

SENAMHI  
DIRECCION DE HIDROLOGIA



"UBICACION Y CONSTRUCCION DE  
ESTACIONES HIDROMETRICAS"



(TEMA EXPUESTO EN EL CICLO DE CAPACITACION DE JEFES DE  
CENTROS REGIONALES)

por

CARLO PAREJA PINEDO  
DIVISION DE ESTUDIOS GENERALES

AGOSTO 1973

RECONOCIMIENTO, UBICACION, DISEÑO Y CONSTRUCCION

DE ESTACIONES HIDROMETRICAS

1.- ELECCION DEL TRAMO DE AFORO

- 1.1.- Ubicación
- 1.2.- Acceso
- 1.3.- Estructura
- 1.4.- Escurrimiento
- 1.5.- Tramo de Aforo
- 1.6.- Forma de la Sección
- 1.7.- Uniformidad y Estabilidad del Cauce
- 1.8.- Sección de Control

2.- PLANIFICACION *Planificación*

- 2.1.- Situación
- 2.2.- Plano de Conjunto
- 2.3.- Secciones
- 2.4.- Referencias
- 2.5.- Cotas

3.- ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA ESTACION

- 3.1.- Estructura de Aforo - Tipos
- 3.2.- Escalas Limnimétricas
- 3.3.- Instalación Limnigráfica
- 3.4.- Otros

RECONOCIMIENTO, UBICACION, DISEÑO Y CONSTRUCCION  
DE ESTACIONES HIDROMETRICAS

1.- ELECCION DEL TRAMO DE AFORO

En principio, toda estación que se pretenda instalar debe ser localizada en un punto donde se necesite conocer el régimen de la corriente. En la práctica, esto a veces no resulta posible, debido a características poco favorables del cauce, por lo que debe hacerse un reconocimiento a lo largo del río, tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo del punto predeterminado, teniendo presente que en el tramo comprendido entre este punto y el seleccionado no existan aportes ni aprovechamientos.

Con las aclaraciones mencionadas, se dan a continuación las recomendaciones sobre las características que debe reunir el tramo de aforo, porque de ellas depende el buen funcionamiento de la estación, con la consiguiente eficiencia en la calidad de los datos y la disminución de los gastos de mantenimiento.

1.1.- Ubicación

El lugar para la localización es previamente determinado en documentos cartográficos como cartas o mapas, a escala adecuada o con el auxilio de fotografías aéreas para proceder después al reconocimiento en el terreno a las posibles localizaciones tentativamente preseleccionadas.

La elección del lugar en el terreno, debe ser cuidadosamente determinada para asegurar en lo posible, además de economía en la construcción, una fácil operación y el mantenimiento de una adecua-



da relación escala-gasto.

#### 1.2.- Acceso

Debe en lo posible conciliarse la localización con las facilidades en el acceso y la proximidad a centros poblados o caseríos, a fin de que el personal de operación pueda atender sin dificultades, sus propias necesidades, sin tener que abandonar la estación por períodos prolongados.

#### 1.3.- Estructura

Requiriéndose normalmente, que el hidromensurador tenga que cruzar la corriente fluvial de un margen a la otra para realizar las mediciones, -- tal como un puente, teniendo cuidado en su elección, que sea perpendicular al sentido de la corriente y que no tenga pilares centrales que puedan afectar el flujo normal del agua ocasionando turbulencias y remolinos.

En caso de no existir tal estructura, será necesario construirla, para lo que deberá escogerse una sección del cauce con características favorables, para que no resulte antieconómica.

#### 1.4.- Escurrimiento

La forma del escurrimiento, debe ser tranquila, con tendencia a un flujo laminar (no siempre posible en condiciones naturales), sin turbulencias que afecten la normal operación del correntómetro. La velocidad del agua, en caso de ser muy lenta, no accionará sobre el correntómetro; y, en el caso contrario, de que ésta sea muy veloz, se corre el riesgo de dañar el instrumento por efecto de los cuerpos que el agua acarrea, se

dificultan los sondeos, y por último, entraña peligro para el operador. En consecuencia, deben evitarse tramos donde se presenten "aguas muertas" en las riberas y aquellos cuya pendiente determine grandes velocidades. Las velocidades deben de quedar comprendidas entre los 0.10 y 2.50 m/seg.

#### 1.5.- Tramo de Aforo

Debe buscarse siempre un tramo recto, en el cual la sección transversal sea uniforme y regular, libre de bancos e islotes intermedios que dividen la corriente y complican y hacen dudosas -- las mediciones. Se ha establecido que la longitud del tramo recto, debe ser equivalente, de 5 a 6 veces el ancho del cauce.

#### 1.6.- Forma de la Sección

La amplitud y forma de la sección deben ser tales que puedan medirse en él sin dificultad, -- tanto los gastos máximos como los gastos pequeños correspondientes al estiaje.

Conviene que la forma de la sección sea la de una "V", es decir con taludes inclinados que se abren desde el centro hasta las márgenes, con lo cual -- se facilita la medición de pequeños caudales, así como los de avenidas. No resulta conveniente que el fondo sea plano, porque en estiaje este lecho queda cubierto por vegetación, afectando el escurrimiento de los repuntes que corresponden al inicio de la temporada de lluvias. Además, en un lecho plano, las aguas de estiaje divagan en el fondo, y no lo llegan a cubrir completamente.

#### 1.7.- Uniformidad y Estabilidad del Cauce

Ya se ha mencionado que, la sección transversal del cauce, debe ser uniforme y regular, a lo largo del tramo de aforo; a esto hay que añadir que el canal debe estar libre de obstrucciones, tanto en el lecho como en las márgenes, para evitar remolinos y turbulencias; estas condiciones sumadas a una pendiente del perfil longitudinal, de características moderadas, proporcionará condiciones ventajosas para la operación de la estación.

Debe ser motivo de especial atención, el que el cauce, deba presentar la mayor estabilidad e indeformabilidad, para de esta manera garantizar una buena relación escala-gasto. Se han dado casos de estaciones construídas en las inmediaciones de una curva, que han sido erosionadas en una de sus márgenes, llegando a destruirse las instalaciones en la época de avenidas.

En algunos casos la estabilidad se consigue artificialmente, mediante el encausamiento de un corto tramo, en el que se ubican los elementos accesorios de la estación.

#### 1.8.- Sección de Control

En la última porción del tramo de aforo debe existir una sección invariable, cuyo objeto es análogo al de la cresta de un vertedero. Esta sección, puede estar constituída por una contracción del cauce o por una rápida determinada por un cambio de pendiente en el cauce, que aísla a la sección de aforo de toda influencia perturbadora que ocurra aguas abajo del tramo.

En casos en que dicha sección de control, no puede ser encontrada naturalmente, habrá necesidad de construir una, mediante un <sup>cable estacado</sup> (cable estacado) o un muro bajo, de estructura ciclopea.

En resumen, la selección de un lugar adecuado para el establecimiento de una estación hidrométrica, implica la localización de un punto inmediato al sitio donde se desea conocer el régimen de la corriente, fácilmente accesible, donde pueda construirse en forma económica y segura una estructura de aforo, y donde el tramo de la misma, recto, regular, estable e impermeable, permita obtener información precisa.

## 2.- PLANIFICACION <sup>planesuimiento</sup>

Una vez seleccionado el lugar más aparente para instalar la estación hidrométrica, se procederá a efectuar el levantamiento topográfico del tramo, con los detalles necesarios acerca de los puntos notables, para utilizar el plano en el proyecto de los elementos constitutivos de la estación. La secuencia de esta etapa comprenderá los siguientes aspectos:

### 2.1.- Situación

En un mapa o croquis de la cuenca o de la región, a una escala de 1: 100,000 á 1: 200,000 se marcará la ubicación de la estación, con la indicación de la hidrografía de la zona, vialidad, centros poblados, etc.

### 2.2.- Plano de Conjunto

Consiste en el levantamiento topográfico --

del tramo de la estación a lo largo de unas 6 veces su ancho, con la indicación de las siguientes referencias:

- Eje del cauce.
- Líneas de márgenes para estiaje.
- Líneas de márgenes para máximas crecientes.
- Líneas que corresponden a las secciones de los elementos constitutivos de la estación.
- Perfil longitudinal del cauce, a lo largo del tramo con la indicación de los valores extremos de los niveles.

Tanto en la planta, como en el perfil se indicará la ubicación más aparente para la instalación limnigráfica.

Las escalas más recomendables son de 1: 1,000 a 1: 2,000 para la escala horizontal y de 1: 100 a 1: 500 para las escalas verticales.

### 2.3.- Secciones

En el mismo plano se dibujarán las secciones transversales que corresponden a los puntos notables de aforo, sección de control, sección de la escala limnimétrica y de la instalación limnigráfica. Se indicarán en estas secciones los niveles de estiaje y de aguas máximas. De ser posible se hará indicación de la naturaleza del material que constituye tanto al lecho como las márgenes de cada estación.

### 2.4.- Referencias

El plano de conjunto, se referirá a puntos-fijos localizados en el terreno, y de manera aproximada a poblaciones, construcciones, u otros puntos importantes de la zona que se encuentren en



las inmediaciones de la estación. Las poligonales y líneas topográficas que sirven de apoyo al levantamiento, deben quedar debidamente señalados sea por medio de monumentos o refiriéndolos a puntos inamovibles del terreno, como rocas sobresalientes o construcciones.

### 2.5.- Cotas

Todos los levantamientos se referirán a un banco de nivel (B.M.) cuya <sup>cota</sup> absoluta o relativa, servirá de referencia para los elementos constitutivos de la estación.

## 3.- ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA ESTACION

### 3.1.- Estructura de Aforo - Tipos

Se ha mencionado ya, la necesidad de que en el método de aforo convencional por el Sistema de Sección y Velocidad, el hidromensurador deba recorrer de una a otra margen, en sentido perpendicular a la corriente, transportando consigo el instrumental de operación.

Cuando las condiciones del escurrimiento, no son las favorables para la operación de vadeo (profundidad no mayor de 0.70 m. y velocidad no mayor de 1 m/seg.) y tampoco es posible la aplicación de una balsa cautiva, se recurre a la construcción de una estructura de aforo, que puede ser un cable - carril o una pasarela o puente, según sea el ancho de la corriente en la sección establecida para los aforos.

### 3.1.1 Sección de Vadeo

Siendo necesario, que el operador se introduzca a pié en la corriente, con el correntómetro montado sobre una varilla graduada, conviene elegir una parte del cauce donde - la profundidad sea bastante uniforme y el - lecho firme, libre de grandes piedras, para que la sección de aforo sea practicamente - constante, y se facilite el avance y ubica- ción del observador.

Para marcar la sección y los puntos de don- de deben hacerse las observaciones es nece- sario instalar un hilo de distancia, consti- tuído por un alambre o cuerda delgada, ten- dido de una márgen a la otra. En dicha lí- nea, deben marcarse mediante señales espe- ciales los puntos de medición que correspon- den a la estación, verificando cada cierto- tiempo los distanciamientos por las posi- -- bles modificaciones que pueda tener el hilo según la naturaleza de su constitución. Es- te hilo puede ser fijo o removible, pero -- cualquiera que sea el tipo, debe conservar- el mismo origen, para lo cual es convenien- te que éste sea un punto fijo.

Es evidente, que un sitio favorable para el vadeo, es inaparente para construir un ca- ble-carril, porque para el primero se re -- quiere de un cauce amplio y poco profundo , en tanto que para el segundo, se buscará un lugar más bien estrecho, con márgenes altas sin riesgo de desbordamiento.

### 3.1.2 Puentes y Pasarelas

Siempre que en el tramo de aforo se encuentre un puente, convendrá estudiar la conveniencia de utilizarlo como estructura de aforo, por la economía que significa su utilización.

Sin embargo, cuando dicho puente presente inconvenientes de cierta consideración como sucede con los pilares que originan turbulencias y remolinos en la corriente; o bien cuando se encuentren dificultades para la operación de aforo, como en el caso de los puentes colgantes, o aquellos cuyos barandales no permitan accionar los equipos, será preferible desistir de utilizarlo, debiendo recurrir a la construcción de una estructura especial.

Como regla general, se puede afirmar, que es más conveniente construir un puente o pasarela cuando el claro es inferior a 15 mts. ya que para mayores distancias es más económico instalar un cable carril.

Para claros hasta de 4 mts., el puente puede consistir de una viga simple de madera; para claros de 4 hasta 8 mts. La pasarela consistirá de dos vigas sencillas, con entablados sobre las mismas, según se muestra en la lámina. En el caso que se ilustra, se fijará una altura mínima de 1 m. entre el nivel de aguas máximas y la parte inferior del puente; pero cuando se trate de claros mayores, esta altura mínima será variable proporcionalmente.



### 3.1.3 Cable-carril

Este tipo de estructura, a emplearse en cauces anchos, ofrece además de las ventajas de economía y sencillez de instalación la de permitir la medición del gasto, con el correntómetro operado por el hidromensor y su ayudante.

Es igualmente útil en las operaciones de muestreo para la determinación de sedimentos, con el empleo de sondas turbidimétricas o muestradores puntuales e integradores.

En función del número de cables que utiliza el cable carril, este puede ser monofilar o bifilar, según tenga uno o dos cables.

En nuestro medio, utilizamos el monofilar tendido transversalmente al sentido de la corriente y sujetándolo de las siguientes maneras de acuerdo a las condiciones existentes en la sección elegida:

- A.- Anclando los extremos del cable directamente en los bordes del cauce, cuando estos sean rocosos, firmes y elevados;
- B.- Apoyando el cable en postes o torres construídas especialmente y fijando sus extremos en varillas incrustadas en dados de concreto enterrados en el suelo;
- C.- Eventualmente, sujetando el cable a troncos de árboles que se encuentren en las márgenes, o;
- D.- Utilizando una combinación de estos sistemas.

Una vez conocido el claro o distancia entre apoyos y elegido el cable que va a emplearse, sus condiciones de trabajo dependen principalmente de la flecha que se le dé al mismo y de la carga viva en el carro de aferrar.

La flecha puede calcularse por medio de la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1(2P - wl)}{8\sqrt{T^2 - \left(p + \frac{wl}{2}\right)^2}}$$

en la cual:

f = flecha del cable, en m.

l = claro o distancia entre apoyo, en m.

P = peso del carro más carga viva, en Kg.

w = peso por metro del cable, en kilogramos

T = tensión máxima admisible para el cable, en Kg.

Una vez instalado el cable, debe comprobarse la flecha con la carga viva al centro, y rectificarla después de algunos días de operación, pues todos los cables se estiran al comenzar a trabajar, resultando un aumento en la flecha, que dificulta el manejo del carro de operar, especialmente hacia los extremos por la mayor pendiente que en dichos tramos adopta el cable.

Considerando la misma carga, el esfuerzo del cable aumenta a medida que disminuye la flecha, por lo que se debe comprobarse que és-

ta sea la que se consideró en los cálculos.

Apoyos.- El cable-carril debe estar a suficiente altura sobre la corriente para permitir su operación en crecientes extraordinarias. La altura de los apoyos, variará de acuerdo con la forma y altura de las márgenes del río, y está condicionada por:

- Nivel máximo alcanzado por las aguas en crecientes extraordinarias.
- Longitud del claro.
- Carga viva.
- Flecha que se debe dar al cable.

Por la naturaleza de su constitución, los apoyos pueden ser de madera, de metal o de concreto, aunque, como ya se ha mencionado anteriormente, cuando las características geomorfológicas de las márgenes lo permiten puede prescindirse de los apoyos.

Anclajes.- Un dispositivo sencillo y económico consiste en un trozo de madera impregnada en una sustancia protectora, de 0.60 m. de diámetro y 2.00 m. de largo, taladrado en su parte media, para atravesarlo diametralmente con una varilla de fierro dulce, de un grosor tal que su resistencia sea mayor que la <sup>esión</sup>tensión del cable, y cuya longitud sobresalga 0.40 m. del suelo.

Considerando la posibilidad de que los anclajes o "muertos" de madera se pudran, sobre todo en zonas húmedas, es preferible no usarlos, recurriendo en su lugar a los anclajes de concreto armado y sus dimensiones

serán variables de acuerdo a las condiciones especiales para cada caso. En general la sección será rectangular y el concreto preparado en la proporción 1:2:4 y con suficiente refuerzo de varillas de concreto distribuidas cerca de la superficie, a una profundidad no mayor de 4 cms. de ella. Antes de proceder al vaciado de concreto, se fijarán las varillas de anclaje, que deben emerger con el asa de sujeción, unos 15 cms. por encima del dado de concreto.

Este tipo de anclaje de concreto, deberá permanecer sin trabajo, por lo menos durante ocho días, hasta que la mezcla adquiriera la resistencia mínima indispensable.

Instalación del Cable.- Una vez levantadas las torres de apoyo e instalados los anclajes, se procederá al tendido del cable, operación que dependerá de la longitud y peso del cable.

Siendo la época más indicada para la instalación de una estación hidrométrica, la de estiaje, el cable puede ser tendido de una a otra margen, vadeando el río con una cuadrilla de operarios que transportan un extremo del mismo hacia la margen opuesta. Puede también emplearse una soga que se tenderá a través del cauce con la que se halará uno de los extremos del cable de acero. En el caso de cauces profundos, con elevado tirante de agua, puede emplearse un bote o una balsa si las condiciones de escurrimiento lo permiten. Durante el proceso de instalación el cable -

debe ser manejado cuidadosamente para evitar la formación de dobleces y asas que pueden debilitar su constitución.

Para el ajuste final del cable del que depen de la tensión en el mismo, debe dársele la flecha que se recomienda en los planos del proyecto de la estación. Pasados unos días de la instalación y templado, es necesario-revisar la flecha del cable, debido a que ge neralmente este se estira un poco al comen zar a trabajar.

El cable debe ser aflojado en el invierno y retemplado en el verano, a fin de que, en el primer caso, no se someta este a esfuerzos superiores a su resistencia en virtud del a cortamiento que se produce por efecto del frío, y en el segundo caso, para evitar que se cuelgue demasiado debido a su alargamien to por efecto del calor.

El aumento de la flecha en un cable-carril, dificulta el desplazamiento del carro de aforar del centro hacia las márgenes. Esta dificultad se acentúa cuando se trata de grandes claros, ya que el operador debe impulsar el carro cargado con el peso de dos hombres y el equipo de aforar, a base de esfuerzo-muscular. Por lo tanto es importante mantener en todo momento, el cable con la flecha mínima admisible.

### 3.2.- Escalas Limnimétricas

Las escalas limnimétricas reciben indistintamente los nombres de limnómetro, mira fluviométrica o simplemente mira.





Consisten en reglas graduadas, cuyo objeto es medir las variaciones del nivel de la superficie del agua en una corriente, y se instalan en una parte accesible y profunda del cauce, o en un pozo comunicado con el, donde llegue el agua alcanzando el mismo nivel que tiene en la corriente.

La determinación del nivel de agua en un momento dado, puede hacerse en forma directa o indirecta, según se observe la elevación de la lámina de agua en la escala colocada fuera del cauce. De acuerdo al procedimiento enunciado, las escalas pueden ser directas o indirectas.

#### Escalas Directas

Son las que se instalan directamente en la corriente, asegurándolas a estacones hincados en el lecho y las márgenes o a bloques de concreto cimentados en el terreno o a vigas de acero cuando las márgenes lo permiten.

Las escalas directas por su disposición, pueden ser verticales, instaladas en uno o varios tramos escalonados; o inclinados. En este último caso -- tienen el inconveniente de que para obtener la lectura vertical, debe aplicarse un factor de pendiente. En algunos casos, la escala puede fabricarse para taludes específicos, de tal modo que su lectura corresponda a la de la vertical.

Cualquiera que sea la forma de instalación, una escala directa, deberá llevar las siguientes condiciones:

- 1.- Posición inalterable.
- 2.- Ubicación fácilmente accesible o <sup>visible</sup> variable.
- 3.- Longitud suficiente para medir todas las variaciones de nivel.

- 4.- Graduaciones claras e inalterables.
- 5.- Construcción que garantice larga duración.

#### Escalas Indirectas

Son instalaciones donde la escala graduada, necesaria para apreciar el nivel del agua en la corriente, se encuentra fuera de ésta, y se complementa con un dispositivo montado en una varilla, cinta o cadena que lleva varios índices y que va provista, en su extremo inferior de algún aditamento que facilita la determinación de su contacto con la superficie del agua. Existen tres tipos de escalas indirectas que son: de gancho, de pesa y de flotador.

En los tres tipos, se requiere para su buen funcionamiento, que la posición de las graduaciones sea invariable, y que el mecanismo transmisor del nivel del agua, hacia el índice, permanezca también invariable.

#### Bancos de Nivel

Las escalas deben estar necesariamente referidas a un punto de referencia fijo, a fin de verificar la cota del ceso de la escala, periódicamente.

Dicho punto de referencia que constituye el Banco de Nivel o Bench Mark, debe ser ubicado en un punto inamovible del terreno, tal como una roca grande, en la que se fijará un cilindro de bronce con la inscripción de la cota absoluta o relativa.

Un lugar muy aparente para fijar el banco de nivel lo constituyen los dados de anclaje de un cable-carri.

### Cero de la Escala

Con el objeto de garantizar que las lecturas del nivel de agua, no resulten negativas, es necesario situar el cero de la escala de tal modo que quede por debajo de los niveles mínimos alcanzados por el agua. Cuando sea posible, la lectura debe corresponder al cauce vacío, o lo que es igual, el cero debe estar localizado al nivel de la parte más profunda de la sección. En cauces inestables el cero debe quedar a un nivel inferior al de la parte más profunda de la sección, con el fin de que, aunque ocurran socavamientos no llegue a darse el caso de lecturas negativas.

### 3.3.- Instalación Limnigráfica

El registro de las fluctuaciones de nivel de agua puede hacerse en forma continua y automática por medio del limnigrafo.

Existe una gran variedad de limnigrafos y de disposiciones para instalarlos, pero aquellos que aplican el principio de vasos comunicantes, constan especialmente de las siguientes partes:

- Un flotador, que sube o baja, siguiendo las fluctuaciones del nivel del agua;
- un dispositivo de transmisión de los movimientos del flotador a un sistema registrador, ya sea directamente o mediante un mecanismo de reducción;
- un sistema registrador propiamente dicho; y,
- un reloj que regula la marcha del aparato y mide el tiempo.

El limnigrafo, aunque no elimina el factor personal, proporciona una mayor seguridad en los registros.

tros de niveles y sobre todo un reflejo continuo de las variaciones de la corriente; por lo tanto además de las consideraciones de tipo económico y de la importancia de la estación hidrométrica, la instalación de un limnigrafo es necesaria, siempre que ocurra alguna de las siguientes consideraciones:

- Que para el estudio del régimen de la corriente, se necesite un registro continuo.
- Que las variaciones del régimen de la corriente, sean frecuentes, rápidas o de magnitud considerable.
- Que no sea posible encontrar un lector de escala que viva en las inmediaciones de la estación.

#### Procedimiento de Instalación

La instalación y puesta en marcha del instrumento requiere de ciertos elementos accesorios, entre los que se cuentan:

- a.- Un pozo de aguas quietas, para alojar al flotador y el contrapeso.
- b.- Una comunicación entre el pozo y el cauce.
- c.- Una escala instalada dentro del pozo.
- d.- Una caseta, para albergar al instrumento, que se instala en la parte superior del pozo.

Además será necesario contar con ciertos útiles y herramientas, además de lubricantes y materiales de limpieza.

#### Pozo de Aguas Quietas

Este elemento, de acuerdo a como se disponga con relación al cauce, puede ser, un pozo de inner -

sión directa, cuando la configuración de las márgenes lo permite; o un pozo de instalación indirecta, fuera del cauce, hasta el que llega el agua por medio de tubos de comunicación.

El pozo debe construirse con una sección suficientemente amplia para contener el flotador, el contrapeso y un sistema de limpia; y su profundidad debe ser tal que se prolongue por lo menos 0.50m. por debajo de la parte más profunda del cauce, en el caso de las instalaciones indirectas, para que el sedimento que logre atravesar los conductos de comunicación se depositen en dicho margen de profundidad.

En el caso de pozos de inmersión directa, la abertura de la base del pozo, debe quedar dentro del rango de los mínimos tirantes del estiaje; por la consideración indicada, dicha instalación debe ser efectuada en la margen más profunda, para que aún en el caso de que tenga lugar gastos-nulos el flotador no quede en seco.

#### Conductos de Comunicación

La alimentación del pozo de aguas quietas requiere de uno o varios conductos de comunicación para que, por el principio de vasos comunicantes, se obtenga dentro de aquél, el mismo nivel que se tiene en el curso de agua, para un momento dado. Así, todas las fluctuaciones del nivel de la corriente, se transmiten al nivel del agua en el interior del pozo, cuyos cambios y variaciones son los que realmente registra el limnógrafo. Estos conductos deben mantenerse limpios de sedimentos u otros cuerpos, a fin de que el agua no

encuentre obstáculos y pueda fluir libremente, ya sea que sube o baja el tirante de agua en el cauce.

La comunicación puede ser mediante tubos horizontales ubicados a diferentes niveles del pozo, o mediante una abertura en la base del mismo.

Si la comunicación se hace por medio de tubos estos deberán ser preferentemente de fierro galvanizado. En el caso de emplearse un sólo tubo de comunicación, éste debe estar por debajo del nivel correspondiente al gasto nulo, de tal modo que puedan registrarse los mínimos tirantes.

En el caso de instalarse dos o más tubos, el de nivel inferior deberá estar por debajo del tirante del gasto nulo, y los siguientes, de acuerdo a las necesidades de la instalación, distanciados de 0.50 a 1.00 metro, uno de otro. La razón del empleo de varios tubos, está en la necesidad de asegurar el flujo de agua entre el pozo y la corriente, ya que principalmente, en época de avenidas el tubo inferior puede obstruirse, y no puede ser destapado de inmediato.

El diámetro de los tubos de comunicación guarda relación con los siguientes factores:

- Cantidad de sedimentos en suspensión, acarreados por la corriente. Cuanto mayor sea esta cantidad, mayor será el diámetro.
- Diámetro del pozo de aguas quietas. La relación de diámetro del pozo y de los tubos de comunicación debe ser tal que dentro de aquel, se elimine el oleaje que se produce en el exterior.

Longitud de los tubos: a mayor longitud, debe corresponder un mayor diámetro, pues de otro modo

se dificulta la operación de limpieza en caso de obstrucciones.

En general, el diámetro de los tubos de una instalación, variará de acuerdo con los mencionados factores, de 3" a 8".

### Caseta

Tiene por objeto por proteger al instrumento de los perjuicios que pueden causar, la interperie, las personas y los animales. Se construye sobre el pozo, para que una vez instalado el instrumento sobre una plataforma nivelada, el flotador y el contrapeso puedan suspenderse alojados dentro del pozo.

La elección de los materiales, concreto, fierro o madera, dependerá del servicio más o menos prolongado que la instalación vaya a prestar, de las seguridades que sean necesarias, y por último del tipo de materiales de que se disponga en forma económica.

### 3.4.- OTROS

En algunos casos es necesario recurrir a cierto tipo de instalaciones auxiliares para la operación de la estación. Tal el caso del cable de retenida, que consta generalmente de un cable de 1/2" Ø, que se instala paralelo al cable carril de aforos, ubicándolo aguas arriba del mismo, con el fin de emplearlo para mediciones en época de avenidas o cuando el angulo de arrastre del cable de suspensión del correntómetro es muy grande.

En otros casos es necesario disponer de casetas para guardar el instrumental, especialmente los

escandallos, o bien existe la conveniencia de -  
construir vivienda para los aforadores. En todo  
caso deben conciliarse las condiciones de efi  
ciencia y economía en la operación y mantenimien  
to de la estación hidrométrica.

