

REPUBLICA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS  
DIRECCION DE INFORMACION BASICA  
DIVISION DE HIDROLOGIA

COMPENDIO  
DE  
CLASES  
DE HIDROLOGIA

CURSO DE PRIMER NIVEL

MOP  
2  
ej 1

## PROGRAMA

	UNIDAD		TEMAS
(I)	Medición de caudales	1)	Instrumentación
		2)	Procedimientos
(II)	Medición de niveles	1)	Instrumentación
		2)	Evaluación de gráficas
(III)	Procesamiento elemental del dato	1)	Curva de gastos
		2)	Tabla de gastos
		3)	Cálculo de escurrimiento

## ASPECTOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

OBJETIVOS	METODOS	MATERIAL NECESARIO
Medición de caudales	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Aforo por sección y velocidad.</li> <li>b) Aforo químico</li> <li>c) Aforo volumétrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Correntímetros y accesorios, flotadores e instrumentos topográficos.</li> <li>b) Substancias químicas, equipo de inyección y laboratorio.</li> <li>c) Recipientes de suficiente capacidad y cronómetro</li> </ul>
Medición de niveles	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Observación directa</li> <li>b) Empleo de aparatos registradores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Hidrómetros, Medidores de pico.</li> <li>b) Fluviógrafos.</li> </ul>
Determinación de valores característicos del río, en el punto de medición.	Aplicación de la relación <u>es</u> <u>cala-gasto</u> a un registro <u>siste</u> <u>mático</u> de niveles.	Papeles aritmético-logarítmico, plantillas de curvas y formatos de cálculo.

UNIDAD: MEDICION DE CAUDALES

TEMA: INSTRUMENTACION

LECCION N° 1: DIFERENTES TIPOS DE CORRENTIMETROS

MARCA	MODELO	DISPOSICION DEL EJE	APLICACION
Gurley	622	Vertical	Corrientes moderadas o fuertes con poco arrastre de ramas.
Gurley	625 (Pigmy)	Vertical	Profundidades pequeñas.
Gurley	665 (automático)	Vertical	Ríos profundos que necesitan varias mediciones por vertical.
Ross-Bach	Standard	Vertical	Las mismas que el Gurley 622.
A. OTT	Universal V	Horizontal	Corrientes fuertes con arrastre de ramas.
A. OTT	10.152	Horizontal	Profundidades pequeñas.

UNIDAD: MEDICION DE CAUDALES

TEMA: INSTRUMENTACION

LECCION N° 2: ELEMENTOS PRINCIPALES DEL CORRENTIMETRO GURLEY 622.

NOMBRE	DESCRIPCION	MANTENIMIENTO (después de cada aforo)
Cámara de contactos.	Celda que contiene los topes y contactos eléctricos, donde son transformados las revoluciones de la rueda de copas en señales eléctricas que son captadas en un receptor (audífonos o contador). Para 1 y 5 revoluciones.	Lavado y lubricación
Pivote	Pieza de acero en forma de clavo, que termina en punta	Lavado y lubricación
Rueda de copas.	Aspas o copas unidas entre si formando una rueda, que giran libremente apoyada en el pivote.	Lavado y secado.
Timones	Pieza compuesta por dos hojas de lámina, una horizontal y otra vertical; además sirve para estabilizar el instrumento.	Lavado y secado
Horquilla	Pieza en forma de "U" que sirve de sostén a los demás elementos.	Lavado y secado.

UNIDAD: MEDICION DE CAUDALES  
 TEMA: INSTRUMENTACION  
 LECCION N° 3: ELEMENTOS PRINCIPALES DEL CORRENTIMETRO OTT-  
 UNIVERSAL V.

NOMBRE	DESCRIPCION	MANTENIMIENTO (después de cada aforo)
Propela	Pieza en forma de hélice cuyo eje se acopla en el cuerpo principal.	Lavado y cambio de aceite (fino)
Cuerpo principal	Pieza en la cual están alojadas las cámaras de contactos eléctricos y los topes.	Lavado y secado
Cámara de contactos eléctricos.	Celda que contiene el único contacto eléctrico y donde son transformadas las revoluciones de la propela en señales eléctricas que son captadas en un receptor (audífonos ó contador).	Lavado y cambio del aceite (grueso).
Cámara de los topes.	Celda que contiene los topes de contacto (para 10 ó 20 revoluciones).	Lavado y cambio de aceite (grueso).
Timón	Pieza que se acopla al instrumento, de forma alargada que termina en una hoja de lámina horizontal y sirve de estabilizador.	Lavado y secado.

UNIDAD: MEDICION DE CAUDALES  
 TEMA: PROCEDIMIENTOS  
 LECCION N° 4: PRINCIPALES METODOS DE AFORO

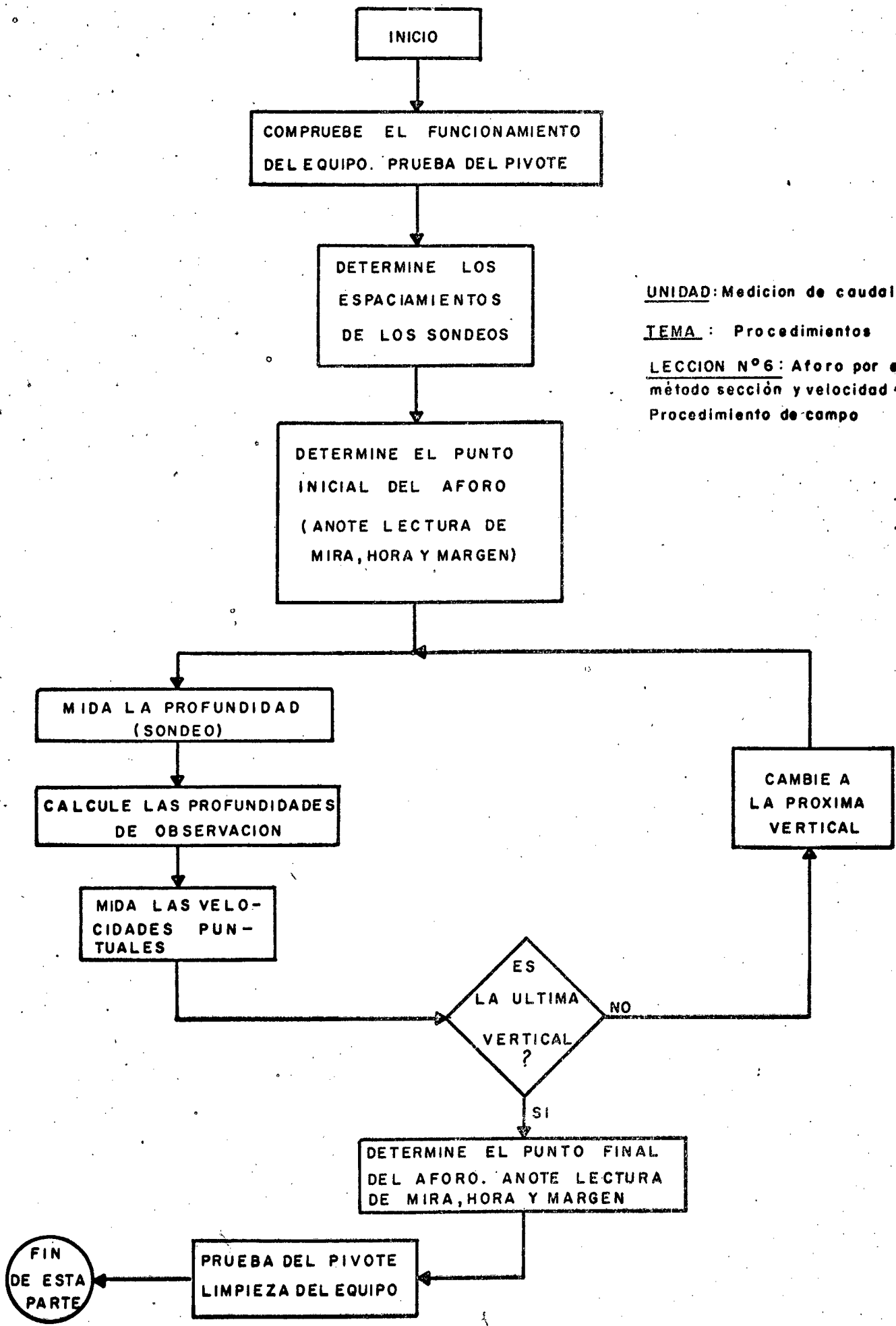
METODO	PRINCIPIO	PROCEDIMIENTO	APLICACION
Sección y velocidad	$Q = A \cdot V$ $Q =$ gasto del río $A =$ área de la sección. $V =$ velocidad de la corriente.	Determinar el área de la sección transversal de la corriente y la velocidad del agua.	Corrientes de régimen laminar.
Químico	$Q = \frac{q \cdot C}{c}$ $Q =$ gasto del río $q =$ gasto de inyección. $C =$ concentración de la sal inyectada. $c =$ concentración de la sal en las muestras tomadas del río.	Medición de la concentración de una sal, de concentración conocida, inyectada al río a un gasto constante.	Corrientes de régimen turbulento.
Volumétrico	$Q = \frac{V}{T}$ $Q =$ gasto del río $V =$ volumen recogido. $T =$ tiempo de recolección.	Descarga la corriente en un recipiente impermeable durante un tiempo determinado.	Corrientes muy pequeñas.

UNIDAD: MEDICION DE CAUDALES

TEMA: PROCEDIMIENTOS

LECCION N° 5: PRINCIPALES SISTEMAS DE AFORO POR EL METODO SECCION Y VELOCIDAD.

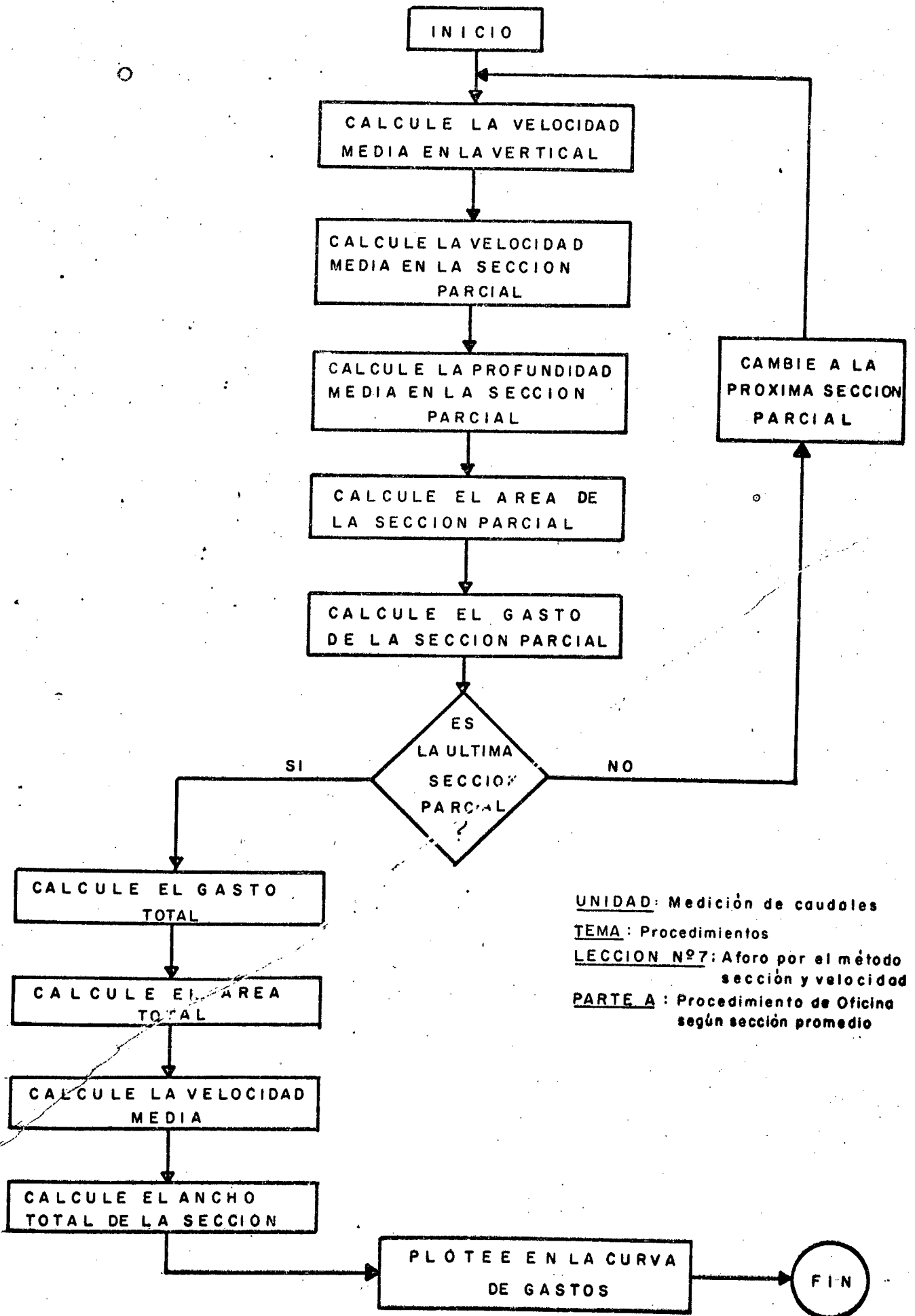
SISTEMA	CARACTERISTICAS	EQUIPO	APLICACION
Vado	Para alcanzar los puntos de observación, el aforador necesita introducirse a pie en la corriente.	Juego de varillas, cable graduado, correntímetro y botas para vadear el río.	Corrientes poco profundas.
Puente	El aforador realiza las operaciones desde un puente.	Grúa o pluma de aforos, carrete camfield, correntímetro, varilla de suspensión y pesas.	Corriente profundas, aprovechando estructuras existentes que cumplan con las condiciones necesarias.
Canastilla	Para efectuar las operaciones, el aforador se traslada en una canastilla sostenida por un cable suspendido entre dos torres.	Palancas de desplazamiento, carrete camfield, correntímetro, varilla de suspensión y pesas.	Corrientes profundas de regular ancho.
Bote	El aforador realiza las operaciones desde una embarcación o lanchón de aforos.	Nylon o "muertos de sostén", lancha de aforos, grúa o pluma, correntímetro, varilla de suspensión y pesas.	Ríos profundos y anchos.



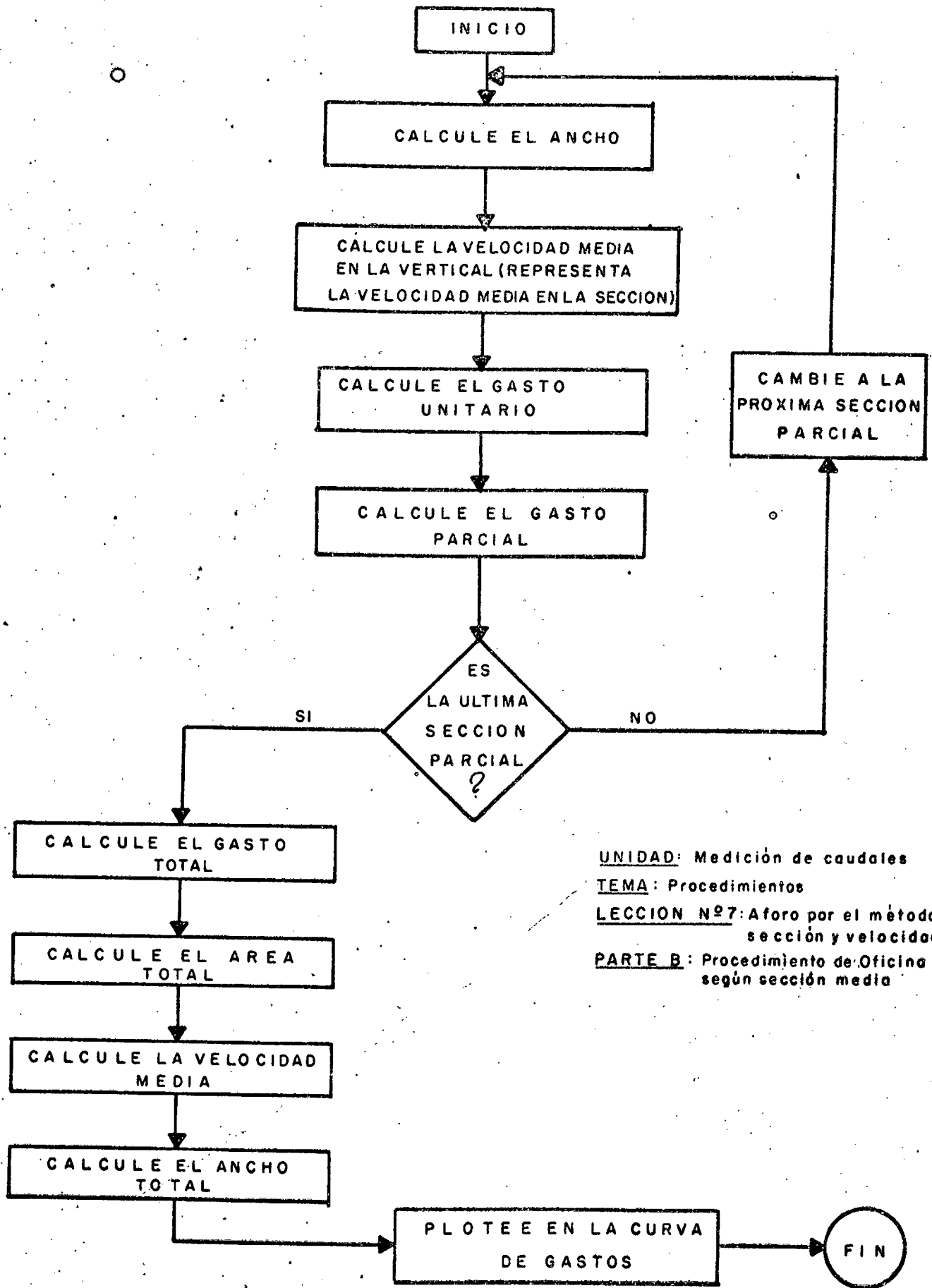
UNIDAD: Medicion de caudales

TEMA : Procedimientos

LECCION N°6: Aforo por el método sección y velocidad -  
Procedimiento de campo



UNIDAD: Medición de caudales  
 TEMA: Procedimientos  
 LECCION Nº7: Aforo por el método sección y velocidad  
 PARTE A: Procedimiento de Oficina según sección promedio



UNIDAD: Medición de caudales  
TEMA: Procedimientos  
LECCION N°7: Aforo por el método sección y velocidad  
PARTE B: Procedimiento de Oficina según sección media

UNIDAD: MEDICION DE CAUDALES  
 TEMA: PROCEDIMIENTOS  
 LECCION N° 8: PROCEDIMIENTOS DE OFICINA

TERMINO	PROCESO DE CALCULO	UNIDADES
Velocidad media en la vertical.	Promedio de las velocidades puntuales.	m/seg.
Velocidad media en la sección parcial.	Promedio de las velocidades medias de las verticales adyacentes	m/seg.
Profundidad media en la sección parcial.	Promedio de las profundidades de las verticales adyacentes.	m.
Area de la sección parcial.	Producto del ancho de la sección parcial por la profundidad media de la sección parcial.	m <sup>2</sup>
Gasto de la sección parcial.	Producto de la velocidad media en la sección parcial por el área de la sección parcial.	m <sup>3</sup> /seg.
Area total de la sección	Suma de las áreas de las secciones parciales.	m <sup>2</sup>
Gasto total de la sección.	Suma de los gastos de las secciones parciales.	m <sup>3</sup> /seg.
Velocidad media de la sección.	Cociente entre el gasto y el área total.	m/seg.
Ancho total de la sección.	Suma de los anchos de las secciones parciales.	m.
Gasto unitario.	Producto de la profundidad por la velocidad media en la vertical	m <sup>2</sup> /seg.

UNIDAD: MEDICION DE NIVELES

TEMA: INSTRUMENTACION

LECCION N° 9: MEDIDORES DE NIVELES

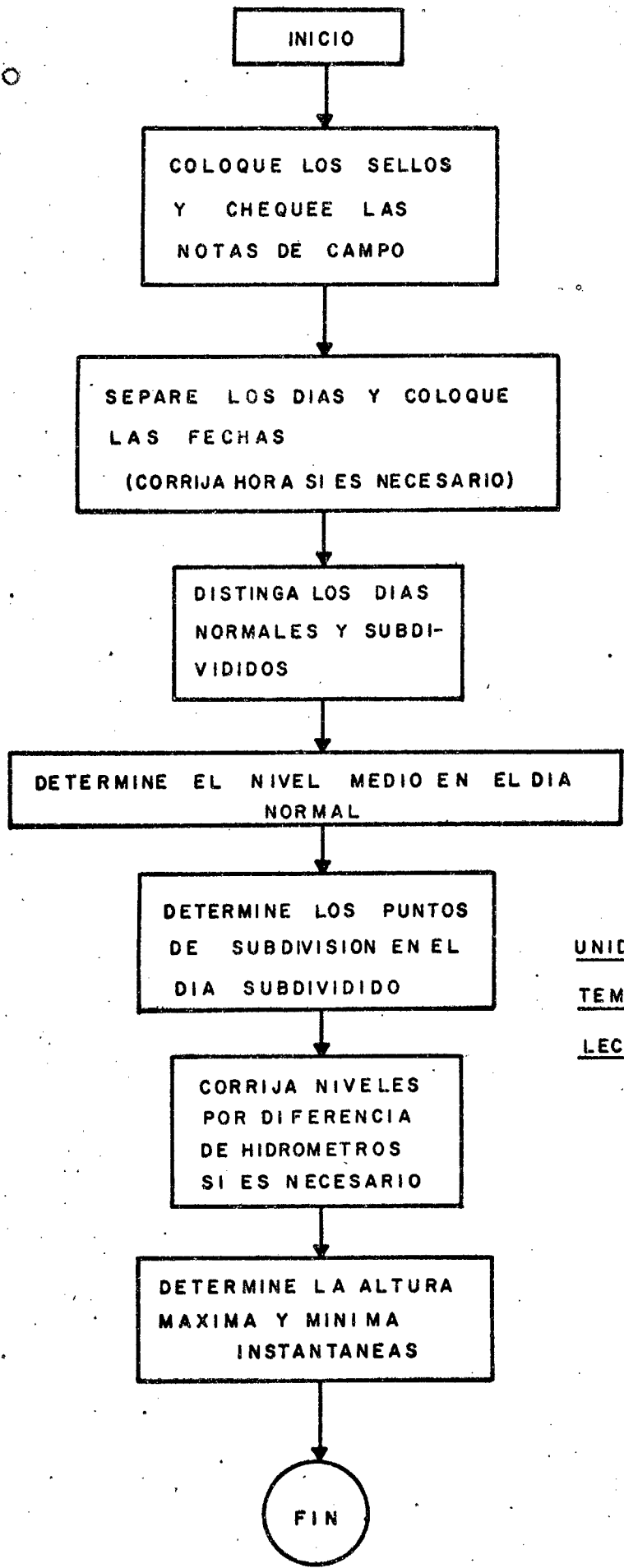
NOMBRE	ELEMENTO SENSIBLE	APLICACION	MANTENIMIENTO
Mira	Escala	Determinación del nivel del agua en un instante dado.	Limpieza frecuente.
Medidor de pico.	Corcho molido o aserrín.	Obtención de niveles máximos de crecientes.	Limpieza y renovación del elemento sensible en cada visita.
Fluviógrafo	Flotante.	Determinación de un registro continuo de las variaciones de un río.	Limpieza y lubricación en las partes indicadas por la casa fabricante.

UNIDAD: MEDICION DE NIVELES

TEMA: INSTRUMENTACION

LECCION N° 10: ELEMENTOS PRINCIPALES DEL FLUVIOGRAFO STEVENS

NOMBRE	OBJETIVO	FUNCIONAMIENTO
Flotante	Detectar los movimientos del agua en el pozo. (elemento sensible del instrumento).	Por contacto directo con el agua.
Hidrómetro interior	Medir el nivel del agua en el pozo. (sistema transmisor del instrumento).	Mediante una cinta graduada que se mueve por efecto del flotante y un contrapeso.
Polea	Trasmitir los movimientos de la cinta al sistema registrador (sistema transmisor del instrumento).	Mediante movimientos de rotación.
Plumilla	Trazar una gráfica representativa de los movimientos de nivel del rfo. (sistema registrador del instrumento)	En movimiento rectilíneo, sobre un carro porta-plumilla y una cadena, accionada por la polea.
Reloj.	Imprimir un movimiento de desplazamiento uniforme a la banda registradora.	Mediante cuerda accionada por un contrapeso.



UNIDAD: Medición de niveles

TEMA: Evaluación de gráficas

LECCION N°II: Proceso de evaluación  
fluviograma

PARAMETRO	DEFINICION	VIA DE CALCULO	UNIDADES	PERIODO
Gasto máximo instantáneo mensual	Valor extremo máximo del gasto de un río para un mes.	Es el valor que corresponde a la mayor altura instantánea registrada en el mes.	m <sup>3</sup> /seg.	1 mes.
Gasto máximo instantáneo anual.	Valor extremo máximo del gasto de un río para el año.	Es el valor que corresponde a la mayor altura instantánea registrada en el año.	m <sup>3</sup> /seg.	1 año.
Gasto mínimo instantáneo mensual	Valor extremo mínimo del gasto de un río para un mes.	Es el valor que corresponde a la menor altura instantánea registrada en el mes.	m <sup>3</sup> /seg.	1 mes.
Gasto mínimo instantáneo anual.	Valor extremo mínimo del gasto de un río para un año	Es el valor que corresponde a la menor altura instantánea registrada en el año.	m <sup>3</sup> /seg.	1 año.
Volumen mensual	Cantidad de agua escurrida durante el mes.	Es el producto de la suma de los gastos medios diarios del mes por el número de segundos de un día y dividido entre un millón.	m <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup>	1 mes.
Volumen anual	Cantidad de agua escurrida durante el año.	Es la suma de los volúmenes mensuales del año.	m <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup>	1 año.
Escorrimento mensual.	Profundidad de la lámina de agua escurrida durante el mes	Es el cociente entre el volumen mensual multiplicado por mil y dividido por el área de la hoya.	mm.	1 mes.
Escorrimento anual.	Profundidad de la lámina de agua escurrida durante el año	Es el cociente entre el volumen anual multiplicado por mil y dividido por el área de la hoya.	mm.	1 año.

UNIDAD: PROCESAMIENTO ELEMENTAL DEL DATO

TEMA: CALCULO DE ESCURRIMIENTO

LECCION N° 12: VALORES CARACTERISTICOS

PARAMETRO	DEFINICION	VIA DE CALCULO	UNIDADES	PERIODO
Gasto medio diario.	Valor medio de las variaciones de gasto de un río durante un día.	a) Es el gasto que corresponde al nivel medio en el día normal. b) Integración numérica en el día subdividido.	m <sup>3</sup> /seg.	1 día.
Gasto medio mensual.	Valor medio de las variaciones de gasto de un río durante un mes.	Media aritmética de los gastos medios diarios del mes.	m <sup>3</sup> /seg.	1 mes.
Gasto medio anual.	Valor medio de las variaciones de gasto de un río durante un año.	Media aritmética de los gastos medios diarios del año.	m <sup>3</sup> /seg.	1 año.
Gasto máximo medio diario del mes.	Valor máximo de los gastos medios diarios del mes.	Es el mayor de los gastos medios diarios del mes.	m <sup>3</sup> /seg.	1 mes.
Gasto máximo medio diario del año.	Valor máximo de los gastos medios diarios del año.	Es el mayor de los gastos medios diarios del año.	m <sup>3</sup> /seg.	1 año.
Gasto mínimo medio diario del mes.	Valor mínimo de los gastos medios diarios del mes.	Es el menor de los gastos medios diarios del mes.	m <sup>3</sup> /seg.	1 mes.
Gasto mínimo medio diario del año.	Valor mínimo de los gastos medios diarios del año.	Es el menor de los gastos medios diarios del año.	m <sup>3</sup> /seg.	1 año.

UNIDAD: MEDICION DE CAUDALES

TEMA: PROCEDIMIENTOS

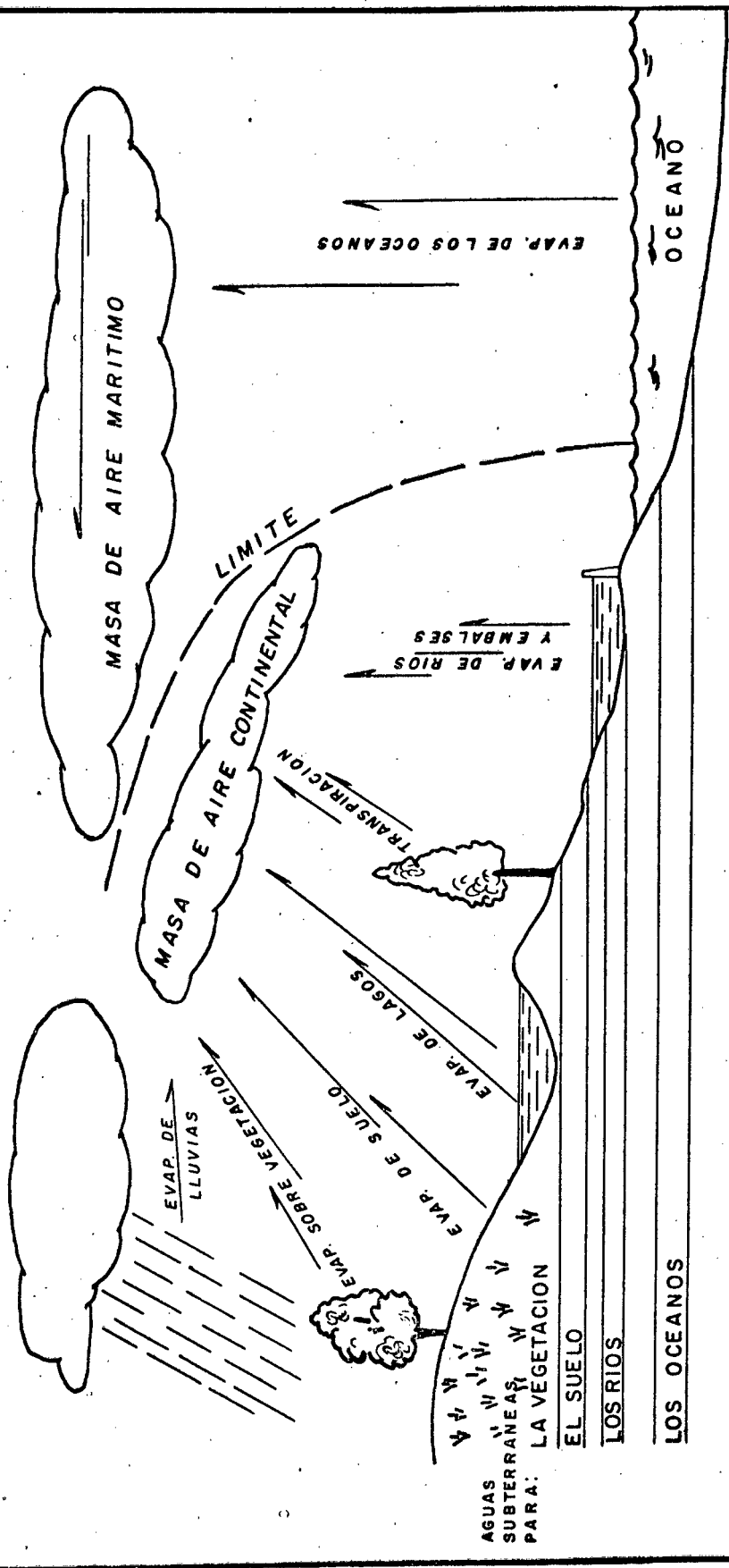
LECCION N° 13: AFOROS EN RIOS GRANDES

EQUIPO		DESCRIPCION Y/O USOS
Canfield eléctrico		Sostener el conjunto Pesa-Molinete
Motor D.C.		Suministrar fuerza para enrollado del Canfield
Batería 350 Amp. 12 V.		Suministrar energía eléctrica al motor
Correntímetro de lectura directa	Unidad sensible Unidad indicadora	Consiste de la horquilla, la rueda de copas, pivote y cojinete, la pieza de cola y el rotor. Permite leer las velocidades directamente en 2 escalas: en mts/seg y 2 escalas: en pies/seg.
Pesas	200 lbs. 300 lbs.	Contrapesos para grandes profundidades y/o altas velocidades.

ESTRUCTURAS		DESCRIPCION Y/O USOS
Boyas	a) Tambor de 200 lts. b) Construcción especial	Flotador unido a un contrapeso o muerto, utilizado como sostén del nylon, para eliminar catenaria en secciones muy anchas ó como punto de amarre directo del lanchón de aforo
Nylon	5/16" 3/8"	Usado para medir las progresivas y como punto del sostén del lanchón de aforo en cada vertical
Balsa o lanchón de aforo		Estructura especialmente diseñada para alojar a los aforadores (3 personas máximo) y el equipo utilizado en las mediciones

Principales	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Salvavidas	Uso obligatorio al subir a cualquier embarcación fluvial
Cornetas	Usado para llamar la atención a otras embarcaciones ó personal estacionado en tierra
Lanchas ó curiaras	Embarcaciones auxiliares para casos de emergencias u otros.
Luces intermitentes	Señales nocturnas para avisos al tráfico normal de embarcaciones

# EL CICLO HIDROLOGICO Y EL CICLO DE MASAS DE AIRE



CORRECCION POR ANGULO VERTICAL			
ANGULO VERTICAL	FACTOR DE CORRECCION	ANGULO VERTICAL	FACTOR DE CORRECCION
4	0.0006	21	0.0226
5	0.0011	22	0.0248
6	0.0016	23	0.0272
7	0.0024	24	0.0296
8	0.0032	25	0.0323
9	0.0041	26	0.0350
10	0.0050	27	0.0378
11	0.0061	28	0.0408
12	0.0072	29	0.0440
13	0.0085	30	0.0472
14	0.0098	31	0.0508
15	0.0113	32	0.0544
16	0.0128	33	0.0582
17	0.0146	34	0.0620
18	0.0164	35	0.0659
19	0.0184	36	0.0698
20	0.0204		

### APLICACION

- 1 - Se busca el factor de corrección correspondiente al ángulo vertical
- 2 - Se multiplica el factor de corrección por el sondeo
- 3 - Se resta el resultado obtenido en (2) del sondeo para hallar la profundidad real en la vertical

**EJEMPLO:** Angulo vertical = 20°  
 Sondeo = 25,40 mts.  
 Factor de corrección = 0.0204 (buscado en la tabla),  
 $25,40 \times 0.0204 = 0.518160$   
 Profundidad real de  
 la vertical =  $25,40 - 0,5182 = 24,8818$   
**PROFUNDIDAD REAL = 24,88 mts.**

## ANOTACION DE LOS NIVELES EN PLANILLAS

### DHF-1 Y DHF-2

En algunos ríos, donde la ausencia de ascensos y descensos bruscos así lo justifica, se realizan observaciones periódicas de los niveles del agua durante el año.

Estos valores deben anotarse en las planillas DHF-1 y DHF-2, a fin de que sean procesados en computadoras electrónicas para calcular gastos medios y extremos donde se practican aforos, o para elaborar cuadros resúmenes de niveles diarios.

Para el llenado de estas planillas, deben seguirse las indicaciones contenidas en el Instructivo: "INSTRUCCIONES PARA LLENAR LAS PLANILLAS DE DATOS DE ESCURRIMIENTO PARA EL PROCESAMIENTO EN COMPUTADORAS", teniendo presente lo siguiente:

1. Si las observaciones no son diarias, debe utilizarse la columna 29 de la planilla DHF-1 para señalar, con el número dos (2), los días en los cuales no hubo lectura. En estos casos, si se considera que la máxima o mínima instantánea puede haber ocurrido en el lapso no observado, debe indicarse con un número dos (2) la ausencia de dicha máxima o mínima en las columnas 19 ó 24. Si falta el mes, se anotará el número uno (1) en la línea correspondiente al primer día solamente.
2. Si la estación tiene fluviógrafo, la altura media a anotar en la planilla DHF-1, debe determinarse mediante el análisis de la gráfica. En caso contrario, se calculará mediante el promedio de las observaciones efectuadas durante el día ó, en el caso de tener sólo una lectura, se tomará ese valor como la altura media.
3. Si la estación tiene fluviógrafo, los días de notable variación de nivel deben subdividirse, utilizando para ello las planillas DHF-2.
4. Si la estación tiene fluviógrafo, no deben elaborarse planillas DHF-1 con las lecturas directas de los hidrómetros.

## IMPORTANCIA Y USO DE LOS DATOS HIDROLOGICOS

El agua es uno de los recursos naturales más importantes de un país y de su aprovechamiento y regulación depende en buena parte el grado de su desarrollo.

Nuestro país es afortunado al tener gran riqueza de agua en una gran parte del territorio nacional, pero lamentablemente su distribución no es adecuada en cuanto al tiempo y las regiones. En época seca, cuando más falta hace, escasea y en la estación lluviosa causa estragos. Es por eso que el hombre debe construir obras que regulen las aguas a fin de tenerla donde y cuando se necesite y en cantidad adecuada para evitar escasez o inundaciones.

Para construir esas obras en forma correcta, pero no cometer errores en los cálculos de su capacidad, que podría ser insuficiente y causar daños aún mayores que en caso de no existir o por el contrario resultar muy grande y demasiado costosas innecesariamente, para lograr pues el diseño justo, la única solución es tener buena información hidrometeorológica.

La importancia de los datos hidrológicos no se limita únicamente al uso en proyectos de obras para aprovechamiento del agua sino que va mucho más allá, siendo necesarios tanto para el proyecto de carreteras como para diseño de cloacas de una ciudad. Podríamos dar muchos ejemplos donde todos y cada

uno de los habitantes de nuestro país estarían incluidos como posibles usuarios de datos hidrológicos, y si el lector piensa un poco estamos seguros que se convencerá de lo que aquí decimos.

Nuestros datos muchas veces aparentan ser inútiles a personas de criterio escaso, pero cada dato hidrológico por insignificante que parezca crecerá en importancia cada día que pasa, en especial si su continuidad permanece; y mientras más tiempo pase, más apreciado será nuestro trabajo; queremos decir con esto que cuando las próximas generaciones disfruten de obras bien diseñadas porque fueron basadas en datos hidrológicos tomados ahora, ellas nos agradecerán el haberlo hecho y nosotros estaremos orgullosos de haber colocado en el bienestar de nuestra patria.

Es la intención de esta lección despertar el interés y cariño hacia nuestra profesión o todos aquellos que se inicien en ella y a los que ya lo han hecho hace algún tiempo y que no ha podido lograr ver el alcance y uso de su labor diaria.

No podemos dejar de mencionar el sacrificio en algunas ocasiones el obtener un buen dato. El observador hidrometeorológico no debe olvidar jamás que la continuidad del dato es valiosísima y por consiguiente su profesión le exige constancia y abnegación para desempeñar sus funciones.

Estas cualidades son indispensables en nuestro servicio y con ellas unidas a la responsabilidad deben marchar a desempeñar su labor cada uno de los que formamos la División de Hidrología.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS  
Dirección de Información Básica  
División de Hidrología

## MEDICION DE CAUDALES

Existen diversos métodos para medición de caudales de fluidos. De acuerdo con las características y las condiciones en que ocurre, se escoge el más adecuado para su medición.

Refiriéndonos ya al fluido que ocupa nuestra atención: el agua, podemos decir que dependiendo de la forma como fluye: confinada, es decir, a presión (tubos de acueductos, etc.) o al contrario fluyendo solo por gravedad, o sea, libremente (canales de riego, ríos), podemos escoger el instrumento o método conveniente para la medición de su caudal o gasto.

Gasto de una corriente de agua es el volumen de agua que pasa en la unidad de tiempo (segundo) y se expresa así:  $m^3/seg.$ , cuando el volumen se mide en metros cúbicos; cuando los gastos son muy pequeños podemos expresarlos en litros por segundo (lts/seg) y sabemos que un metro cúbico tiene mil litros.

El gasto depende de la velocidad de la corriente y del área de la sección transversal en el sitio. Se entiende por sección transversal la forma como se vería el cauce en caso de ser cortado perpendicularmente a la dirección de la corriente. (ver figura 1)

## MÉTODOS DE MEDICION DE CAUDALES O AFOROS

Los métodos más comunes utilizados para medición de caudales son:

1. Sección y velocidad
2. Químicos
3. Por vertederos
4. Medidores Parshall
5. Flotadores
6. Mediciones por Sección y Pendiente Hidráulicas (Aforo Indirecto)
7. Mediciones a través de contracciones (alcantarillas, puentes)

El método de Sección y Velocidad se basa en la fórmula  $Q = V \cdot A$ . donde:

$Q$  = Es el gasto en  $m^3/seg.$

$V$  = Es la velocidad media en  $m/seg.$  en la sección

$A$  = Es el área en  $m^2.$  de la sección transversal

La velocidad media se determina usualmente mediante el uso del Correntímetro que es un aparato diseñado especialmente para la determinación de velocidades en corrientes líquidas; efectuando observaciones en diferentes puntos de la sección transversal se consigue la determinación de la velocidad media.

La palabra aforo es usada por nosotros para especificar medición del gasto en cualquiera de los métodos enunciados.

## AFOROS QUIMICOS

Consiste en dejar caer al río a un gasto constante, una solución salina de concentración conocida para, que una vez disuelta en la corriente, tomar muestras a una distancia conveniente aguas abajo y determinar las concentraciones ; en dichas muestras, es decir, la cantidad de sal existente en ellas.

Mediante la formula  $Q = \frac{C \times q}{c}$  Se determina el gasto de la corriente.

Los terminos significan lo siguiente:

- Q Gasto del río
- q Gasto de la solución inyectada
- C Concentración de la solución inyectada
- c Concentración en las aguas del río

Este tipo de aforos se usa generalmente en ríos de montaña con fuertes pendientes donde el aforo por correntímetro es difícil de efectuar.

## VERTEDEROS

Es posible utilizar estructuras de dimensiones conocidas colocadas en la sección transversal de una corriente para la determinación del gasto. El agua pasa por encima de esas estructuras y midiendo la altura de la lámina de agua puede conocerse el gasto utilizando las fórmulas adecuadas para cada tipo de vertedero.

El tipo de vertedero triangular es de gran utilidad para gastos pequeños pues la sección transversal se reduce gradualmente dando alturas fáciles de medir.

(Ver figura 2).

El construir una estructura de este tipo especialmente para mediciones de caudales es costoso en ríos de mediano tamaño pero se pueden aprovechar los vertederos construídos para otros fines tales como obras de derivación para riego.

### MEDIDORES PARSHALL

Es un aparato ideado para mediciones de caudales basado en las características de la corriente dentro del mismo aparato. Consiste en hacer pasar el agua entre paredes convergentes a la entrada y divergentes a la salida y con un fondo de pendiente definidos; midiendo las alturas que alcance el agua a la entrada y a la salida se determina el gasto de acuerdo a las características del diseño del aparato. Este método es conveniente para pequeños gastos.

### FLOTADORES

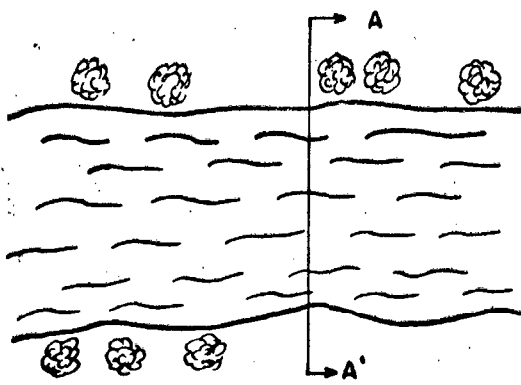
Este método también se basa en la fórmula  $Q=V \times A$  pero la velocidad media se determina en forma aproximada escogiendo un tramo recto del río de longitud conocida y dejando flotar un cuerpo (madera, botella, etc.) a través de ese tramo y a diferentes distancias de la orilla; tomando el tiempo que se demore el flotador en moverse de un extremo al otro del tramo puede determinarse la velocidad superficial del río dividiendo la longitud del tramo entre el tiempo. Esta velocidad no es exactamente igual a la velocidad media en la sección transversal pero puede tomarse como una aproximación si se le reduce con el factor apropiado.

Este método puede utilizarse en casos de emergencia cuando por cualquier causa no es posible la determinación de la velocidad por medio de correntímetros (Ver figura 3).

### MÉTODOS DE CONTRACCIONES Y DE AREA -PENDIENTE

Estos métodos se basan en las propiedades hidráulicas del flujo o corriente y son necesarios las determinaciones de áreas de secciones transversales, pendientes hidráulicas y otros factores de mayor complicación técnica tales como el coeficiente de rugosidad del lecho y márgenes del río.

Por lo general se usarán para determinación de gastos de crecientes de importancia que hayan ocurrido sin ser aforados directamente por correntímetro. Es de primordial importancia la correcta determinación de las marcas de alturas máximas dejadas por el río en sus márgenes por lo que el aforador puede colaborar efectuando esta labor tan pronto tenga conocimiento de una creciente.

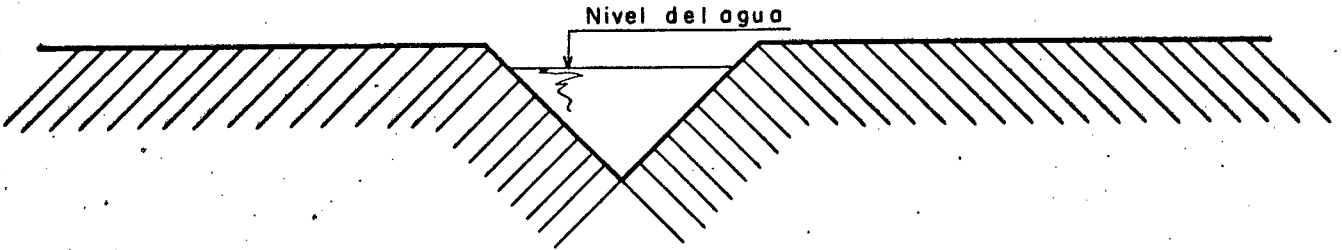


PLANTA  
(Vista desde arriba)



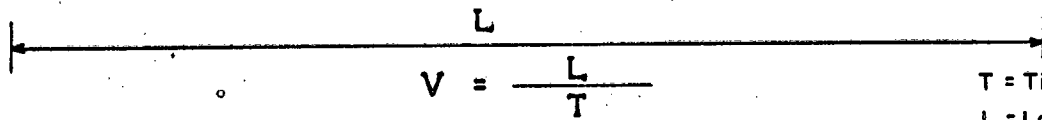
SECCION TRANSVERSAL A - A'

FIGURA N°1

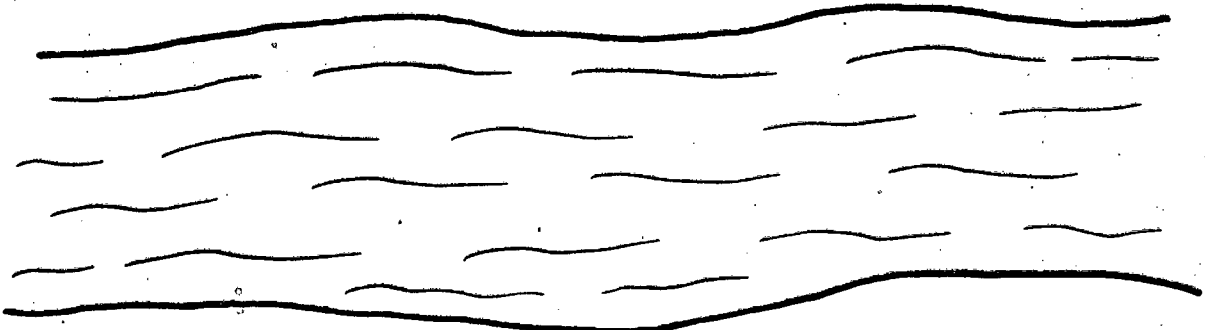


VERTEDERO TRIANGULAR  
(Sección transversal)

FIGURA N°2



T = Tiempo  
L = Long. de Tramo  
V = Vel. superficial



PLANTA

FIGURA N°3

