados óptimos en un proyecto hidrográfico es necesario que el Ingeniero Topografo y Geodesta haga uso de métodos apropiados según la finalidad del trabajo, criterio propio y experiencia profesional.

BIBLIOGRAFIA

Topografía e Hidrografía.

Apuntes del Ing. Germán García Glez.

Topografía de Minas.

Apuntes del Ing. Victor Robles Almeraya.

Topografía General.

Ing. Sabro Higashida Miyabara.

Topografía.

Miguel Montes de Oca.

Edit. Representaciones y Servicios
de Ingeniería. S. A.

Apuntes de Métodos Numéricos.

División de Ciencias Básicas.

Depto. de Matemáticas Aplicadas.

Facultad de Ingeniería UNAM.

Anuario del Observatorio

Astronómico Nacional. UNAM.