

3967/24

República de Colombia

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA

INSTITUTO NACIONAL PARA PROGRAMAS ESPECIALES DE SALUD

DIVISION DE SANEAMIENTO BASICO RURAL

# **NORMAS DE DISEÑO ACUEDUCTOS RURALES**

S. B. R. P. No. 0023 — 9

BOGOTA D. E. — 1971

220.71 No - 3967

LAS PRESENTES NCRMAS SE ADOPTARON POR RESOLUCION  
No. 001356 DEL 21 DE SEPTIEMBRE DE 1.971, EMANADA  
DEL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, SIENDO MINISTRO EL  
DOCTOR JOSE IGNACIO DIAZ GRANADOS Y SECRETARIO GE-  
NERAL EL DOCTOR DAVID BERSH ESCOBAR, QUIENES FIR-  
MAN LA CITADA RESOLUCION.

\* \* \* \* \*

~~1435~~ ISN 3967  
~~302.5~~ 70/10

210 71 NO

NORMAS DE DISEÑO Y PRESENTACION DE PROYECTOS

PARA ACUEDUCTOS RURALES

" Las normas no eximen al profesional de la responsabilidad de utilizar su propio criterio que le permita apartarse de los valores reconocidos, siempre que así lo juzgue necesario o conveniente, debiendo presentar las justificaciones del caso " .

## CAPITULO I

### 1.- INVESTIGACION PRELIMINAR.

#### 1.1 - Generalidades.-

La investigación preliminar consiste en la recolección y clasificación de toda la información para el buen diseño y correcta ejecución y operación de la obra. Los datos que sirvan de base para el proyecto, serán recogidos en el campo y/o en publicaciones o registros merecedores de confianza, haciendo citación de la fuente o autor.

#### 1.2 - Características de la localidad.-

Se hará una descripción sobre la ubicación, historia, situación social, cultural, político-administrativa y economía subrayando la actitud de la comunidad hacia la obra.

##### 1.2.1. Climatología.-

Temperatura media, humedad, régimen de lluvias, altura sobre el nivel del mar y si es posible datos pluviométricos de la región.

##### 1.2.2. Acceso a la localidad.-

Vías de comunicación a la capital Seccional y a las poblaciones vecinas. Distancia y estado de estas vías. Otros medios de comunicación (teléfono, telégrafo); medios y costos de transporte para personas y materiales.

##### 1.2.3. Aspectos Urbanísticos.-

Disposición urbanística de la localidad indicando las zonas comercial, industrial, residencial, y de desarrollo futuro. Planes de obras que puedan interferir con el proyecto. Tipo de piso de las calles.

##### 1.2.4. Aspectos Demográficos.-

Número de habitantes y de viviendas actuales dentro del área de influencia del proyecto. Datos sobre población flotante.

##### 1.2.5. Recursos de la Comunidad.-

a) - Disponibilidad de mano de obra en cuanto a per-

sonal especializado (maestros de obra, albañiles, carpinteros, etc.) y obreros. Sueldos y salarios vigentes en la localidad y zonas próximas.

- b ) - Disponibilidad y costos de materiales de construcción, herramientas, equipo, etc.  
Se verificarán cantidades, compatibles con la magnitud de las obras, de materiales tales como piedras, arena, triturados, ladrillos, teja, madera, etc. Facilidades relacionadas a la construcción de las obras, tales como talleres de mecánica y eléctricos; sitios para almacenamiento de materiales, etc.
- c ) - Energía eléctrica. Características del sistema generador de la corriente transmitida y distribuida. Propietario. Costo por Kw-hora.  
Facilidades y costo de instalación. Número de conexiones y consumo actual (energía disponible ).
- d ) - Servicios de la comunidad. Escuelas, centros de salud, hospitales, contemplando toda institución pública que pueda beneficiar o contribuir al correcto desarrollo de la obra.
- e ) - Planes de desarrollo locales, regionales o nacionales. Industrias por establecerse.
- f ) - Condiciones socio-económicas. Con base en la encuesta socio-económica de la comunidad, conforme a modelo establecido, consignar los siguientes datos :
  - Promedio de ingresos por familia.
  - Origen de los ingresos ( No. de patronos y dependientes).
  - Clase de organización comunal : organismos comunales.

#### 1.2.6. Condiciones Sanitarias Existentes. -

- a ) - Condiciones generales de salud de la comunidad, si se conocen. Enfermedades de origen hídrico y parasitosis.
- b ) - Sistemas de disposición de excretas en la locali-

dad; tipo y estado de la obra, población servida, extensión de la red, número de conexiones, disposición final.

c ) - Sistemas de abastecimiento de agua.

Cuando exista abastecimiento de agua de cualquier tipo, se deberán anotar las condiciones en que se presta el servicio; fuente de abastecimiento, caudal mínimo, calidad del agua, condiciones sanitarias de la fuente y de la hoya tributaria: características y estado de las instalaciones existentes - (captación, desarenador, aducción, casa de bombeo, pozos, etc.), tipo y estado de las tuberías empleadas, tratamiento aplicado: consumo aproximado de la población y número de conexiones domiciliarias existentes. Posibilidad de utilización de lo existente, administración actual, etc.

d ) - Consignar un breve resumen que refleje las demás condiciones sanitarias de la localidad (basuras, cocheras, matadero, plaza de mercado, etc.).

1.2.7. Posibles fuentes de abastecimiento.-

Estudio de las distintas fuentes aprovechables (superficiales y subterráneas). Se enumerarán, situarán y describirán por orden de importancia todas las fuentes que se estimen utilizables, teniendo en cuenta la tenencia, el caudal, las condiciones sanitarias, los resultados de los exámenes físico-químicos y bacteriológicos, distancia al centro del poblado, altura de bombeo, facilidades de acceso y construcción.

En todos los casos las fuentes recomendables deben ser capaces cada una de suministrar, en cualquier época del año, un caudal mínimo igual a 2.5 veces el consumo medio diario cuando no se proyecte almacenamiento.

a ) - Fuentes Superficiales. Deberá hacerse :

- Inspecciones sanitarias, aguas arriba y aguas-abajo hasta donde se considere conveniente, del posible sitio de captación.
- Determinación de caudales mediante aforos (especialmente en épocas secas) y mediante datos hidrológicos existentes con determinación de niveles mínimo, medio y máximo de las aguas.

Utilización actual y prevista de las aguas. Sección del curso y características del lecho en el sitio de captación.

- Análisis de muestras representativas, físico-químicas y bacteriológicas. También análisis hidrológicos (plankton) cuando las condiciones de la fuente lo justifiquen, sobre todo en caso de captación de lagos y lagunas. Se debe informar sobre necesidad de reforestación, saneamiento y protección de la hoya hidrográfica.
- Aspectos económicos de la fuente tales como longitud de la conducción, cota de la fuente, servidumbre, accesibilidad, etc.

b ) - Fuentes Subterráneas.-

La cantidad de las aguas se determinará mediante la ayuda de pozos de prueba o preferencialmente en la información geológica existente o en los pozos en servicio en la región. La cantidad se verificará mediante aforos realizados por cualquiera de los métodos técnicamente aceptables para aguas subterráneas. En todos los casos, las fuentes deben ser capaces cada una de suministrar, en cualquier época del año, un caudal mínimo igual al consumo máximo diario en época de estisje.

- Deberán suministrarse datos que permitan apreciar recargos al acuífero.
- Los pozos se ubicarán evitando lugares inundables y siguiendo las normas respecto a fuentes de contaminación.  
Las distancias mínimas a las fuentes de contaminación serán :

Fosas secas y tanques sépticos: 100 metros.

Líneas de alcantarillado : 100 metros.

Pozos negros : 100 metros.

La protección contra aguas lluvias se hará por medio de cunetas o de montículos de tierra.  
La protección contra la infiltración se hará hasta una profundidad de 3 metros.

La protección contra la contaminación directa se hará mediante la construcción de una tapa sanitaria adecuada.

- La calidad del agua se verificará mediante análisis físico-químicos y bacteriológicos de muestras representativas, tomadas en diferentes épocas del año, de ser posible.
- Aspectos económicos de la fuente tales como longitud de la conducción, cota de la fuente, altura estática, servidumbre, accesibilidad, etc.
- En todos los casos de perforación sea el pozo utilizable o no, deberá presentarse el perfil geológico, con una descripción adecuada de su ubicación.

c ) - Manantiales.-

Cuando se estudie la utilización de manantiales deberán tenerse en cuenta los factores sanitarios, de caudal, calidad y economía, en la misma forma que se recomienda para los pozos.

1.2.8. Selección de la Fuente.-

Se seleccionará aquella fuente más económica, dentro de los recursos disponibles, que llene además los requisitos de potabilidad exigidos por el Ministerio de Salud. (Ver capítulo sobre normas de potabilidad.).

1.2.9. Alternativa de Proyecto.-

Factibilidad técnico-económica. Suponiendo que las alternativas sean técnicamente factibles, se entra a considerar la factibilidad económica, así :

Tomando como base la experiencia que se tenga en la región sobre costos promedios de obra, se hará una primera aproximación sobre costos de las distintas alternativas que se están considerando. De este valor de obra se sacarán costos per cápita aproximados para ser comparados con el costo per cápita promedio existente en la región. Estos serán los elementos de juicio para elegir la solución.

Más adelante con el proyecto y presupuesto correspondiente ya elaborado, se podrá conocer el costo per cápita de-

finitivo y el valor de la cuota familiar, factor este que - comparado con la capacidad de pago de la población, obtenida de la encuesta socio-económica, mostrará definitivamente la factibilidad económica del proyecto.

## CAPITULO II

### 2. LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS. -

Se levantarán las zonas donde posiblemente se han de localizar los diferentes elementos de la obra : captación, desarenador, pozos, conducción, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento, red de distribución, etc. Igualmente se localizarán las instalaciones existentes.

#### 2.1 - Condiciones Generales. -

##### 2.1.1. Orientación.

El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano - magnético.

##### 2.1.2. Altitud.

El levantamiento altimétrico será referenciado a un B. M. bien identificado.

#### 2.2 - Errores Permisibles. -

##### 2.2.1. Error Lineal.

El error máximo admisible en el cierre de las poligonales será de 1:2.000 .

##### 2.2.2. Error Angular.

El error máximo admisible en el cierre angular de las poligonales será  $E = N$ , siendo N el número de vértices de la poligonal y E el error en minutos

##### 2.2.3. Error de Nivelación. -

El error máximo admisible en el cierre altimétrico será:

$$E = \pm 30\sqrt{K}$$

E = Error en milímetros.

K= Longitud nivelada en kilómetros.

## 2.3 - Zonas de Levantamiento.-

### 2.3.1. Zona de captación.-

Se hará un levantamiento topográfico lo más amplio y de tallado posible de acuerdo a las condiciones del terreno y el tipo de obra.

Cuando se trate de una corriente de agua, se levantarán secciones transversales del curso cuando se justifique y sea posible hacerlo. En todo caso cuando se vaya a construir bocatoma de fondo, se levantará la sección transversal del curso. En corrientes de caudal superior, el perfil se extenderá a una distancia tal que se asegure la derivación de la fuente en aguas mínimas. Igual especificación se tendrá en cuenta al utilizar lagos o lagunas. Siempre se tomarán los niveles máximo, medio y mínimo de la fuente que se va a aprovechar.

### 2.3.2. Zona de desarenador, Planta de tratamiento, Tanque de Almacenamiento.-

Se hará un levantamiento topográfico lo más amplio y de tallado posible de acuerdo a las condiciones del terreno y al tipo de la obra.

Para la planta de tratamiento el área de tratamiento no será menor de una hectárea y para el desarenador y el tanque de almacenamiento se fijará una extensión adecuada a las necesidades presentes y futuras.

La distancia vertical entre curvas de nivel se fijará de acuerdo a lo especificado en el numeral 2.3.2.5.

### 2.3.3. Zona de Conducción.-

El levantamiento topográfico de la línea de conducción se hará por la localización directa o apoyándose en líneas preliminares, según la topografía del terreno.

a ) - Cuando la localización sea directa el abscisado y la nivelación se harán de acuerdo a la pendiente longitudinal, así :

Pendiente Longitudinal de la Línea de Conducción.	Distancia horizontal para el abscisado y nivelación
Menor de 5 %	20.0 Metros
Entre 5% y 20%	10.0 Metros
Mayor de 20%	5.0 Metros

b )- Cuando haya necesidad de líneas preliminares se hará en la siguiente forma :

Pendiente transversal del terreno.	Zona a levantarse a lado y lado de la línea
Menor de 5%	30 metros
Entre 5% y 15%	25 metros
Entre 15% y 25%	20 metros
Entre 25% y 40%	15 metros
Mayor de 40%	10 metros

La distancia vertical entre curvas de nivel de la topografía a lo largo de la conducción será como sigue :

Pendiente transversal del terreno	Distancia vertical entre curvas de Nivel.
Menor de 2%	0.50 Metros.
Entre 2% y 5%	1.00 Metros.
Entre 5% y 10%	2.00 Metros.
Mayor de 10%	2.50 Metros.

En ambos casos se tomarán detalles de las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones, depresiones, etc.

2.3.4. Zona de Distribución. -

(Localidad) . En los levantamientos topográficos del núcleo de la población así como de la zona de desarrollo futuro, se localizarán y nivelarán todas las calles indicando el tipo y estado del piso. Se levantarán las edificaciones diferenciando las que tengan más de una planta y se indicarán los lotes sin construir.

Se señalarán los edificios públicos, escuelas, industrias, hospitales, parques, campos de deporte, cursos de agua, puentes y todas aquellas estructuras naturales o artificiales que guardan relación con el proyecto de la red o influyen en su diseño.

Se nivelarán los accidentes topográficos de importancia y se tomará la cota de los cruces de las calles.

La zona de distribución deberá levantarse por medio de una poligonal cerrada y los otros ejes de levantamiento deberán amarrarse a esta poligonal.

2.4. Referencias de levantamientos planimétricos. -

En las zonas de captación, desarenador, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento, deberán dejarse mojones de concreto debidamente referenciados en un número suficiente que permitan la localización de las estructuras respectivas.

En las líneas de conducción y en la zona de distribución y de desarrollo futuro, se dejarán mojones de concreto debidamente referenciados y en número tal que permitan su replanteo.

2.5. Referencias de levantamiento altimétrico. -

Previamente a la nivelación se colocarán B.M., en concreto u objetos fijos de fácil identificación, en número de tres por kilómetro y visibles de dos en dos, también debidamente referenciados.

**CAPITULO III****3. DISEÑO.****3.1 - Período de Diseño.-**

Se adoptarán los siguientes períodos de diseño :

Pozos :	20 años.
Equipo de Bombeo :	5 a 10 años.
Embalses :	30 años.
Captación :	20 años.
Desarenadores :	20 años.
Conducciones :	20 años.
Tanques :	20 años.

Plantas de Tratamiento : 30 años, siendo el proyecto concebido - de tal manera que se pueda construir por lo menos en dos etapas y que permita ampliaciones.

Redes : 20 años.

**3.2. Cálculo de población.-**

Para el proyecto de cada uno de los elementos de la obra deberá hacerse el cálculo de población con el período de diseño correspondiente.

Se recomienda utilizar el método geométrico, cuya fórmula es :

$$P_f = P_a (1 + r)^n$$

En donde :

$P_f$  = Número de habitantes al final del período de diseño correspondiente.

$P_a$  = Número de habitantes actuales, determinado mediante la encuesta socio-económica.

$r$  = Rata de crecimiento geométrico, determinada con base en -

censos de la población y obtenida utilizando esta misma fórmula ( en este caso  $n$  es el período intercensal ).

$n$  = Período de diseño correspondiente.

En caso de no existir datos censales de la localidad, se puede utilizar la tasa de crecimiento de una población de crecimiento similar o una tasa promedio conocida de la región.

Cuando se justifique, la población flotante y la debida a crecimiento industrial o de cualquier índole por fuera de lo normal, deberá tenerse en cuenta dentro del cálculo.

### 3.3. Consumos.-

#### 3.3.1. Definiciones.

- a ) - Dotación : Es la cantidad de agua suministrada en un día a cada usuario. Se expresa en Lts./hab. por día.
- b ) - Consumo medio diario : Es el consumo durante 24 horas, obtenido como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se conocen registros, podrá asumirse como el producto de la dotación por el número de habitantes servidos.
- c ) - Consumo máximo diario : Es el consumo máximo durante 24 horas observado en el período de un año, sin tener en cuenta los gastos causados por incendio.
- d ) - Consumo máximo horario : Es el consumo máximo en una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta los gastos causados por incendio.

3.3.2. Consumo medio diario ( c.m.d. ).- Para obtener este consumo, se adoptará una dotación que variará entre 80 y 150 litros por habitante por día.

3.3.3. Consumo máximo diario (CMD) : El consumo máximo diario se determina multiplicando el consumo diario por el coeficiente 1.2

$$C.M.D. = 1.2 \times cmd.$$

3.3.4. Consumo máximo horario (CMH) : El consumo máximo horario se determina multiplicando el consumo máximo diario por el coeficiente 1.5

$$C.M.H. = 1.5 \times CMD = 1.5(1.2 \times cmd) = 1.8 \times cmd.$$

### 3.4. Capacidades de diseño de las diferentes partes del sistema :

Captación.- El diseño de la rejilla se hará para una capacidad de dos a tres veces la capacidad de la conducción.

Desarenador.- Conducción. Cuando el sistema incluye almacenamiento, el desarenador y la conducción se diseñan para el consumo Máximo Diario. Cuando el sistema no incluye almacenamiento, el desarenador y la conducción se diseñan para el Consumo Máximo Horario.

#### Estación de Bombeo.-

Cuando el sistema incluye almacenamiento posterior a la estación de bombeo, ésta se calcula en base al Consumo Máximo Diario.

Cuando el sistema no incluye almacenamiento posterior a la estación de bombeo, ésta se calcula en base al Consumo Máximo Horario.

#### Planta de Tratamiento.-

La Planta de Tratamiento se diseña con el Consumo Máximo Diario. Si la planta no trabaja 24 horas al día se debe tener en cuenta el período de operación.

#### Tanque de Almacenamiento.-

Podrá suprimirse el tanque de almacenamiento sólo cuando la fuente asegure un caudal superior a 3 veces el Consumo Medio Diario de la población, en toda época del año.

El Tanque de Almacenamiento, cualquiera que sea su tipo, deberá diseñarse para una capacidad del 20% del Consumo Medio Diario.

Cuando las características de la población o del sistema lo justifique, se adicionará como reserva un 10% del Consumo Medio Diario.

El volumen de los tanques de almacenamiento así obtenidos deberá ajustarse a los volúmenes de tanques tipos existentes en el "INPEC" para 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80 y 100 metros cúbicos.

#### Red de Distribución.-

La capacidad de la red de distribución se diseñará para el consumo Máximo Horario. No es necesario proyectar protección contra incendio por conside -

rarse antieconómico para poblaciones pequeñas.

### 3.5. Captación.-

Es la estructura necesaria para extraer una cantidad de agua determinada de una fuente.

#### 3.5.1. Se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño:

- Las estructuras garantizarán seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos.
- Para cualquier condición de la fuente, garantizarán protección contra la contaminación y entrada de algas u otros organismos indeseables.
- Impedirán al máximo la entrada de arena y materiales en suspensión y flotación.
- Tendrán facilidad de inspección y operación.

#### 3.5.2. Captaciones Superficiales .-

El sitio de la captación debe llenar, en lo posible, las siguientes condiciones :

- a ) - Ubicarse en los tramos rectos o en la orilla exterior de las curvas cuando se trate de cursos de agua.
- b ) - Ubicarse de tal manera que la corriente no amenace la seguridad de la estructura.
- c ) - Aislarse para impedir el acceso de personas o animales.
- d ) - Ubicarse en lugares donde no se formen bancos de arena.
- e ) - Las reforestaciones que se emprendan en la hoya o en la zona de captación serán de ejemplares de hoja perenne.

#### 3.5.2.1. Se distinguen varios tipos de captaciones superficiales, siendo las más comunes la bocatoma de fondo o sumergida y la captación lateral.

##### Bocatoma de Fondo.-

Consiste en una estructura estable localizada en

la corriente de agua, perpendicular a ella y provista de una rejilla metálica que permita dar entrada al agua y retener los materiales de acarreo de cierto tamaño.

La rejilla será de hierro fundido, de barras paralelas entre sí, colocadas en el sentido de la corriente y espaciadas de 1 a 2 cms. No se aceptan mallas por la dificultad para su limpieza y asegurada con tornillos de bronce u otro dispositivo similar.

Las velocidades de aproximación de entrada a la rejilla serán tales que no permitan sedimentación ni acumulación de materias extrañas en ella, justificando su diseño con los cálculos respectivos. La velocidad de entrada será menor de 0.15 m/seg.

#### Captación Lateral.-

Se recomienda cuando el régimen de la corriente no es torrencial y el caudal es significativo, ( Mayor de 3 mts<sup>3</sup> / seg.).

Las captaciones se proveerán de válvulas, desagües, rebosé y caja de inspección con tapa sanitaria.

3.5.2.2. Las captaciones de agua provenientes de manantiales, se diseñarán de tal manera que se garantice el libre flujo de la afloración hacia un tanque de recolección.

- El tanque o caja de recolección será construido de material impermeable y de tal manera que dé completa protección sanitaria.

- Se colocará un dren perimetral para evitar la entrada de agua de escorrentía.

3.5.2.3. Galería de Infiltración.-

Es un conducto horizontal y permeable construido para interceptar y recolectar agua subterránea que fluya por gravedad. Generalmente se ubican paralelas a los lechos de los ríos para asegurar una recarga permanente.

La tubería, con diámetro que garantice la capacidad requerida se colocará a junta perdida c -

tendrá perforaciones convenientemente diseñadas, para captar el caudal necesario. Estarán recubiertas por material adecuadamente gradado teniendo en cuenta la granulometría del material y las características del agua. La velocidad máxima de entrada por los orificios será de 5 cms./seg.

Como medios de protección sanitaria se usará una capa impermeable y drenajes laterales en la superficie. Para los fines de inspección, limpieza y desinfección, deberá a distancias no mayores de 25 m. construirse cajas de inspección.

La velocidad del agua en los tubos no excederá de 0.60 M/sg.

El agua deberá recolectarse en un depósito cubierto.

### 3.5.3. Pozos.-

#### 3.5.3.1. Pozos Excavados. Los Pozos excavados deberán:

- Ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso.
- Protegerse contra riesgos de contaminación.
- Excavarse aguas arriba de cualquier fuente real o potencial de contaminación.
- Localizarse como mínimo a : 100 mts. de tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o de cualquier otra fuente de contaminación similar.

Para la construcción de los pozos excavados se deben tener en cuenta los siguientes requisitos :

- Que el subsuelo del sitio seleccionado no presente grietas, fallas o socavaciones que permitan el paso del agua superficial para evitar contaminación del acuífero.
- Las paredes del pozo deben ser impermeables hasta una profundidad de tres metros como mínimo.
- El área de captación debe acondicionarse con piedras a junta perdida.

- La cubierta del pozo debe estar constituida por una losa de concreto reforzado, previsto de tapa de inspección con cierre hermético. Esta debe sobresalir por lo menos 20 cms. del nivel del piso.
- La unión entre la tubería de succión y la cubierta del pozo debe hacerse en tal forma que no permita infiltraciones.

Se tomará como producción efectiva del pozo el 70% de la producción de éste al cabo de 72 horas de bombeo continuo.

### 3.5.3.2. Pozos Perforados.-

Los pozos perforados deberán, como los excavados :

- Ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso.
- Perforarse aguas arriba de cualquier fuente real o potencial de contaminación.
- Protegerse contra riesgos de contaminación.
- Localizarse como mínimo a 100 mts. de tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o cualquiera otra fuente de contaminación similar.

En cuanto a la construcción de pozos perforados, se deben tener en cuenta los siguientes requisitos :

- El subsuelo del sitio seleccionado no debe presentar grietas, fallas, o socavaciones que permitan el paso de agua superficial o subsuperficial para evitar contaminación del acuífero. Esto es especialmente importante en formaciones calcáreas.
- El diámetro de la tubería de revestimiento del pozo deberá seleccionarse de acuerdo con las características del acuífero y del consumo requerido. Se recomiendan los siguientes valores :

CCNSUMC	Diámetro Tubería de Revestimiento
Hasta 10 lts./sg.	6 "
De 10 a 15 lts./sg.	8 "
De 15 a 25 lts./sg.	10 "
De 25 a 40 lts./sg.	12 "

- La tubería de revestimiento deberá tener una profundidad mínima de 20 metros. En caso de que el acuífero a captar se encuentre a profundidades menores, la profundidad de la tubería de revestimiento podría ser menor, siempre que se tomen precauciones especiales a fin de evitar la contaminación del acuífero.
- El espacio comprendido entre la perforación y el tubo de revestimiento deberá sellarse con mortero rico en cemento hasta una profundidad mínima de 5 metros.
- El tubo de revestimiento deberá sobresalir un mínimo de 25 cms. del piso terminado de la caseta de bombeo.
- El acondicionamiento del terreno en los alrededores del pozo debe hacerse en tal forma que garantice que las aguas superficiales drenen siempre hacia afuera.
- En las zonas adyacentes al acuífero se colocarán rejillas previamente diseñadas de acuerdo a la granulometría del mismo, de tal manera que impidan el paso de áridos que puedan dañar los equipos de bombeo y obstruir el pozo. La velocidad del agua de entrada por los orificios de la rejilla o filtro no deben exceder a 0.33 mts./sg.

En acuíferos con material permeable de diámetro muy pequeño y uniforme, se debe cons

truír un empaque de grava o prefiltro alrededor de la rejilla.

Con este fin el espacio anular en la zona de filtro debe tener como mínimo 10 cms.

La producción efectiva de los pozos deberá estimarse en base a una curva de aforo, de terminada con la ayuda de una bomba, de velocidad variable, por aire comprimido, u otro medio que asegure los resultados más exactos posibles.

Los materiales de la tubería de revestimiento, filtro, columna de las bombas y demás elementos en contacto con el agua, deberán ser resistentes a la acción corrosiva de ésta y soportar los esfuerzos máximos a que puedan estar sometidos. El equipo de bombeo que se instale en los pozos profundos debe cumplir los siguientes requisitos :

- a) La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberá ser suficiente para elevar el caudal de bombeo previsto contra la carga máxima esperada.
- b) La eficiencia de la bomba en ningún caso será menor del 60%.
- c) Los impulsores deben instalarse a una profundidad tal que asegure una sumergencia total para la máxima depresión prevista de la capa.

Para el funcionamiento y operación de los equipos de bombeo, deberá preverse como mínimo de los siguientes dispositivos :

- a) Manómetro en la descarga.
- b) Tubería de limpieza y aforo.
- e) Válvula de retención y de paso en la línea de descarga.
- d) Junta flexible en la línea de descarga.
- e) Medidor de caudal.

- f) Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo.

La capacidad del motor deberá calcularse para suministrar la potencia requerida por la bomba (considerando el rendimiento del conjunto), más una capacidad del 10 al 25% para compensar el desgaste normal del equipo.

### 3.6. Conducciones.-

Las conducciones siempre se diseñarán en canalizaciones cerradas y en lo posible a presión.

En casos muy especiales se aceptarán conducciones por escurrimiento libre.

#### 3.6.1. Conducciones Libres.-

En las conducciones libres se tendrán en cuenta los siguientes datos básicos para el cálculo hidráulico.

- a ) - Diámetro mínimo aceptable : 4 pulgadas.
- b ) - Velocidad mínima : 0.60 m./sg.
- c ) - La velocidad máxima permisible será de 5 o 4 m./sg., según se construya la conducción en tubería de gres o cemento, respectivamente.
- d ) - Escapes : A fin de estimar las posibles pérdidas por escape en la conducción libre, pueden adoptarse los siguientes valores en litros por kilómetro por día:

DIAMETRO	PERDIDAS Lts./ Km. / Día .
6 "	9.410
8 "	11.762
10 "	14.824
12 "	17.643
15 "	22.348

- f) Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo.

La capacidad del motor deberá calcularse para suministrar la potencia requerida por la bomba (considerando el rendimiento del conjunto), más una capacidad del 10 al 25% para compensar el desgaste normal del equipo.

### 3.6. Conducciones.-

Las conducciones siempre se diseñarán en canalizaciones cerradas y en lo posible a presión.

En casos muy especiales se aceptarán conducciones por escurrimiento libre.

#### 3.6.1. Conducciones Libres.-

En las conducciones libres se tendrán en cuenta los siguientes datos básicos para el cálculo hidráulico.

- a ) - Diámetro mínimo aceptable : 4 pulgadas.
- b ) - Velocidad mínima : 0.60 m./sg.
- c ) - La velocidad máxima permisible será de 5 o 4 m./sg., según se construya la conducción en tubería de gres o cemento, respectivamente.
- d ) - Escapes : A fin de estimar las posibles pérdidas por escape en la conducción libre, pueden adoptarse los siguientes valores en litros por kilómetro por día:

DIAMETRO	PERDIDAS Lts./ Km. / Día .
6 "	9.410
8 "	11.762
10 "	14.824
12 "	17.343
15 "	22.348

- e ) - Cajas de Inspección. En alineamientos rectos deberán colocarse Cajas de Inspección por lo menos una cada 100 metros. También se localizarán estas obras en todo cambio de pendientes y dirección.

Las Cajas de Inspección serán de sección cuadrada, provistas de tapa con manija de hierro, de manera que el brocal sobresalga de la superficie del terreno y que la tapa evite el acceso de las aguas hacia el interior.

La cota de batea de salida debe estar por lo menos 5 cms. más baja que la de la boca de entrada.

- f ) - Profundidad de Canilización. Se recomienda un recubrimiento de la canalización de 80 cms. como mínimo sobre la cota de clave.
- g ) - Obras de Arte.- Los viaductos, túneles, cruces en las carreteras, ferrocarriles, caminos reales y de herradura, pasos en las quebradas, etc., se diseñarán teniendo en cuenta la protección de las aguas contra contaminación, estabilidad de las obras, etc.
- h ) - Cálculos hidráulicos. Se utilizará la fórmula de Manning :

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

En la cual :

V = Velocidad en mts./sg.

R = Radio hidráulico en metros.

S = Pendiente hidráulica.

n = Coeficiente de rugosidad.

- i ) - Sifones invertidos : La cámara de entrada al sifón se diseñará en forma de caja desarenadora, con su tabique de amortiguamiento, prevista de su correspondiente desagüe y vertedero de exceso de las aguas. La cámara de salida puede ser similar a la anterior pero sin el dispositivo desarenador y de rebose.

### 3.6.2. Conducciones forzadas.-

En las conducciones forzadas se tendrán en cuenta los siguientes datos básicos para el cálculo hidráulico :

a ) - Los diámetros mínimos serán :

CLASE DE MATERIAL	DIAMETRO MINIMO
Asbesto cemento	2 "
Galvanizado y plástico	1 "

b ) - Velocidad mínima : 0.60 mts./sg.

c ) - Velocidad máxima : 6.00 mts./sg.

d ) - Colocación y anclaje de la tubería. Las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 0.80 metros sobre la clave.

Si los terrenos son dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 1.00 metros.

En los puntos más bajos y en los cruces de corrientes o cuerpos de aguas, se podrá dejar la tubería superficial siempre y cuando se garantice estabilidad y protección sanitaria. Se usará tubería metálica. Cuando la tubería se coloque superficialmente, se apoyará en forma adecuada sobre cierto número de soportes. Entre cada dos de estos puntos fijos se intercalará una pieza de dilatación. - Cuando la tubería vaya superficialmente y esté más o menos horizontal, también hay que anclarla cada 100 a 150 metros; en los cambios de dirección del eje del tubo se instalarán anclajes teniendo en cuenta para su diseño los más rigurosos esfuerzos a que están sometidos.

e ) - Dispositivos especiales.- Se instalarán ventosas en todos los picos o puntos altos y válvulas de purga en los puntos bajos, para la limpieza de la tubería. El diámetro de las válvulas de purga será igual al diámetro de la tubería, cuando esta es menor de 3". Estas válvulas estarán provistas de un ramal de descarga del mismo diámetro.

Se instalarán cámaras de quiebre de presión o válvulas reductoras de presión con el objeto de no ex

ceder la máxima presión de trabajo recomendada - por los fabricantes para el tipo de tubería seleccionada.

Todas las válvulas deben colocarse sobre una base adecuada de concreto y deben protegerse con una caja de concreto o ladrillo en tal forma que la operación e inspección sea fácil.

- f ) - Cálculos hidráulicos.- Se utilizará la fórmula de ~~KAZEM~~ y WILLIAM:

$$H = 0.3547 \quad CD^{0.63} \quad J^{0.54}$$

En la cual :

V = Velocidad en metros/sg.

J = Pérdida de carga en metro/metro lineal de conducto.

D = Diámetro del tubo en metros.

C = Coeficiente de fricción.

Se usarán los siguientes coeficientes de fricción :

Asbesto - cemento	C = 140
Hierro fundido	C = 130
Hierro galvanizado	C = 100
Tuberías plásticas	C = 140

### 3.7- Almacenamiento. -

Todos los tanques de almacenamiento y distribución deberán cubrirse con losa de concreto armado provista de tapa sanitaria para efectos de inspección y reparación. Dicha tapa debe ser hermética y tener cierre de seguridad. Deberán proveerse de un paso directo que permita mantener el servicio mientras se efectúa el lavado o reparación de los tanques.

#### 3.7.1. Tanques Enterrados - Semienterrados o simplemente apoyados en el suelo. -

Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos :

- a ) - El área donde se localicen deberá aislarse para evitar la entrada de personas o animales o ser usada para disposición de desechos de basuras.

- b ) - El tanque debe localizarse a una altura y distancia conveniente de cualquier posible fuente de contaminación.

La mínima distancia horizontal a cualquier fuente de contaminación será de 15 metros.

La distancia que se tome deberá justificarse.

- c ) - Los materiales usados para la construcción, incluyendo losa y tapas de boca de inspección, deben ser apropiados y duraderos. Los más recomendables son cemento y mampostería. En lo posible se deben aprovechar al máximo los materiales y la mano de obra disponibles en la región.
- d ) - La superficie del terreno alrededor del tanque debe tener una pendiente que permita drenar hacia afuera el agua superficial.
- e ) - El fondo del tanque debe estar siempre por encima del nivel freático. En caso necesario debe instalarse un sistema de drenaje adecuado para las aguas de infiltración.
- f ) - Las paredes de los tanques enterrados deben sobresalir por lo menos 30 cms. de la superficie del terreno.

### 3.7.2. Tanques Elevados.-

En los tanques de almacenamiento abastecidos por bombeo, se tendrá en cuenta el período de bombeo, período de diseño y las variaciones horarias del consumo.

Los tanques elevados podrán ser de concreto o metálicos.

Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos :

- a ) - Que el nivel mínimo del agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
- b ) - Debe utilizarse la misma tubería para entrada y salida del agua.
- c ) - La tubería de rebose debe descargar libremente.

### 3.7.3. Accesorios y Dispositivos.-

Todos los tanques deberán proveerse de los siguientes dispositivos :

- a ) - Tubo de entrada al tanque.
- b ) - En los tanques que no son elevados, se colocará el tubo de salida con respecto al tubo de entrada en tal forma que haya circulación de agua en el tanque y se reduzca a un mínimo la posibilidad de cortos-circuitos.
- c ) - Un tubo de rebose de capacidad igual a la máxima-entrada.
- d ) - Un tubo de desague con su correspondiente llave de paso y de diámetro tal que permita vaciar el tanque en 2 ó 4 horas. El diámetro mínimo será de 4" .
- e ) - Dispositivos para ventilación en número no menor - de 2, convenientemente protegidos contra la entrada de insectos.
- f ) - Escaleras interiores y exteriores en caso de que - las dimensiones excedan 1.20 metros.
- g ) - Para facilitar la operación de las llaves y válvulas del tanque, estas deben ubicarse en lo posible en - una caja común o cámara seca.
- h ) - Las tuberías de rebose y desague no se conectarán directamente a los alcantarillados : deberán tener - una descarga libre de 15 cm. como mínimo.
- i ) - Los extremos de las tuberías de rebose y desague deben protegerse con tela metálica para impedir el paso de insectos y otros animales.

### 3.8 - Red de Distribución.-

- a ) - Para el cálculo de la red de distribución se empleará el método de HARDY CROSS para mallas. El - cierre de mallas se hará con una aproximación de 1 metro de diferencia de presiones.
- b ) - Se aceptarán remales abiertos que partan de la tubería matriz de distribución siempre que terminen en conexiones domiciliarias, pilas públicas, o en casos excepcionales, en puntos muertos provistos - de válvulas o tapones que sirvan para la limpieza - de la tubería; esta limpieza se debe hacer por lo - menos una vez al mes.

- c ) - En lo posible debe procurarse instalar conexiones domiciliarias al 100% de la población beneficiada.
- d ) - Las tuberías deberán ubicarse preferiblemente de un lado de las calzadas. En caso de que existan vías importantes, deberá estudiarse la conveniencia de instalar tuberías en ambos lados. El diseño de la red deberá contemplar el desarrollo futuro de la localidad con el fin de prever facilidades de ampliación.

### 3.8.1. Diámetros mínimos. -

El diámetro mínimo a diseñarse será de 2" para tubería de asbesto cemento. Cuando se vaya a utilizar la tubería de hierro galvanizado o plástica, los diámetros serán los que resulten del cálculo.

### 3.8.2. Presiones. -

En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores :

Mínima 6 Metros ( Presión de servicio )

Máxima 60 Metros ( Presión estática )

### 3.8.3. Válvulas para operar la red. -

Las válvulas de control de la red para reparaciones y mantenimiento, se localizarán en lo posible en forma tal que permita aislar un tramo sin dejar fuera de servicio una gran extensión de la red.

Se proveerán válvulas de purga en los puntos bajos de la red.

## 3.9 - Bombeo. -

Cuando el Acueducto se vaya a diseñar a base de bombeo, deberán considerarse detenidamente los siguientes factores :

- a ) - Que todo sistema por bombeo, en términos generales, es siempre más costoso que un sistema similar por gravedad.
- b ) - Que deben considerarse además de las inversiones iniciales los costos de conservación, mantenimiento y operación del sistema.

- c ) - Que la comunidad debe estar en capacidad de absorber tales costos y en particular los de conservación, mantenimiento y operación, y que el único sistema conocido y practicado hasta la fecha es el del acueducto con conexiones domiciliarias que permita, a través de sus suscriptores, lograr tales objetivos.
- d ) - Que de acuerdo con los fondos disponibles para cada caso y según el aporte de la comunidad para construcción y mantenimiento del acueducto, deberán diseñarse los sistemas de bombeo más elementales y económicos, a saber : bombas de mano y molinos de viento, arietes y por último motobombas, de acuerdo con las condiciones de vientos, saltos de agua, etc. predominantes en la región.

En todo caso cuando el bombeo se haga necesario como único sistema, se dará preferencia a comunidades mayores de 500 habitantes que se encuentren en capacidad de administrarlo y amortizar el préstamo.

### 3.10 - Dimencionamiento económico de las tuberías de bombeo. -

- a ) - Para instalaciones que funcionan en forma continua, se utilizará la fórmula de Bresse :

$$D = K\sqrt[3]{Q}$$

D = metros.

Q = m<sup>3</sup> / sg.

K = Varía de 0.7 a 1.6 . Un valor medio de 1.2 - es lo más usual.

- b ) - Para instalaciones que no son operadas continuamente :

$$D = 1.3 (x)^{1/4} \sqrt[3]{Q}$$

D = Diámetro en metros.

X = No. de horas de bombeo por día.

24

Q = m<sup>3</sup> / sg.

### 3.11 - Selección de la Bomba.-

Para la selección de la unidad o unidades de bombeo se indicarán los siguientes datos :

Caudal de bombeo :	lt./sg.
Turbidez del agua :	p.p.m.
Altura dinámica de succión (estática + pérdidas) :	metros
Altura dinámica de impulsión (estática + pérdidas) :	metros
Altura dinámica total del bombeo (succión + impulsión) :	metros
Temperatura del lugar :	° C
Altura sobre el nivel del mar :	metros
Presión atmosférica del lugar, expresada en metros de columna de agua :	m.c.a.
Columna de Succión Positiva Neta ( C.S.P.N ) :	metros.

NOTA : Se anexará un análisis físico-químico del agua a bombear.

### 3.12 - Cálculo de la Potencia.-

La potencia del conjunto elevatorio se calculará por la fórmula :

$$P = \frac{W \ Q \ H}{75 \ e}$$

P = Potencia en caballos ( Horse Power ).

W = Peso específico del agua ( 1.000 kg./m.<sup>3</sup> )

Q = Caudal de bombeo ( M<sup>3</sup>/sg. )

H = Altura dinámica total ( m. )

e = eficiencia del conjunto elevatorio ( e<sub>motor</sub><sup>x</sup> e<sub>bomba</sub> )

## CAPITULO IV

### 4 - CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA DE CONSUMO.

#### 4.1. Calidad.

##### 4.1.1. Generalidades.

A pesar de que en las pequeñas poblaciones hay dificultad para cumplir los requisitos exigidos en cuanto a calidad del agua de consumo, es indispensable que sean respetados los límites para las sustancias nocivas y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento.

##### 4.1.2. Patrones de Potabilidad.

Los límites sobre calidad del agua de consumo son consideraciones generales para aceptación y no deben tomarse como guía para controlar las instalaciones de tratamiento, ya que un proceso de potabilización bien conducido puede dar resultados mejores que los establecidos como mínimos para las aguas de abastecimiento.

Como orientación se anexa el cuadro No. 1 que contiene los patrones de potabilidad de la Organización Mundial de la Salud, de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas y del Servicio de Salubridad Pública de los Estados Unidos de América.

##### 4.1.3. Toma de Muestras.

Con el fin de conocer las variaciones de las características físicas, químicas y bacteriológicas de la fuente de agua para el abastecimiento de una población, deben tomarse muestras, inicialmente un mínimo de dos, que correspondan a las variaciones máximas y mínimas de calidad de las aguas, para realizar los ensayos respectivos. Las muestras para ensayos físico-químicos se tomarán en recipientes adecuados - preferiblemente de plástico - cuya capacidad mínima debe ser un litro.

Las muestras para ensayos bacteriológicos se tomarán en recipientes adecuados, cuya capacidad mínima debe ser de 200 C.C. En ambos casos se seguirán las normas del Servicio de Salubridad Pública de los Estados Unidos de América.

PATRONES DE POTABILIDAD

U. S. P. H. S. = Servicio de Salubridad Pública de los Estados Unidos de América

A. B. N. T. = Asociación Brasileira de Normas Técnicas

CARACTERISTICAS	U. S. P. H. S.	A. B. N. T.		Organización Mundial de Salud.-	
		Recomendado	Tolerable	Permisible.	Excesivo.-
<b>FISICAS (p.p.m.)</b>					
Turbidez (esc. Silice).	10 (1)	1.0	5.0	5.0	25.0
Color (esc. Cobalto).	20 (1)	10.0	30.0	5.0	50.0
Olor	Ausencia de Olor.	Inobjetable.		Inobjetable	
Sabor	Ausencia de Sabor	Inobjetable.		Inobjetable	
<b>QUIMICAS (p.p.m.)</b>					
Cloro Libre (Cl.)		0.2	0.5		
Manganeso (Mn.)	0.05		0.1	0.1	0.5
Plomo (Pb.)	0.1		0.1	0.1	-
Cobre (Cu.)	1.0 (2)		3.0	1.0	1.5
Zinc. (Zn.)	5.0 (2)		15.0	5.0	15.0
Hierro. (Fe.)	0.3 (3)		0.3	0.3	1.0
Magnesio (Mg.)	125.0 (2)			5.0	15.0
Arsénico (As.)	0.01		0.1	0.2	-
Selenio. (Se.)	0.05		0.05	0.05	-
Cromo exavalente	0.05		0.05	0.05	-
Fluor (F.)	1.7	1.0	1.5	-	-
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	250.0 (2)		250.0	200.0	600.0
Compuestos fenólicos	0.001 (2)		0.001	0.001	0.002
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	250.0 (2)		250.0	200.0	400.0
Dureza (CO <sub>3</sub> Ca)		100.0	200.0		
Cloro Libre (Cl.)		0.2	0.5		
Nitrógeno Nítrico				-	50.0
Sólidos Totales	500.0 a 1000.0	500.0	1000.0	500.0	1500.0
Cianuros (CN)	0.01			0.01	-
Calcio (Ca.)				75.0	200.0
Detergentes	0.5				
Sustancias Radiactivas { Ra <sup>226</sup> Sr <sup>90</sup>	3 micromicrocuries/lit.				
Alcoholinidad (CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> )	10 micromicrocuries/lit.				
pH.	<10.6	pHsat.	6	7.0 - 8.5	<6.5 ó > 9.2
<b>BACTERIOLOGICAS</b>	0.92				
NUMERO MAS PROBABLE DE COLIFORMES/100mls. {	Tomando una muestra - mensual para poblaciones menores de 2500 hab.	Tratadas	{ 90% tiempo inferiores a 1 100% tiempo inferiores a 10		
		Naturales	{ 90% tiempo inferiores a 10 100% tiempo inferiores a 20		

(1) Para aguas filtradas

(2) Limites recomendados o sugeridos, pero no exigidos

(3) Para hierro y manganeso en conjunto.

## 4.2 - Tratamiento. -

### 4.2.1. Generalidades.

Todas aquellas aguas que no llenan los requisitos de potabilidad establecidos en estas normas, deberán tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleadas como fuentes de abasto para poblaciones.

El tratamiento deberá fijarse de acuerdo a los resultados de los análisis realizados por laboratorios de reconocida competencia.

Las muestras de agua para la realización de los análisis deberán ser tomadas y transportadas al Laboratorio de acuerdo con la técnica que se recomienda para cada caso.

### 4.2.2. Desarenador. -

Los sólidos pesados que puedan afectar el normal funcionamiento y conservación de las instalaciones deberán ser previamente removidos mediante desarenadores, ubicados lo más cerca posible del sitio de captación.

Las unidades desarenadoras deberán cumplir con los siguientes requisitos :

- a ) - Los dispositivos de entrada y salida se deberán proyectar en tal forma que aseguren una buena distribución del flujo reduciendo a un mínimo la posibilidad de cortos circuitos.
- b ) - El período de retención para el caudal máximo que llegue al desarenador será de 20 minutos como mínimo.
- c ) - Se recomienda diseñar los desarenadores con una profundidad efectiva de tanque de 1.50 a 1.80 metros; la relación entre la longitud y la anchura puede estar comprendida entre 3 y 6; debe dejarse una capacidad adicional al tanque para el volumen de los sedimentos o lodos. El ancho mínimo será de 0.60 metros a fin de facilitar la limpieza.
- d ) - La tubería de llegada debe quedar localizada en el eje longitudinal del mismo para evitar en lo posible cortos circuitos.
- e ) - A la entrada se instalará un baffle o tabique a fin de hacer uniforme el flujo dentro del desarenador

y cuya altura será por lo menos de las 2/3 partes de la profundidad efectiva del tanque.

- f ) - El dispositivo de salida de agua del desarenador - puede consistir en un canal con vertedero a todo lo ancho del tanque.
- g ) - El tanque irá provisto de un reboso colocado lateralmente cerca de la entrada.
- h ) - Los desarenadores deberán garantizar la remoción de partículas mayores de 0.1 mm. de diámetro en un porcentaje no menor de 75%.
- i ) - La velocidad horizontal deberá fijarse en función - del asentamiento vertical de la partícula, no debiendo exceder de 30 cm./sg. La velocidad del asentamiento vertical se calculará tomando en cuenta la - temperatura del líquido y el peso específico de la partícula.

#### 4.2.3. Aereación.-

En caso de que sean necesaria la remoción de gases, hierro, manganeso, etc. , mediante proceso de aereación, se podrán instalar los aereadores de bandeja con o sin material de contacto, de cascada, de fuente de difusión, etc.- Los aereadores instalados para la oxidación de compuestos precipitables, deberán estar seguidos por unidades de sedimentación.

#### 4.2.4. Sedimentación Simple.

Se empleará cuando la turbidez del agua sea excesiva, antes de los filtros lentos, con el fin de rebajar esta turbidez a 25 p.p.m. o menos, permitiendo de este modo la operación de dichos filtros sin necesidad de estarnos limpiando frecuentemente.

Las características generales de los sedimentadores simples sin el uso de coagulantes, son semejantes a los indicados para los desarenadores, con las siguientes modificaciones :

- a ) - El período de retención para el gasto máximo será de 2 horas como mínimo y 12 horas como máximo.

- b ) - La profundidad no será menor de 2.50 metros.
- c ) - Puede instalarse un paso directo con el fin de no interrumpir el servicio cuando se está lavando el sedimentador.

#### 4.2.5. Filtración.-

La filtración podrá hacerse con filtros lentos de arena. Estos filtros lentos de arena deberán cumplir con los siguientes requisitos :

- a ) - El influente no deberá tener color mayor de 30 unidades ( Escala Platino - Cobalto ), ni turbidez superior a 25 p.p.m.
- b ) - La rata de filtración no será mayor de  $5 \text{ m}^3 / \text{m}^2$  por día.
- c ) - La arena deberá tener un tamaño efectivo de 0.25 a 0.35 m.m. y un coeficiente de uniformidad no mayor de 3.
- d ) - El espesor del lecho filtrante deberá fijarse en función de las características del influente y la granulometría de la arena. El espesor no deberá ser menor de 0.30 metros.
- e ) - La altura de la capa de agua sobre la arena deberá ser del orden de un metro.
- f ) - La máxima pérdida de carga admitida antes de la limpieza , no deberá exceder de 0.70 metros.
- g ) - La grava deberá colocarse en un mínimo de 3 capas gradadas de acuerdo con las características de la arena y del sistema recolector. El espesor total no debe ser menor de 25 centímetros.
- h ) - El sistema recolector de agua filtrada así como los dispositivos de entrada, salida, control, etc. deberá ser diseñado de acuerdo a las especificaciones que para tal efecto existen.

#### 4.2.6. Desinfección.-

Con el objeto de asegurar la calidad bacteriológica del agua, ésta debe someterse a un tratamiento mínimo de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados.

El punto de aplicación del compuesto clorado deberá seleccionarse en forma tal que garantice una mezcla mínima con agua y asegure un período de contacto de 15 a 20 minutos-

TRATAMIENTO CARACTERISTICAS	AEREACION	SEDIMENTACION SIMPLE	FILTRACION LENTA	COAGULACION, SEDIMENTACION Y FILTRACION RAPIDA	CORRECCION DE DUREZA Y FILTRACION RAPIDA	DESINFECCION (CLORACION)
BACTERIAS	0	++	++++	++++ 1	(+++) 2	++++
COLOR	0	0	++	++++	(++++)	0 13
TURBIDEZ	0	+++	++++ 3	++++	(++++)	0
OLOR Y SABOR	++++ 4	(+)	+++	(++)	(++)	++++ -- 5 6
DUREZA	+	0	0	(--) 7	++++	0
CORROSIVIDAD	+++ 8 --- 9	0	0	(--) 10	VARIABLE	0
HIERRO Y MANGANESO	+++ 12	+ 11	++++ 11	++++ 11	(++)	0 13

SIMBOLOS EMPLEADOS

EFFECTOS FAVORABLES	GRADO	EFFECTOS ADVERSOS
++++	AMPLIAMENTE	----
+++	BASTANTE	---
++	POCO	--
+	LIGERAMENTE	-
0	SIN EFECTO	0

NOTA: LOS SIMBOLOS ENTRE PARENTESIS INDICAN EFECTOS INDIRECTOS

como mínimo, antes de que llegue el agua al consumidor.

La desinfección debe ser tal que asegure un residual de 0.2 p.p.m. en el punto más lejano de la red.

N O T A :

Los efectos de los principales procesos de tratamiento sobre calidad del agua podrán verse en el cuadro No.2 .

OBSERVACIONES AL CUADRO No. 2 .-

- 10.- Un poco irregularmente.
- 20.- Tratamiento con cal en exceso.
- 30.- Los filtros se obstruyen rápidamente a altas turbiedades.
- 40.- Excepto para sabores debidos a clorofenoles.
- 50.- Supercloración seguida de descloración.
- 60.- Cloración normal.
- 70.- La coagulación con sulfato de aluminio convierte la dureza de carbonatos en dureza de sulfatos.
- 80.- Por remoción de  $CC_2$ .
- 90.- Con adición de oxígeno.
- 100.- La coagulación con sulfato de aluminio libera  $CO_2$  .
- 110.- Después de aereación.
- 120.- Aereación seguida de una unidad separadora ( por sedimentación ) ( N.A. )
- 130.- Puede remover hierro y tener efecto sobre el color ( N.A. )
- 140.- Reducción de la dureza por el proceso de precipitación química (N.A.) .

CAPITULO V5 - PRESENTACION DE PROYECTOS. -5.1.- Presentación de Planos y Memorias.

Los Planos y Memorias del Abastecimiento de Agua para poblaciones menores de 2.500 habitantes, elaborados por las oficinas Seccionales del INPES o por cualquier otra entidad oficial o particular, incluidos en el Plan Nacional de Acueductos Rurales, deberán ser remitidos a la División de Saneamiento Básico Rural del INPES, previa revisión y aprobación en la respectiva Seccional, del Ingeniero Supervisor de Zona o del Ingeniero delegado para hacerlo, a más tardar el 31 de Octubre del año anterior al de la Construcción de la obra. Para que un Acueducto pueda contemplarse dentro del presupuesto de inversión, de la vigencia en la cual se prospecta su construcción, es indispensable que el Proyecto repose en el Archivo de la Sección de Estudios y Construcciones de la División de Saneamiento Básico Rural.

Dado el caso de que por motivos ajenos a las Seccionales de Ingeniería Sanitaria, no pudieren presentarse los Proyectos dentro del plazo estipulado anteriormente, se remitirá dentro de la misma fecha, y previa justificación suscrita por el Ingeniero Jefe de la Seccional con el visto bueno del Ingeniero Supervisor de Zona, la lista de obras a construir en el año siguiente, con un estimativo aproximado del Presupuesto por obra. En este caso se prolongará la fecha de presentación definitiva de los Proyectos hasta el 15 de Diciembre del mismo año, quedando con prioridad para su inclusión en el Presupuesto las obras que tengan proyectos aprobados antes del 31 de Octubre.

En consecuencia, no podrán iniciarse los trabajos de construcción de una obra, hasta tanto el proyecto respectivo no haya sido revisado y aprobado por los Ingenieros Jefes de Zona de la Sección de Supervisión y Asistencia Técnica de la División

5.1.1. Partes Componentes del Proyecto. -

La presentación de los proyectos al INPES incluirá (1) - una copia, y constará de los siguientes elementos :

- a ) - Carátula.
- b ) - Indice.
- c ) - Plano de Ubicación de la Localidad.

- d ) - Cálculo de coordenadas.
- e ) - Memoria descriptiva.
- f ) - Calculos hidráulicos.
- g ) - Cálculos estructurales.
- h ) - Análisis de precios unitarios y presupuesto.
- i ) - Juego de planos.
- j ) - Análisis Físico-Químicos-Bacteriológicos.

#### 5.1.2. Carátula.-

Cada proyecto será presentado en forma de carpeta tamaño carta con tapa y contratapa de cartulina: la tapa llevará la carátula de acuerdo con el modelo adjunto.

#### 5.1.3. Índice.-

Inmediatamente a continuación de la carátula se agregará un índice en el cual se hará mención de los capítulos respectivos con sus correspondientes contenidos por hojas.

#### 5.1.4. Plano de Ubicación de la Localidad.-

Cada proyecto llevará un plano del Departamento en la escala necesaria para encuadrarlo en la hoja tamaño carta, en el que se señalará la ubicación de la ciudad capital, el municipio y la localidad en la cual se construirá la obra, indicándolas con círculos de acuerdo a las convenciones del modelo adjunto.

#### 5.1.5. Cálculo de Coordenadas de las Poligonales.-

Se adjuntará a la memoria el cuadro correspondiente al cálculo de coordenadas de las poligonales del acueducto población y conducción. Los cuadros se elaborarán en hojas tamaño carta según modelo adjunto.

#### 5.1.6. Memoria Descriptiva.-

Tiene por objeto dar a conocer las características de la localidad, los resultados de la encuesta socio-económica y las soluciones adoptadas.

Debe suministrar la siguiente información mínima :

Localización.

Topografía.

Clima.

Actividad Económica.

Autoridades, servicios públicos e instituciones oficiales y privadas.

Condiciones sanitarias.

Abastecimiento actual de agua.

Fuentes de Abastecimiento y aforos representativos de las variaciones de caudal de dicha fuente.

Descripción del proyecto.

Respecto a este punto (Descripción del Proyecto), se hará una descripción somera de cada una de las partes integrantes del proyecto; en lo posible se incluirá una reseña de las distintas alternativas estudiadas y se expresarán las razones tenidas en cuenta para elegir la solución adoptada en el proyecto :

Se indicará el tipo de captación adoptada; la dirección general de la conducción, clase de tubería y diámetro, mencionando las obras de arte especiales; la ubicación tipo y capacidad del tanque; el tratamiento necesario y las obras escogidas para el mismo, diámetro y clase de tubería de la red de distribución y número de conexiones domiciliarias.

#### 5.1.7. Cálculos Hidráulicos.-

Los cálculos hidraulicos tienen por objeto registrar en forma detallada los valores básicos que han servido para el cálculo, las fórmulas, ábacos o tablas empleadas y los valores resultantes.

Deberá incluirse como mínimo en cada proyecto :

a ) - Datos demográficos.-

Población actual (obtenida de la planilla de la -

encuesta socio-económica), el índice de crecimiento demográfico, la fórmula utilizada para el cálculo de la población futura y el período de diseño para cada una de las estructuras.

b ) - Dotación de calculo.-

Dotación de cálculo y las razones para su adopción, número de conexiones domiciliarias, consumo medio diario y máximo horario.

c ) - Bocatoma.

Se justificará la clase de bocatoma, dimensiones del dispositivo de entrada, dimensiones de la obra, etc.

d ) - Tratamiento.

Se justificarán, indicando los cálculos respectivos, las unidades de tratamiento (desarenador, aereadores, sedimentación, filtros lentos, etc) adoptadas.

e ) - Conducción.-

Se calculará según el modelo que se anexa, incluyendo el dimensionamiento de obras especiales como pasos elevados, cámaras de quiebres de presión, etc.

f ) - Tanque de Distribución.-

Se calculará y dimensionará según lo especificado en el numeral 3.4 ( Pag. No. 12 ).

g ) - Desinfección.-

Se calculara la dosis de cloro prevista para desinfeccion y el sistema de aplicación adoptado.

h ) - Red de Distribucion.-

Se calculará de acuerdo a lo especificado en los numerales 3.4 ( Pag. No. 12 ) y 3.8 (Pag, No. 24), adjuntando un croquis de la red en el que se indicarán las mallas escogidas, longitudes de los tramos y sentido del flujo. Se utilizará el modelo que se anexa, consignando únicamente la última vuelta de CROSS. Si la red no incluye mallas, deberá calcularse según modelo adjunto .- " Cálculo de la Red " .

i ) - Bombeo. -

Cuando se proyecten estaciones de bombeo, el cálculo debe incluir para las bombas :

- Altura dinámica de succión.
- Altura dinámica de impulsión.
- Altura dinámica total.
- Cabeza neta de succión positiva.
- Altura sobre el nivel del mar.
- Temperatura del agua.

Debe incluirse la capacidad del motor, en base a las características de la bomba seleccionada.

Para la utilización de aguas subterráneas, se indicará la profundidad y capacidad de las napas a utilizar, y de ser posible se adjuntará un perfil geológico.

5.1.8. Cálculos estructurales. -

Cuando se trate de obras especiales, diferentes a los modelos adoptados por el INFES, deberán hacerse los cálculos y el diseño estructurales respectivos.

5.1.9. Análisis de precios unitarios y presupuesto. -a ) - Análisis de precios unitarios:

Es necesario hacer un análisis de precios unitarios: teniendo en cuenta el costo de mano de obra y materiales en la localidad, para cada uno de los diferentes items del presupuesto, que así lo requieran, tales como : valor del  $M^3$  de concreto ciclópeo, del  $M^2$  de muro de ladrillo, del  $M^3$  de excavación, etc.

b ) - Presupuesto :

En base al proyecto definitivo y al análisis de precios, se elabora el presupuesto de la obra, indicando en un orden lógico los diversos Items que lo componen, así como la unidad empleada, valor unitario, valor parcial y valor total del Item.

Se procurará, en lo posible, subdividir cada obra en partes bien individualizadas y fáciles de cubrir o descomponer en sus elementos constituyentes.

Unicamente se admitirán valores globales en aquellos Items en los cuales resulte difícil o imposible su discriminación en valores unitarios.

Los items del presupuesto se presentarán ordenados en la siguiente manera:

Captación.

Tratamiento (desarenador, aereadores, sedimentadores, filtros lentos, etc.)

Conducción.

Tanque de distribución.

Desinfección

Red de distribución.

Estaciones de bombeo.

Administración y gastos generales.

Para la determinación de los costos de materiales se calculará en lo posible el costo del material colocado en la obra. Vale decir, agregando al costo en lugar de producción o venta el de transporte hasta las obras.

El valor total del presupuesto incluirá hasta un 10% por concepto de imprevistos.

Al monto total resultante se le podrá aumentar hasta un 15% por concepto de administración y gastos generales.

Además se agregará una lista con los costos de los materiales, salarios, energía, transportes, en la zona, etc. que sirvieron para confeccionar el presupuesto.

Para la elaboración de los costos unitarios por concepto de mano de obra, hay que hacer en cada caso un análisis del costo directo, prestacio-

nes sociales, gastos generales, etc.

Mediante los estudios Socio-Económicos que obligatoriamente se efectuarán como base de los proyectos se calculará el número aproximado de acometidas a instalar y con el presupuesto de las obras y la estimación de los costos de operación y mantenimiento, se fijará el aporte inicial, en efectivo, materiales y mano de obra, y se determinará la tasa mensual por familia o " cuota familiar " .

N C T A :

De acuerdo a la situación económica de la comunidad, podrá financiarse total o parcialmente el costo de la acometida y la conexión intradomiciliaria. En otras palabras si la comunidad puede pagar inicialmente la acometida y la conexión intradomiciliaria, esta participación entrará dentro del aporte inicial; en caso contrario, la acometida como las demás obras entrarán dentro de la financiación total de la obra.

5.1.10.-Juego de Planos.-

a ) - Forma de presentación.

En todos los casos se presentara una copia heliográfica de los planos originales dibujados en tinta china o similar. Los planos serán claros y legibles.

Deben dibujarse de manera que toda información necesaria pueda mostrarse perfectamente.

El tamaño de los planos será de 50 cms. por 70 cms. con un margen perimetral de 1.5 cms. excepto el margen izquierdo que tendrá 4 cms.

(En el ángulo inferior derecho, llevarán un cuadro para el letrero, de 10 cms. de alto por 15 cms. de ancho según modelo adjunto.)

No

b ) - Número de Planos .-

Se presentarán como mínimo los siguientes planos :

1.- Planta general acotada del conjunto de las obras, en una escala tal que quepa en una sola plancha.

2.- Captación y derivación.

En el caso de tomas superficiales se acompañarán detalles de la captación escala : - 1:50 ó 1:20 junto con cortes longitudinales y transversales que definan perfectamente la obra a realizar. En el caso de aprovechamiento de aguas subterráneas se adjuntarán los perfiles estratigráficos o geológicos de perforaciones en la zona en caso de que existan, con indicación de napas de agua que permitan estimar la profundidad y cual de las napas se va a captar.

3.- Conducción.

Planta y perfil acotadas de la línea de conducción con topografía de la zona, a escala H 1: 1000 y V 100. (1:100)

Se indicarán las características hidráulicas para cada tramo, localización de las cajas de inspección en caso de conducción por gravedad; en las conducciones forzadas toda clase de accesorios como cámaras de quiebre de presión, válvulas de purga, ventosas, etc., y obras de arte.

En caso de conducciones forzadas, deberá dibujarse la línea piezométrica, indicando además, las cotas negras, cotas rojas, pendientes, abscisado, clase de tubería, diámetro y longitud, y accesorios, tal como figura en el anexo respectivo.

En estas planchas se harán las referencias de tránsito y nivel.

4.- Unidades de Tratamiento.

En el caso de que sea necesario la construcción de una unidad de tratamiento, deberán prepararse los planos y cortes necesarios en escalas 1:100; 1:50 ó 1:20, en los que indique la localización, dimensiones y cotas, así como las tuberías, válvulas, aparatos dosificadores, accesorios y conexiones.



sultado del análisis Físico-Químico y Bacteriológicos del agua de la fuente de suministro, ejecutados conforme a lo estipulado en el Capítulo IV " Cantidad y tratamiento del Agua de Consumo " .

ARTICULO 2o.-

La División de Saneamiento Básico Rural del INPES, velará por el cumplimiento de estas Normas.

ARTICULO 3o.-

Esta resolución rige a partir de la fecha de su expedición.

COMUNIQUESE Y CUMPLASE

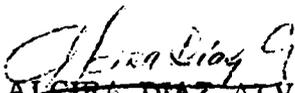
Dada en Bogotá, D.E. a 21 de Septiembre de 1.970

(FIRMADO)

JOSE IGNACIO DIAZ GRANADOS  
Ministro de Salud Pública

(FIRMADO)

DAVID BERSCH ESCOBAR  
Secretario General

Es fiel copia :   
ALCIRA DIAZ ALVAREZ  
Secretaria Oficina de Programación  
División de Saneamiento Básico Rural

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA  
INSTITUTO NACIONAL PARA PROGRAMAS ESPECIALES DE SALUD  
DIVISION DE SANEAMIENTO BASICO RURAL

PROYECTO N°

DEPARTAMENTO DE :  
PLAN NACIONAL DE SANEAMIENTO BASICO RURAL

OBRA : ACUEDUCTO RURAL

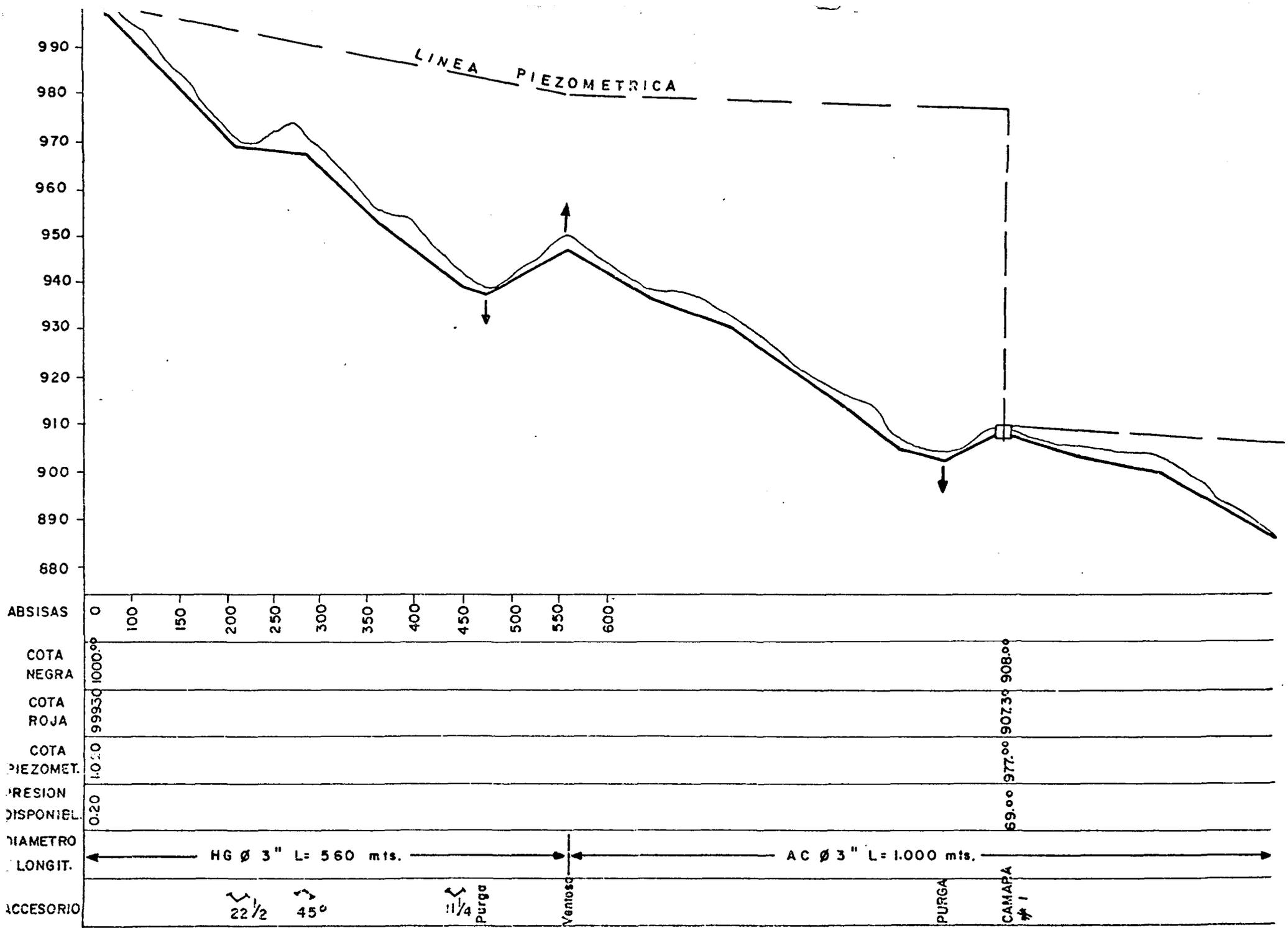
LOCALIDAD :

MUNICIPIO :

FECHA :







MALLA Nº	TRAMO	LONGITUD (Mts)	DIAMETRO ( Pulg.)	U L T I M A V U E L T A				CORRECCION
				GASTO (Q) L/S	PERDIDA UNITARIA (J)	PERDIDA TOTAL (h)	h/Q	
I								ΔQ =
				SUMAS	Σ h =	Σ $\frac{h}{Q}$ =		

① UNA MALLA SE CONSIDERA BALANCEADA CUANDO Σh ES MENOR DE 1 Ml.

② FACTOR DE CORRECCION DE CAUDALES :

$$\Delta Q = - \frac{\sum h}{1.85 \sum \frac{h}{Q}}$$

II								ΔQ =
				SUMAS	Σ h =	Σ $\frac{h}{Q}$ =		



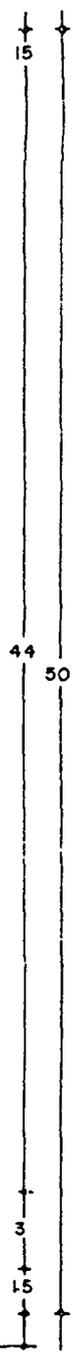


MARGENES

CONVENCIONES

a- NOMBRE DEL PROYECTO

b- DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE LA PLANCHA



<b>IN PES</b> DIVISION DE SANEAMIENTO BASICO RURAL SECCIONAL DE _____	a	b	PROY. Y CALCULO	APROBO:	DIBUJO:	PL. No. _____	ESCALAS: _____
	localidad _____ municipio _____			ING. _____			DE: _____ FECHA _____

