

## ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO

### Introducción

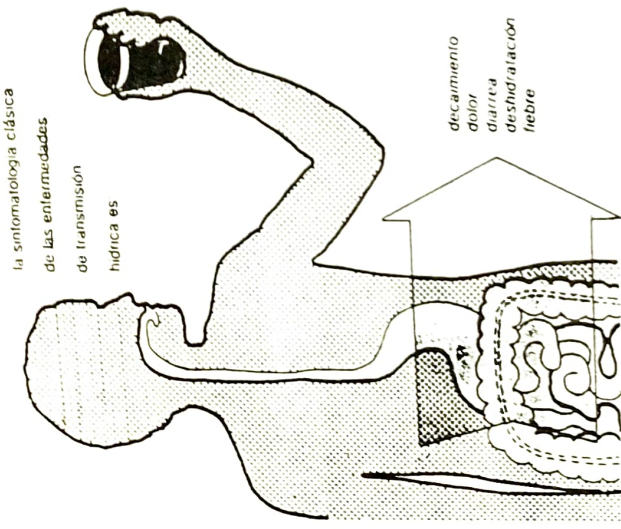
Siendo el agua un elemento indispensable para todas las formas de vida, la biología en su totalidad gira en torno a esa necesidad. Comprendiéndolo así, el hombre construyó sus primeras comunidades en las proximidades de corrientes de agua que respondían a sus necesidades económicas, sociales y fisiológicas. Hasta el siglo pasado el hombre se preocupó en utilizar el agua para satisfacer sus necesidades vitales, sin ocuparse de la correlación existente entre la utilización del agua en cantidad suficiente y calidad satisfactoria y la salud de los usuarios. En el siglo pasado las epidemias transmitidas por el agua y las investigaciones epidemiológicas realizadas por ese motivo, pusieron de manifiesto la importancia de la calidad del agua y la intervención de este líquido en la transmisión de enfermedades.

Las primeras investigaciones se realizaron a consecuencia del cólera y las enfermedades del grupo de la fiebre tifoidea, incluyéndose más tarde los procesos diarreicos. Últimamente se ha prestado una atención cada vez mayor a la intervención del agua como vehículo de ciertas virosis.

El agua que, como sabemos, es consumida generalmente en su estado natural, puede comportarse como un vehículo de transmisión de la enfermedad. El crecimiento de la población, en casi todas las regiones del país, y el uso creciente de corrientes de agua superficial y otros cuerpos de agua para lanzar los desperdicios sin un tratamiento adecuado, la expansión industrial, la actividad agropecuaria, han ocasionado serios perjuicios para las fuentes de provisión de agua potable, tanto superficiales como subterráneas. Esto trae como consecuencia que ciertas infecciones, especialmente enfermedades intestinales, se hayan asociado definitivamente con el agua contaminada.

### LA ENFERMEDAD DE TRANSMISION HIDRICA

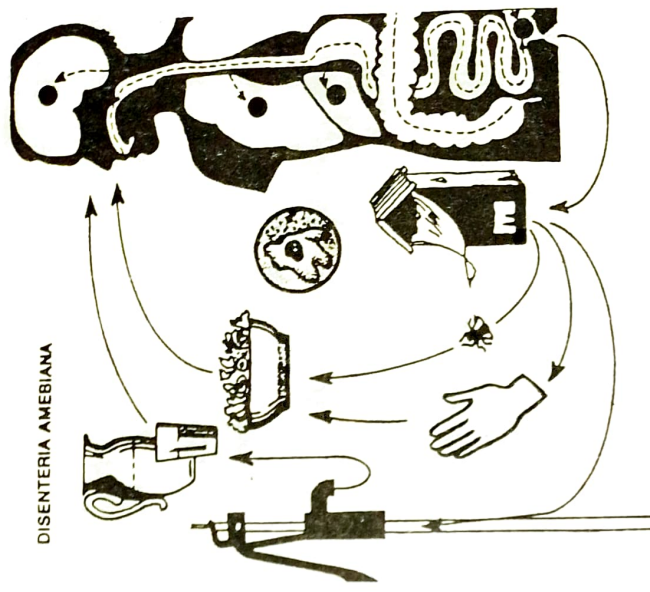
Las enfermedades de transmisión hídrica se localizan en el aparato digestivo y órganos afines, por lo tanto los síntomas comunes son:



**Dolor:** generalmente localizado en la zona epigástrica.  
**Decaimiento:** es el síntoma clásico y constante tan molesto en las formas crónicas; a veces la manifestación de la enfermedad produce justamente un síntoma contrario: ansiedad o alteraciones nerviosas.  
**Diarrea:** por la congestión de la mucosa intestinal.  
**Deshidratación:** por la diarrea o la fiebre y la incapacidad del intestino de absorber suficiente cantidad de agua.  
**Fiebre:** es el síntoma menos común, pero indicador de gravedad en la afección.

Una de las complicaciones más graves y comunes son las lesiones intestinales. Si pudiéramos observar a gran aumento un pedacito de intestino veríamos que la mucosa se halla ulcerada y muy inflamada, estas lesiones son producidas por los gérmenes que han sido ingeridos con el agua y que allí se localizan. Estas ulceraciones pueden profundizarse hasta perforar el intestino, complicación fatal en la mayoría de los casos.

**Disenterias**  
 La Disenteria Amebiana (Amebiasis). Producida por la estamoeba histolítica, protozoo llamado comúnmente ameba o amiba.



Se localiza en el aparato digestivo del hombre, especialmente en el colon descendente del intestino grueso donde produce ulceraciones.

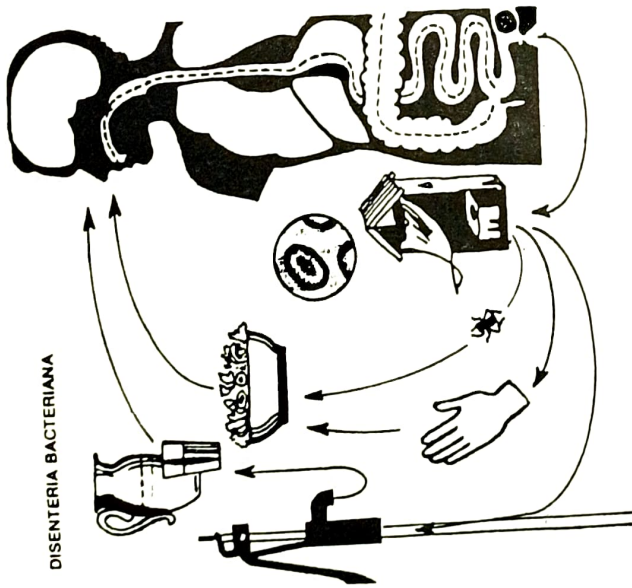
La propagación endémica y epidémica se hace por el agua, por manos sucias, y por verduras o alimentos contaminados, especialmente los que se ingieren crudos, y por las moscas.

**La Disenteria Bacteriana.**

También llamada disenteria bacilar, término que se ha desplazado últimamente pues en la terminología médica común la expresión "bacilar" se aplica a fenómenos y complicaciones de la tuberculosis.

La produce una bacteria llamada Shigella Dysenteriae, por eso la enfermedad también se da en llamar Shigelosis.

La contaminación del agua es sumamente importante en la transmisión de esta enfermedad, pero lo es más aún y más eficiente la transmisión por otras vías, cuales son: contacto directo o transmisión fecal-oral y alimentos contaminados. Por esta razón la cantidad y disponibilidad de agua potable en la vivienda, permitiría una adecuada higiene personal y doméstica y significaría la eliminación de una importante vía de transmisión.



DISENTERIA BACTERIANA

**La fiebre Tifoidea**

Es una enfermedad infecto-contagiosa provocada por el *Bacilo de Eberth* con localizaciones que asientan preferentemente en el sistema linfático del intestino, aunque la infección alcanza también a otros órganos.

La fiebre tifoidea se observa en todas las latitudes y en todos los climas, sin embargo es más frecuente en las regiones cálidas.

Las moscas pueden llevar el germen desde las heces a la orina hacia los alimentos o directamente hacia el individuo, pero la vía más efectiva de contaminación, dada las grandes posibilidades de vida del germen en el agua o en un medio húmedo, es sin duda alguna la contaminación del agua de consumo.

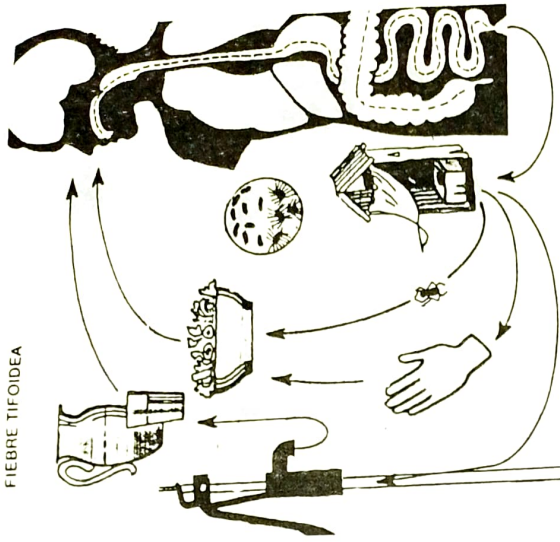
**Parasitosis**

En la transmisión de las parasitosis, necesitan o no huésped intermedio, el agua juega un papel fundamental.

**El *Ascaris Lumbricoides***

Es uno de los parásitos que más dimensiones adquiere en el hombre, el macho mide 15 cms. de largo y la hembra es más larga

FIEBRE TIFOIDEA



y más gruesa.

**La *Trichuris Trichiura***

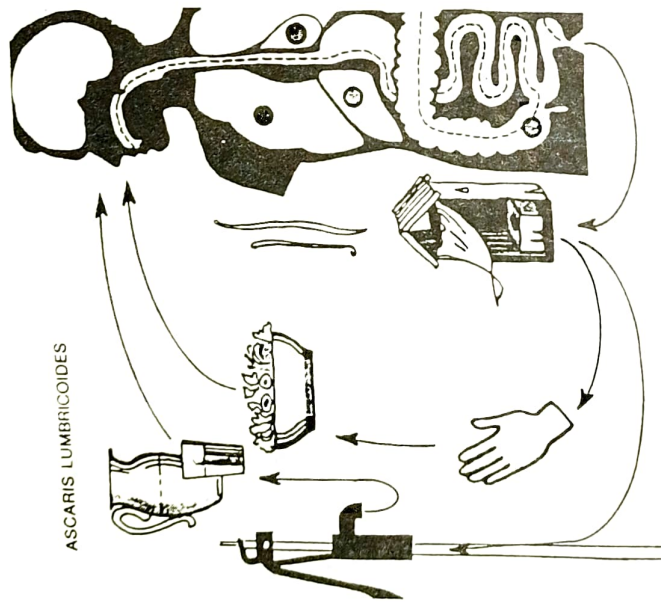
Es un parásito que se localiza en el ciego y luego en el resto del colon y apéndice. En el apéndice puede causar apendicitis verminosas.

La manifestación más importante de la trichuriasis es la anemia, y la fuente de transmisión más común la constituyen las aguas contaminadas, los alimentos y la falta de higiene personal y doméstica.

**La *Hymenolepis Nana***

Es un parásito pequeño de 8 a 19 mm. de largo, pudiendo llegar hasta 25 mm. Se localiza en las últimas porciones del intestino delgado. Es de aspecto filiforme, la cabeza está provista de ganchos y ventosas que le sirven para adherirse a la pared intestinal; el cuerpo está constituido por una larga cadena de anillos, que contienen los huevos y que van desprendiéndose uno a uno a medida que maduran.

El agua de consumo contaminada, juega su importante acostumbrado papel en la transmisión, al igual que los alimentos y los hábitos higiénicos.



### Fasciola Hepática

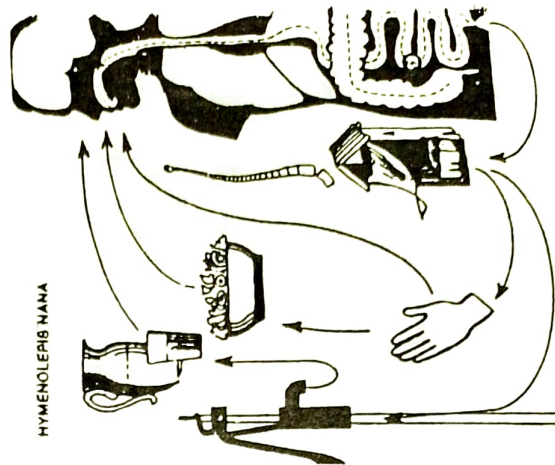
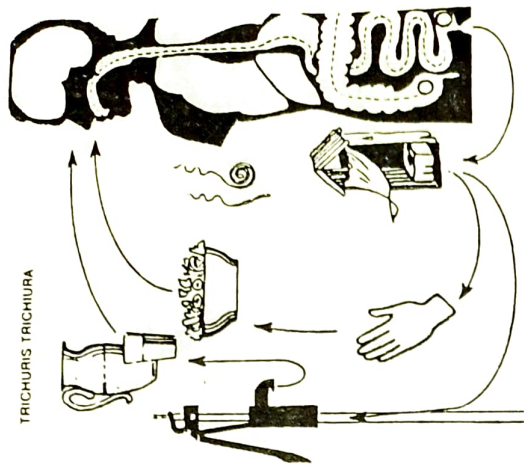
Es una parasitosis que se localiza en las vías biliares intrahepáticas y vesícula biliar del ganado vacuno, ovino, etc., y en el hombre. El embrión cubierto de cilios, denominado miracidio, pasa al agua donde nada hasta encontrar el huésped intermediario; un molusco, el caracol del género *Limnæa Viatrix*, dentro del cual cumple un ciclo bastante complejo donde pasa por diversos estados: esporoquiste, redias, redias hijas y cercarias.

Las cercarias abandonan el molusco pasando al agua donde nadan hasta enquistarse sobre plantas acuáticas o sobre la superficie del agua estancada, de donde el hombre las ingiere bebiendo agua o entre nosotros es común, utilizando el barro como alimento crudo en ensaladas; ésta es una de las más frecuentes vías de contagio.

### La Hidatidosis

El *echinococcus granulosus* es un parásito pequeño que se desarrolla en el intestino del perro, mide 3 a 6 mm. de largo.

La infestación del hombre se produce al ingerir éste los huevos de *echinococcus granulosus* contenidos en el anillo de la tenia que elimina el perro con su materia fecal. Como la materia fecal es



transmisión por esa vía.  
Se han comprobado por ejemplo, epidemias de estas enfermedades en poblaciones marginales a todo lo largo de un río, o en poblaciones que se proveían de agua en la misma napa subterránea.

#### **Poliomielitis (Parálisis infantil)**

Casi siempre el contagio se produce por la penetración del virus en la cavidad orofaríngea, donde bastante raramente el epitelio de la mucosa se convierte en medio de cultivo, mientras que esto sí sucede a nivel de las células epiteliales del intestino delgado, en las que el virus que ha llegado en una segunda fase, se multiplica rápidamente.

#### **Intoxicaciones**

Estas enfermedades son distintas a las referidas hasta el momento, ya que se adquieren muy lentamente, siendo necesario, para que aparezca la acción tóxica, el uso del agua por un tiempo prolongado.

**Arsenicismo.** También llamada enfermedad de Bell Ville o mal de Ayerza, es producido por acumulación de arsénico proveniente del agua de bebida.

La acción tóxica del arsénico se delata por una pigmentación especial en la piel y luego por la aparición de callosidades palmares y plantares, degenerando por último en cáncer, generalmente.

Además de encontrarse en la zona de Bell Ville, el arsénico se halla en cantidades excesivas en otras zonas tales como la limitrofe de Buenos Aires y La Pampa, en Monte Quemado (Santiago del Estero), etc.

Generalmente aparece acompañado por un exceso de Flúor y de Vanadio.

La presencia de sales disueltas en el agua, es a veces beneficiosa pues la ausencia absoluta de las mismas, como por ejemplo del Yodo, produce una enfermedad: el Bocio.

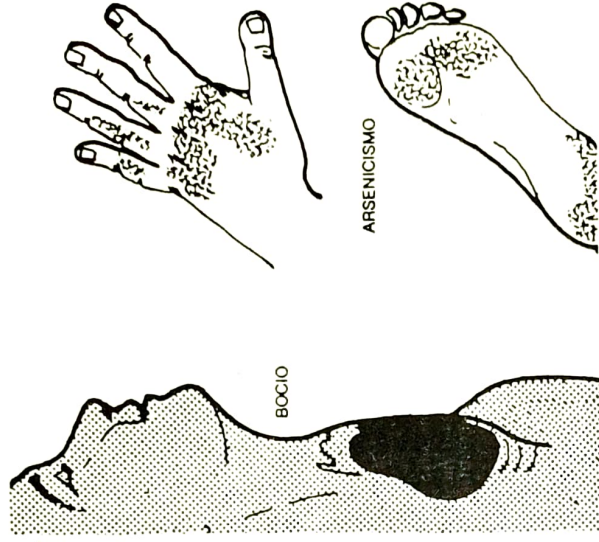
#### **El Bocio**

Es una enfermedad que ataca a la glándula tiroidea, producida por la falta de yodo en la alimentación. En nuestro país hay zonas endémicas.

La presencia de sales de yodo en cantidad suficiente en el agua de consumo, evita esta enfermedad.

En las zonas endémicas se ha optado por una solución, ya establecida en otros países, que consiste en hacer obligatorio el expendio de sal yodada en todos los comercios de artículos alimenticios.

El Flúor es un elemento químico que se encuentra en la naturaleza en diversas formas. Tiene la propiedad de combinarse fácilmente con el calcio, de manera que su presencia en el organismo produce ciertas alteraciones en la calcificación de los huesos y los dientes.



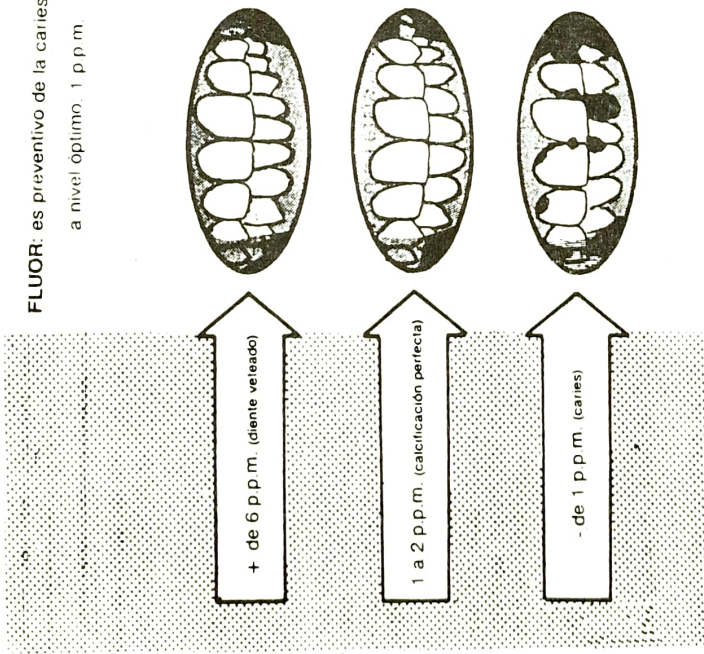
Esto es cuando hay exceso de Flúor en las aguas (y por supuesto en los alimentos, verduras, carnes, etc.), por ejemplo más de 4 partes por millón (p.p.m.) producen un exceso de calcificación en los huesos, es la osteopetrosis.

En los dientes, el exceso de calcio se advierte por el color que adquiere el esmalte dentario, que va desde el marrón oscuro (casos graves) hasta manchas blancas, más blancas que el mismo esmalte, es el diente "veteado".

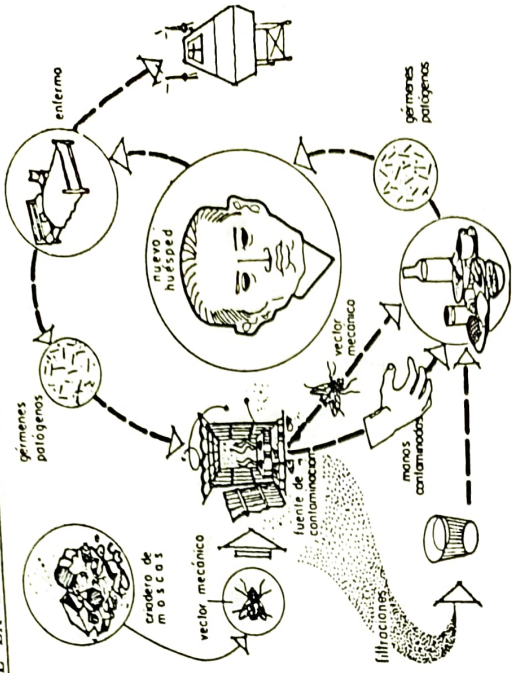
Por eso, 1 ó 2 p.p.m. es el nivel óptimo, que permite una perfecta calcificación sin alteraciones del esmalte.

Actualmente se fluoruran las aguas de muchas ciudades del mundo, las cuales carecen de flúor, ello se hace para prevenir la caries dental en un 75%. En nuestro país, las únicas ciudades que fluoruran sus son Santa Fe y Paraná.

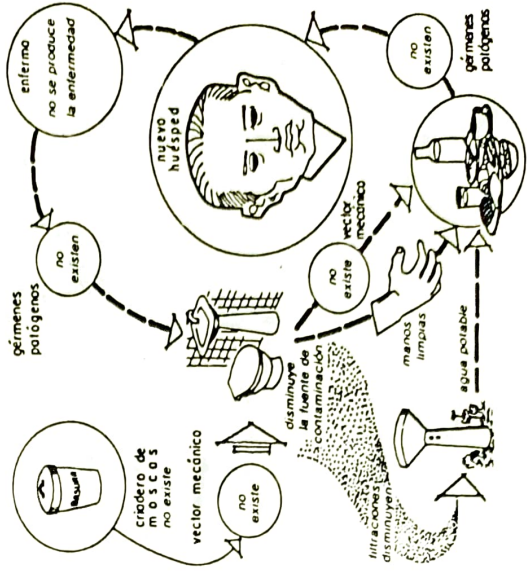
**FLUOR:** es preventivo de la caries a nivel óptimo, 1 p.p.m



**INTERRUPCION DEL CICLO DE LA ENFERMEDAD DE TRANSMISION HIDRICA.**



CICLO LOGICO



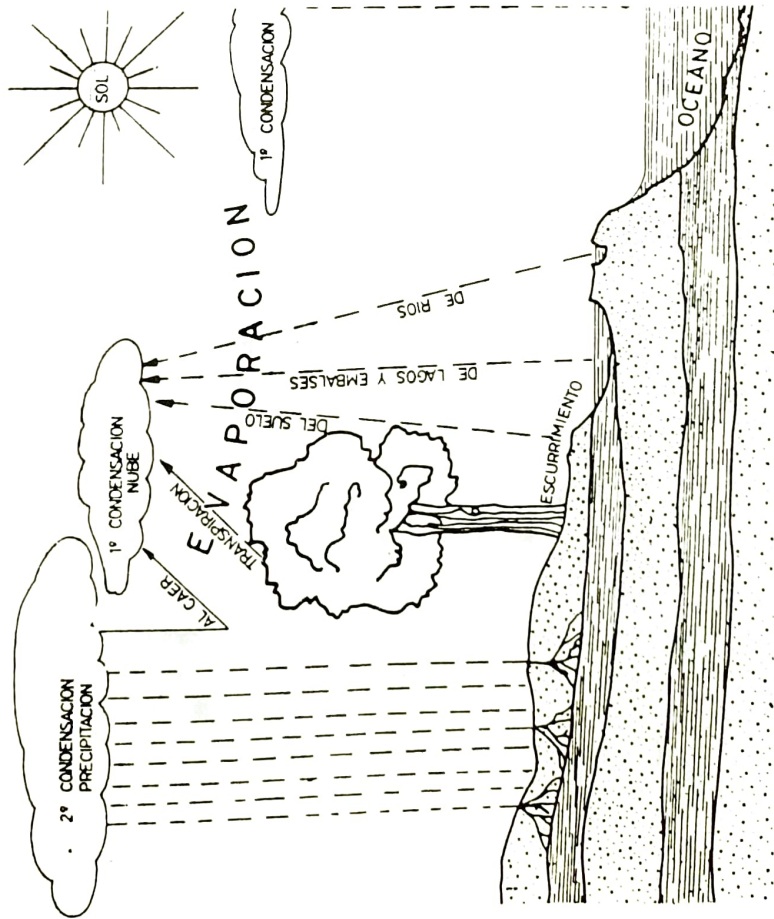
CICLO INTERRUMPIDO

## CICLO HIDROLOGICO

El agua cumple en la naturaleza un proceso circulatorio dando con ello origen a las tres fuentes para el abastecimiento de agua: aguas de lluvia, aguas subterráneas y aguas superficiales.

Las nubes son el producto de la evaporación -por efecto del sol-, de la capa superficial de los mares, ríos y lagos, y también de la proveniente de los suelos y los seres vivos. La evaporación va

## CICLO HIDROLOGICO



acompañada de una ascensión del aire cargado de vapor de agua que se enfría a medida que se eleva hasta que alcanza el punto de rocío, es decir, el límite de la saturación del aire. El vapor de agua se condensa formándose así las nubes. En su ascenso éstas llegan a una altura tal que en el interior de la masa de aire las gotas aumentan de grosor, por consiguiente de peso, no pudiendo permanecer en suspensión y precipitándose entonces como lluvia, nieve o granizo, según la temperatura reinante.

La precipitación cae en su mayoría en los océanos, pero se estima que una cuarta parte de esta masa alcanza los continentes. Al caer sobre la tierra, una buena parte es tomada por la vegetación, otra se infiltra en el terreno, otra alimenta ríos y lagos, para finalmente, de una u otra forma, llegar al mar.

El agua de lluvia infiltrada en el suelo según la porosidad del mismo, detiene su progresión vertical al encontrarse con una capa de roca impermeable para acumularse por encima de ésta y constituir los mantos subterráneos.

## GENERALIDADES SOBRE EL CONSUMO DEL AGUA

En una comunidad, el agua que se suministra por medio de un servicio público de abastecimiento puede ser usada para los propósitos más diversos. Tendrán que ser satisfechos no solamente las necesidades personales de los habitantes, sino también de las organizaciones e instituciones establecidas en la localidad. Comúnmente, esos diversos tipos de consumo normal se clasifican en relación a su utilización como sigue:

### Usos del agua

1. Uso doméstico o residencial
2. Uso comercial
3. Uso industrial
4. Uso público u oficial
5. Pérdidas y desperdicios

**1. Uso doméstico o residencial:** es el uso más importante del agua bajo el punto de vista sanitario, debiendo tener prioridad en relación a los otros usos. El consumo doméstico incluye los diversos usos del agua en el domicilio, a saber:

- bebida
- preparación de alimentos
- lavado de utensilios

baño y otras medidas de higiene personal lavado de ropas, pisos, etc.

riego de jardines y pequeñas huertas

crianza de pequeños animales domésticos

El consumo doméstico constituye la parte más importante del consumo total; a tal punto, que las condiciones de potabilidad del agua se establecen para satisfacer esta parte del consumo total. De este modo, excepto para aplicaciones especiales, estarán satisfechos los requisitos de los otros tipos de consumo.

**2. Uso comercial:** el consumo comercial comprende la utilización en hoteles, bares, restaurantes, oficinas, almacenes y otros establecimientos comerciales, inclusive para fabricación en pequeña escala de helados, refrescos, etc., mercados, estaciones de servicio, etc.

**3. Uso industrial:** los usos industriales incluyen agua como materia prima, como agua de enfriamiento, para uso sanitario de operarios, etc.

**4. Uso público u oficial:** incluye: edificios públicos: municipalidades, escuelas, hospitales, cuarteles y otros; lavado de calles, riego de parques y zonas verdes, fuentes ornamentales (surtidores), lavado del sistema de alcantarillado, grifos públicos, piscinas y baños públicos, extinción de incendios.

**5. Pérdidas y desperdicios:** las pérdidas son ocasionadas por deficiencias en el mantenimiento y conservación del sistema de abastecimiento de agua, ya sea en las instalaciones externas como internas o domiciliarias.

Se consideran desperdicios los malos usos del agua, ej. mala utilización debido a falta de educación de los usuarios.

Las pérdidas y desperdicios no constituyen realmente una utilización o uso de agua, pero sí implican un mayor gasto de agua.

En una localidad no todos los usos descriptos se verifican siempre, e indudablemente dependen de las condiciones locales.

Además de los tipos de consumo antes enumerados, cabe considerar la demanda accidental para combate de incendios.

**Agua necesaria para incendios:** En todos los manuales de ingeniería se recomienda que en el cálculo de consumo se tenga en cuenta el posible gasto para incendios, pero desgraciadamente en América Latina, las condiciones imperantes no permiten prever siempre esta seguridad.

#### **Dotación media diaria**

En abastecimiento de agua se denomina consumo "per cápita" o dotación media diaria a la cantidad de líquido que se suministra

en promedio por habitante y por día. Se expresa en:

$$\frac{\text{lt.}}{\text{hab.}} \times \frac{\text{litros por habitante y por día}}{\text{día}}$$

La dotación media diaria es en función de diversos factores que influyen en la cantidad del líquido consumido y que precisaremos más adelante.

En general se considera que, contando con un sistema de distribución y conexiones domiciliarias, a fin de satisfacer las necesidades higiénicas y biológicas, se necesita una dotación del orden de 250 a 300 l/hab. día.

No obstante ello, en algunas zonas de nuestro medio rural, este índice -ya sea por razones económicas como por escasa disponibilidad de agua-, puede reducirse a 100 l/hab. día y aún menos (hasta 50 l/hab. x día).

En el consumo "per cápita" de cálculo para una población concentrada va incluido no sólo el consumo residencial sino también el comercial, industrial, público (riego de calles, parques, jardines, etc.) y pérdidas por fugas, filtraciones y lavado de cañerías.

Se debe tener presente también que la dotación media diaria por persona aumenta con el tiempo y en función de diversos factores locales que influyen en la cantidad de agua consumida, pues las necesidades de este líquido se hacen mayores con el progreso (industrialización, aumento del nivel de vida y del confort, mejores prácticas higiénicas, etc.).

Estudios estadísticos efectuados para los grandes núcleos del país, establecieron que la dotación media diaria inicial se duplica en un lapso de 30 años, período para el cual se calculan las obras básicas y de distribución de agua. En efecto, es práctica en O.S.N. adoptar una dotación media normal inicial para núcleos urbanos de 250 lt./hab. x día y calcular con 500 lt./hab. x día como dotación futura para los citados núcleos urbanos.

Evidentemente, para localidades rurales nucleadas, la dotación media diaria es menor, dependiendo en estos casos el valor a adoptar, de una serie de factores a tener en cuenta y fijar en cada caso.

La razón de considerar en términos generales una dotación media diaria menor para las localidades rurales nucleadas que para los núcleos urbanos, estriba en el hecho de que no se debe tener en cuenta en los primeros, el uso de agua industrial debido a la carencia de industrias en la generalidad de los casos; debiendo sumar a ello el bajo o prácticamente nulo porcentaje de barrios tipo residencial, la disminución del consumo de agua para uso público y además, al ser menores las distancias recorridas, es también menor el rubro "pérdidas".



### **Factores de influencia en la dotación media diaria**

Los factores de mayor influencia a considerar en la determinación de la dotación media diaria para un proyecto de Provisión de Agua a una comunidad nucleada son: clima, presión en la red de distribución (altura media de los edificios), ubicación, disponibilidad en la fuente de captación, sistema de control del consumo que se adoptará (servicio de captación, sistema de canilla libre, tarifas), localización industrial, medido, sistema de evacuar los líquidos cloacales y aguas servidas (las poblaciones con redes cloacales elevan considerablemente el consumo), nivel de ingresos de la población, riego de parques y jardines públicos o privados, sistema de tratamiento, etc.

Cuando se desea obtener la dotación para familias en forma independiente, o sea para cada casa rural en forma aislada, que sería el caso típico a presentar, los factores más importantes a considerar son: número de habitantes a servir, clima, obras a realizar, captación y tratamiento, forma de distribución (bombeo manual, mecánico), ingresos, forma de evacuación de excretas (letrina, pozo ciego, etc.).

En el caso de abastecimiento de agua a pequeñas localidades, ya ha quedado establecido al elaborar las condiciones básicas del Servicio Nacional de Agua Potable (SNAP), el empleo de dotaciones uniformes, que dependen de la forma en que se entrega el agua al consumo, y varía desde 50 l./hab. día para conexión con válvula intermitente hasta 200 l./hab. día en conexión domiciliaria completa.

No podemos generalizar consumos para la población rural dispersa, atento a la diversidad de factores que los determinan y limitan, pero ya se puede adelantar que es necesario superar el mínimo de 50 l./hab. x día, en la seguridad que el mayor consumo está ligado de alguna manera y en líneas generales, a un mayor nivel sanitario de la población servida.

## **FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

Las más importantes fuentes de provisión de agua para abastecimientos son:

- 1) Aguas de lluvia
- 2) Aguas superficiales
- 3) Aguas subterráneas
- 4) Aguas subálveas

### **1. Aguas de lluvia**

El agua de lluvia que en los orígenes de la precipitación es

prácticamente destilada, se va cargando -en su recorrido hasta la superficie de la tierra- de gases (oxígeno, dióxido de carbono, etc.) arrastrando las partículas de polvo suspendidas en la atmósfera e incorporándolas a su masa.

El primer agua de lluvia contiene una mayor cantidad de impurezas y conviene desecharla en la captación.

En general son aguas blandas, poco mineralizadas y corrosivas, aunque de buenas características físicas. Tomando ciertas precauciones, que se describen en el capítulo siguiente, pueden constituirse en una buena fuente de captación, sobre todo en aquellos lugares en que no se dispone de otras fuentes aceptables en cantidad y calidad.

### **2. Aguas superficiales**

En todos los casos se debe considerar siempre a toda agua de origen superficial microbiológicamente contaminada, aun cuando existan, por las condiciones de escurrimiento y/o almacenamiento, ciertos procesos que tiendan a la autpurificación de la masa líquida. Las aguas provenientes de este tipo de fuente presentan características físicas y químicas variadas, y es así que el agua que escurre por terrenos calizos es más dura, pero menos corrosiva que la correspondiente a los graníticos, debido esto a la acción disolvente del agua sobre las sales que se encuentran en el suelo.

De la contaminación de las aguas superficiales, la más significativa desde el punto de vista higiénico, es aquella producida por el hombre y los animales. Los efectos de la contaminación se traducen en color, turbiedad, gustos, olores, dureza, bacterias y diversos organismos de carácter patógeno, lo que indica que en todos los casos es necesario realizar procesos de purificación.

### **3. Aguas subterráneas (Fig. IV-1)**

El agua de lluvia que no se evapora o se pierde en el mar, se infiltra en la tierra porosa, y este proceso de infiltración a través de distintas capas de terreno determina una acentuada disminución en el contenido de gérmenes patógenos. Es así que la mayoría de las veces se la usa sin tratamiento alguno, práctica no aconsejable ya que, aun en el mejor de los casos, el agregado de sustancias desinfectantes que aseguren un poder residual de desinfección garantizan contra la contaminación de las aguas en el posterior proceso de distribución y almacenamiento (cañerías, tanques, etc.).

Las aguas subterráneas pueden tener, hablando en términos generales, alto contenido de minerales e incluso de sustancias tóxicas provenientes de los compuestos químicos de los terrenos que atraviesa, y ello es así por cuanto, siendo el agua uno de los mayores solventes conocidos, tiene la propiedad de incorporar a su masa sales en forma de disolución y su pasaje a través de distintos terrenos le ofrece mayores oportunidades de contacto con dichas sales, satisfaciendo de esa manera su "avidez" por las mismas.

El agua de la primera napa está expuesta a la contaminación microbiológica procedente de la superficie, y en particular de los pozos negros; mientras que las napas profundas -debido al proceso natural de filtración a que son sometidas por su pasaje a través del terreno- ofrecen, en cambio, mayores garantías desde el punto de vista bacteriológico, sin que esto suponga necesariamente iguales garantías en lo que respecta a sus características químicas.

Como se ha dicho precedentemente el agua se infiltra a través de las distintas capas de terreno que forman la corteza terrestre, dicha infiltración se verifica hasta encontrarse con una capa relativamente impermeable; esto hace que el agua se acumule en el estrato permeable y escurra por el mismo, según la pendiente. Estas capas relativamente porosas y permeables por las cuales el agua se desliza libremente y/o se acumula, se llaman acuíferos.

De lo expuesto se deduce que los acuíferos son formaciones geológicas que pueden almacenar significativas cantidades de agua, las que ocupan los espacios vacíos o intergranulares de dichas formaciones. Estos acuíferos pueden ser libres o confinados.

En el acuífero libre el nivel de líquido es el límite o superficie superior de la zona de saturación y son los que comúnmente se conocen como aguas freáticas. Nosotros la denominamos también como primera napa, estando sometida a la presión atmosférica.

En los acuíferos confinados el agua se encuentra a una presión mayor que la atmosférica, entre capas impermeables del terreno. El aprovechamiento de estas aguas subterráneas se realiza por medio de pozos o perforaciones.

En algunas oportunidades ocurre que la presión del agua confinada es de tal magnitud, que al efectuar su alumbamiento, ésta tiene "fuerza" suficiente como para alcanzar la superficie del terreno, brotando del mismo en chorros. Nos encontramos aquí con el caso de los denominados pozos surgentes.

En otras ocasiones, si bien la presión a que está sometida la masa del acuífero hace ascender una columna de agua por la perforación realizada, aquélla no es suficiente como para hacerla aflorar y en estos casos, debe apelarse a la extracción del líquido por medio de bombas. Nos encontramos entonces, ante un pozo semisurgente o artesiano.

**4. Aguas subálveas.**

Estas aguas se captan mediante galerías o pozos filtrantes, siendo en general de muy buena calidad ya que han sufrido un proceso de filtración natural.

El costo de obras es algo elevado, por lo que deben reunirse una serie de condiciones favorables para decidir en cuanto a su aplicación.

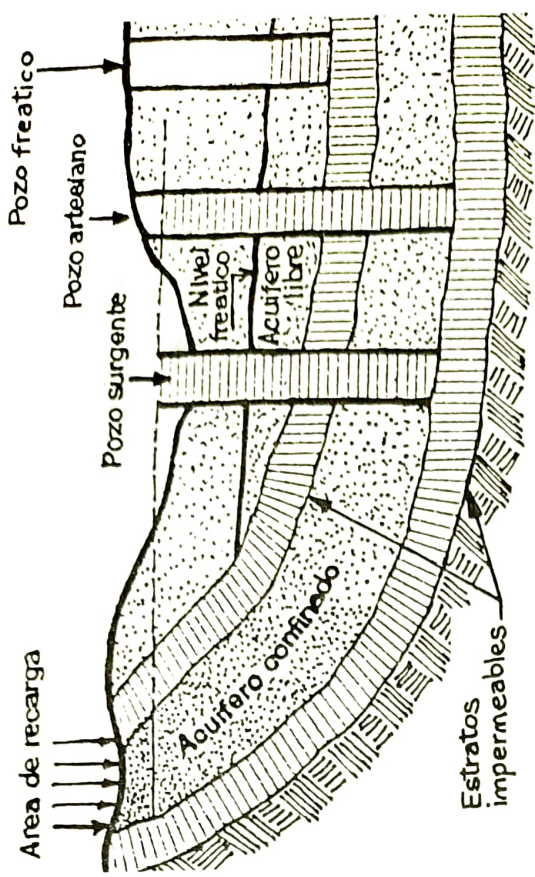


Fig. IV - I

**Criterio de selección.**

La selección de la fuente de provisión constituye tarea fundamental de la que ha de depender la seguridad del servicio que se preste.

Deberán balancearse cuidadosamente los aspectos sanitario y económico, de manera tal de llegar a la elección de una fuente que, además de asegurarnos la provisión de agua en cantidad y calidad necesarias, nos permita la máxima economía de construcción de obras y posterior mantenimiento del servicio.

Con esos enfoques, se puede establecer un orden de carácter orientador, en la elección de la fuente de agua:

- 1º) agua naturalmente potable y conducción por gravedad.
- 2º) agua naturalmente potable, con toma y conducción por bombeo.
- 3º) tratamiento del agua y conducción por gravedad.
- 4º) tratamiento del agua, con toma y conducción por bombeo.

Naturalmente, debe prevalecer el criterio de dar todo su peso a los aspectos higiénicos y de seguridad en el aprovisionamiento, que se vinculan con la calidad y cantidad del agua y la simplicidad de la explotación o evitan o simplifican el tratamiento.

## FACTORES A CONSIDERAR EN EL PROYECTO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

La elaboración del diseño de un sistema de abastecimiento de agua exige, como elementos básicos, la fijación de cantidades de agua a suministrar, que determinarán la capacidad de las distintas partes del sistema; relevamientos planialtimétricos suficientemente extendidos, estudios sobre cantidad y calidad del agua disponible en las diferentes fuentes, conocimientos del suelo y subsuelo, reunión de una serie de informaciones y antecedentes indispensables para el diseño, para la justificación de las soluciones adoptadas, para la preparación del presupuesto, etc.

### a) Población y dotación

La cantidad de agua a suministrar queda fijada por dos factores: población y dotación.

#### a1: Población

- Número de habitantes permanentes y población flotante.
- Número y tipo de construcciones de la localidad y alrededores (dentro de la posible área del proyecto).
- Factores que pueden tener influencia en el crecimiento demográfico.
- Número de edificios que se considera de incorporación inmediata al sistema.
- Población escolar.
- Capacidad máxima de escuelas, hospitales o similares.

Naturalmente, las obras e instalaciones de un servicio deben diseñarse, no para la población actual, sino para la previsible al cabo de un cierto período de tiempo, que podrá variar para las diferentes partes del sistema.

Las previsiones son indispensables para tener una base para el diseño. Las estimaciones se hacen en base a métodos matemáticos y gráficos.

Las normas técnicas del Servicio Nacional de Agua Potable (S.N.A.P.) establecen el criterio siguiente:

- Poblaciones menores de 1.000 habitantes, adoptar un incremento del 50%.
- Poblaciones mayores de 1.000 habitantes, adoptar un incremento del 30%.

#### a2: Dotación

En cuanto a dotación, la misma es la cantidad de agua que se suministra por habitante y por día. Varía con las condiciones locales, clima, población, grado de industrialización, forma de abastecimiento,

presión disponible, etc.

Como referencia se indica que en una vivienda que posee baño instalado completo, pileta de cocina y canilla de servicio, se calcula una dotación promedio de 250 a 300 litros por habitante y por día.

Comúnmente el consumo varía a lo largo del año conforme a las condiciones locales de temperatura ambiente, distribución de lluvias, etc. Aun en cada día, el caudal que se consume varía a lo largo del mismo.

El diagrama respectivo, acusa en general, un pico en las proximidades del mediodía y otro hacia las últimas horas de la tarde y denotando, naturalmente, un consumo menor durante las horas de la noche.

Los picos de consumo, son absorbidos por el tanque de distribución, cuyo volumen se fija para cubrir esa finalidad.

### b) Relevamiento planialtimétrico:

Los relevamientos deben cubrir con precisión adecuada, a los fines técnicos, el área de la fuente de provisión, las áreas de trazado de las conducciones de aducción y de conducción hasta la localidad, y servir (abarcando no solamente las zonas a servir de inmediato, sino también los sectores de previsible ampliación futura).

### c) Estudio de las fuentes de agua disponibles:

Cuando se trate de aprovechar aguas superficiales o subterráneas, deberán hacerse los aforos de la fuente, vale decir, mediciones de caudal, complementados con la información conexas necesaria.

En el caso de aguas superficiales será necesario realizar aforos cuando se trate de arroyos o canales de riego de poco caudal y será necesario constatar la posibilidad de utilización para el abasto público. Está demás destacar la importancia de estas determinaciones y de la reunión de información seria sobre lapsos prolongados de sequía.

Además siempre es necesaria una sólida información sobre niveles máximos y mínimos del agua en el lugar de la toma, así como de permanencia sobre y bajo diferentes niveles intermedios para proyectar las obras y planear su ejecución.

Es conveniente indagar acerca de posibles fuentes de contaminación, su ubicación y características.

En el caso de aguas subterráneas será necesario investigar las características de la fuente-subálvea, freática o profunda, mediante estudios que permitan especificar el tipo y dimensionado básico de las obras a ejecutar. Será necesario recoger información sobre su actual aprovechamiento en la planta urbana y zona rural inmediata. Se inspeccionarán los principales pozos (ferrocarril, centrales eléctricas, cuarteles, industrias, fincas, etc.).

d) Para el conocimiento del subsuelo, en los lugares de emplazamiento de las obras, se efectuarán sondeos del terreno. Se anotarán las características de los estratos (si son ofensivos o no a los materiales

a emplear, nivel freático, etc.  
Resumiendo: la selección de la fuente quedará determinada por un estudio comparativo cuidadoso, extracción de muestras para análisis, estudios hidrogeológicos, peligros para la Salud Pública al utilizarla y análisis de los elementos necesarios para justificar la elección.

### 1.- Captación de aguas superficiales - Distintos tipos de obras de protección.

Son consideradas como aguas superficiales las aguas de los ríos, lagos, embalses y arroyos, los que se forman en los terrenos más bajos por el natural escurrimiento de las aguas. Desde el punto de vista sanitario se presentan los siguientes inconvenientes:

Cuando la lluvia atraviesa la atmósfera, arrastra polvo y absorbe oxígeno y anhídrido carbónico del aire.

Al escurrir más tarde por el suelo, el agua superficial recoge más polvo y partículas de materia orgánica, absorbe más anhídrido carbónico de la vegetación y bacterias y otros microorganismos de las capas superiores del suelo y de las sustancias en putrefacción; hay que agregar también los organismos patógenos provenientes de residuos de origen humano y animal que no han sido correctamente evacuados, como también otros contaminantes provenientes de la actividad agropecuaria e industrial.

La mayoría de las veces no puede considerarse a las aguas superficiales como potables; generalmente necesitan un tratamiento previo al consumo para su potabilización.

Los aspectos fundamentales de este tipo de captación los constituyen el tipo de toma a elegir y la ubicación de la misma.

Trataremos las obras de toma que nos interesa; que son aquellas usadas para satisfacer las necesidades de pequeñas localidades.

Las obras de toma deben satisfacer las siguientes exigencias básicas:

- Responder en todo momento a las situaciones cambiantes del curso de agua.
- Estructura adaptada al choque de la corriente líquida, al impacto de embarcaciones, de objetos flotantes y material de arrastre.
- No debe causar embalses ni erosiones grandes en el curso de agua.
- La navegación no debe ser interferida.

### Recomendaciones Generales.

Debe tomarse el agua de los niveles superiores, pues tienen menos sustancias en suspensión.

El ingreso de agua debe protegerse con rejas u otros dispositivos que eviten el ingreso de cuerpos gruesos incompatibles con los

diámetros de las conducciones, sistema de bombeo, etc.

Es evidente que la pendiente influye notablemente en las protecciones del elemento de toma, ya que de ser ésta muy pronunciada es mucho mayor el arrastre de arena y cantos rodados y mayores los peligros de desgaste y/o rotura de elemento.

Cuando estamos en presencia de pequeños cursos, como arroyos o canales secundarios de riego, es necesario constatar el caudal de la fuente mediante aforos.

Debemos estar seguros de que el caudal en estiaje sea por lo menos el doble del gasto medio diario.

Una obra de forma sencilla para cursos pequeños en montaña puede ser una canaleta normal a la corriente, protegida por una reja metálica; presenta el inconveniente de derivar arenas y material de arrastre. Debe tener fuerte pendiente para evitar embalses y contar con un desarenador. Fig. VI - 1

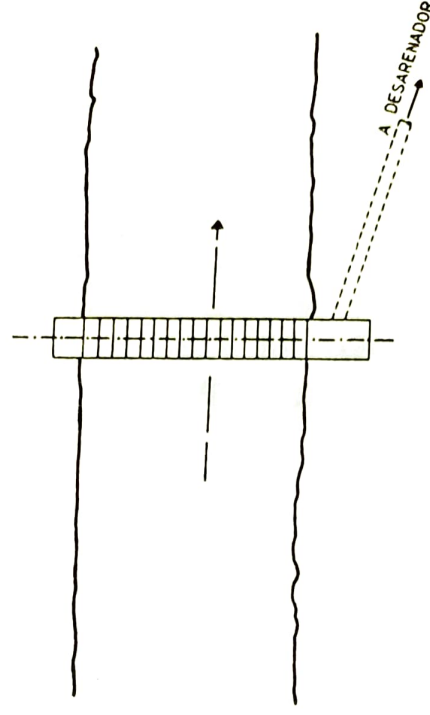


FIG. VI - 1

Para que la captación pueda realizarse a niveles superiores y para asegurar un tirante adecuado para la toma, puede construirse una pequeña presa como se ilustra. Fig. VI - 2

La disminución de velocidad aguas arriba de la presa, como lógica consecuencia del aumento del tirante, hace que se formen embalses, los que deben eliminarse periódicamente mediante compuertas adecuadamente dispuestas.

En pequeños cursos de llanuras o canales de riego y siempre que el nivel de aguas sea estable, la obra de toma puede ser una simple cámara construida en la margen y protegida por rejas, como ilustra

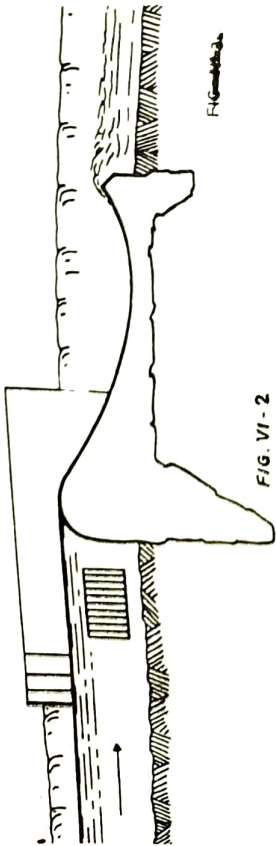


FIG. VI - 2

la Fig. VI - 3. Su costo es bajo y no perturba mayormente el régimen del curso. Es muy conveniente estabilizar los márgenes de agua arriba de la cámara de toma.

Si el nivel es muy poco estable; debe prestarse gran atención a los niveles mínimo y máximo; es claro que la toma no debe quedar en seco, de allí la importancia del nivel mínimo; y es evidente también que debe haber acceso seguro al equipo de maniobra y aquí surge la importancia del nivel máximo.

Los niveles medios importan por la ubicación de la boca de toma; esta ubicación está regida por el hecho de que debe reducirse a un mínimo la succión de sedimentos; lo que implica que debe estar poco sumergida, pero no tan poco que corramos el peligro de que quede en seco.

Siempre que sea posible, deberán aprovecharse obras ya hechas como muelles, puentes, o defensas. Fig. VI - 4.

En caso de no existir éstas, puede orientarse la solución hacia la construcción de pequeños muelles de toma. Fig. VI - 5.

De ser el río navegable, deben balizarse convenientemente las obras de toma.

Es muy conveniente mantener las bombas permanentemente

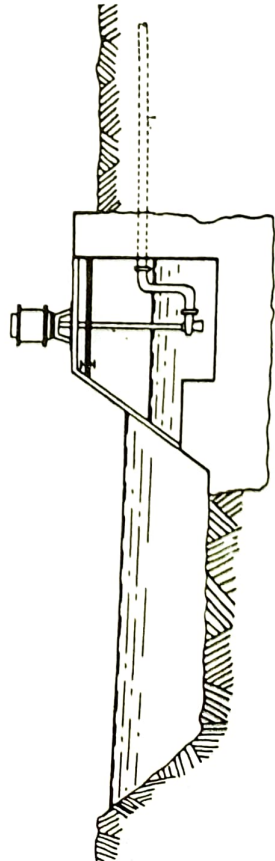


FIG. VI - 3

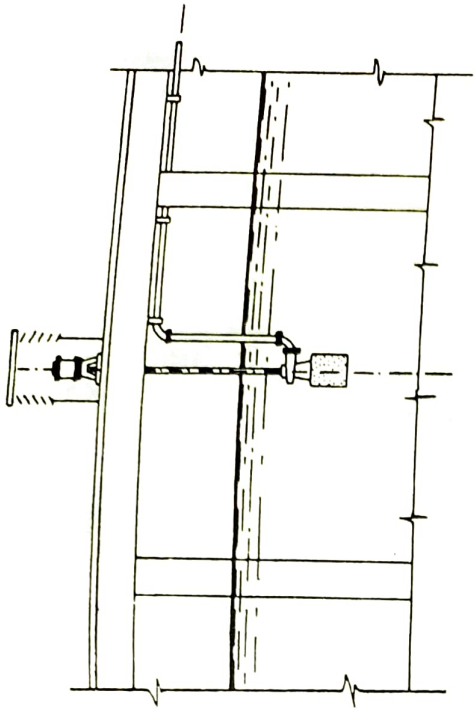


FIG. VI - 4

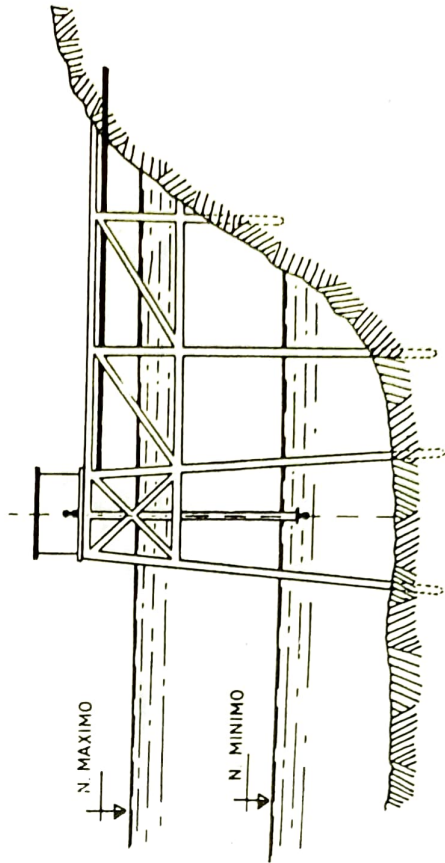


FIG. VI - 5

cebadas, de no ser posible debe disponerse la instalación de modo de facilitar el cebado.

En ríos de llanura no navegables, lagos y lagunas pueden construirse obras sencillas apoyadas contra el fondo, como la esquematizada en la Fig. VI - 6.

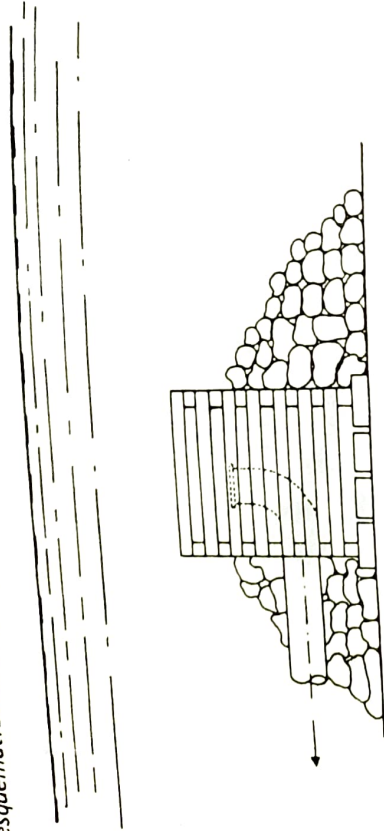


FIG. VI - 6

La cañería de toma debe estar afirmada contra pilotes o bien, de ser el lecho rocoso, anclada y cubierta con trozos de roca. Fig. VI - 7.

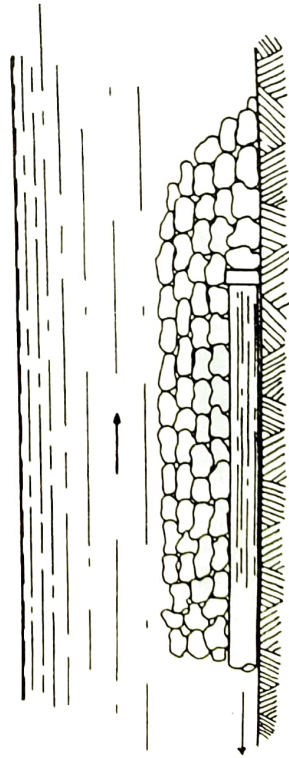


FIG VI - 7

Los lagos de embalse, y también muchos cursos, están sometidos a fluctuaciones de nivel, amplias y lentas a la vez; como consecuencia hay un considerable desplazamiento de la orilla: en estos casos se pueden usar la toma o pontón flotante.

### Captación y Defensa de Manantiales:

Los manantiales son aguas subterráneas que afloran a la superficie en forma de lugares húmedos. Las condiciones estratigráficas en que pueden originarse son muchas, pero las más corrientes son: las de agua descendente y las de agua ascendente o artesianas.

En el primer caso el agua corre sobre los estratos impermeables inclinados hasta que en alguna depresión estos estratos quedan al descubierto dando lugar al manantial.

En el segundo caso el agua confinada entre dos estratos impermeables asciende a presión hasta la superficie por alguna grieta o falla del terreno.

A diferencia de las primeras, el rendimiento de los manantiales artesianos suele ser uniforme durante todo el año.

Todos los manantiales están expuestos a contaminación en la zona de afloramiento. Por ello debe hacerse un reconocimiento sanitario minucioso a fin de conocer el origen y la naturaleza del agua que emerge.

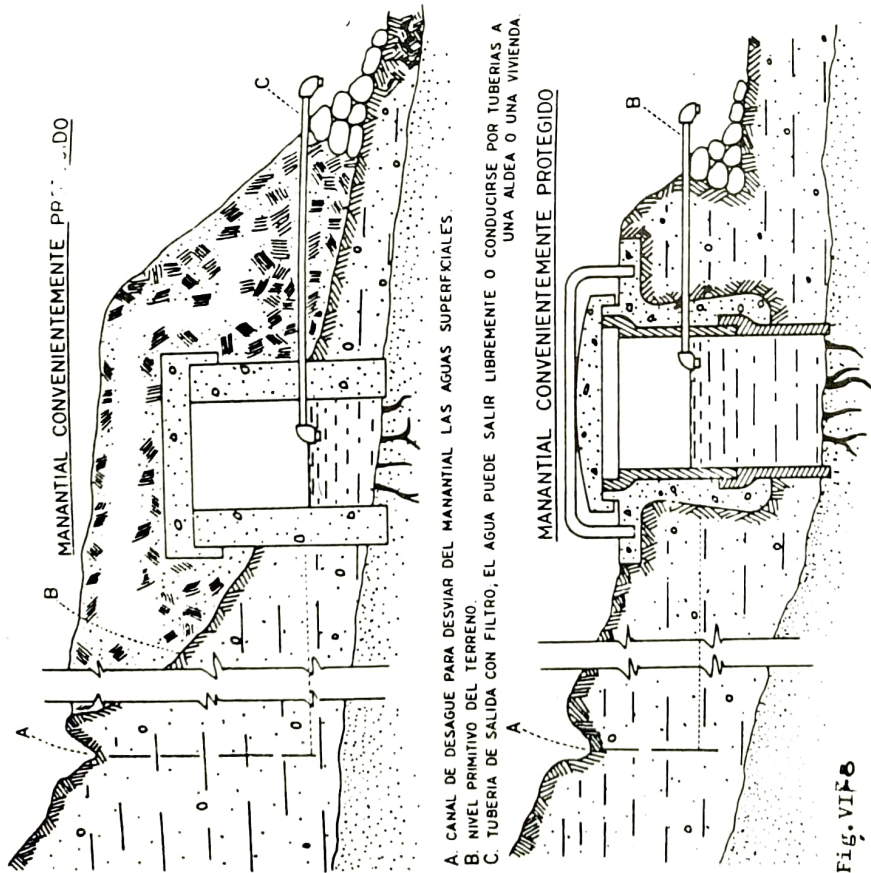
Para proteger al manantial, los dispositivos de captación deben colocarse de manera que el agua superficial, tenga que filtrar por lo menos, a 3 m. del suelo, antes de mezclarse con el agua propia del mismo. Se debe lograr que no haya establos y habitaciones para residencia humana en un radio de por lo menos 30 m. En las figuras que siguen, se representan algunos métodos típicos de captación de agua convenientemente protegidos. Fig. VI - 8.

### CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS. Introducción:

De todas las posibles fuentes de captación, las aguas subterráneas son, en términos generales, las más aceptables para su posterior consumo doméstico, ello, claro está, siempre y cuando se adopten algunos recaudos elementales que impidan su contaminación. Pero como queda dicho, y sobre todo para las zonas rurales donde la baja densidad de población disminuye las probabilidades a este respecto, es éste el tipo de captación más conveniente.

Los métodos para la construcción de pozos de captación son varios y su selección depende principalmente de la profundidad de la napa, cantidad de agua requerida, características geológicas del terreno y factores de orden económico.

De acuerdo a su profundidad, los pozos se clasifican en profundos y poco profundos.



A. CANAL DE DESAGUE PARA DESVIAR DEL MANANTIAL LAS AGUAS SUPERFICIALES.  
 B. NIVEL PRIMITIVO DEL TERRENO.  
 C. TUBERIA DE SALIDA CON FILTRO, EL AGUA PUEDE SALIR LIBREMENTE O CONDUcirSE POR TUBERIAS A UNA ALDEA O UNA VIVIENDA.

MANANTIAL CONVENIENTEMENTE PROTEGIDO

FIG. VI-B

En el medio rural los pozos poco profundos son los de uso más generalizado ya sea por su factibilidad económica, como por la sencillez de su ejecución.

Los pozos profundos, que suponen elevada inversión inicial así como la instalación de maquinaria que hace más compleja la operación y mantenimiento del sistema, se reservan para explotaciones de tipo económico, riego o actividades que exijan gran consumo de agua.

En todos los casos se requiere disponer de datos geológicos completos de la zona a efectos de realizar un estudio previo, en base al cual se adoptará el tipo de pozo. Cuando se carezca de estos datos, se aconseja recurrir a la información que nos proporcione tanto la gente lugareña, como el "pocero" de la zona, información ésta que puede servir de marco de referencia necesaria para adoptar decisiones.

### Pozo hincado

El pozo hincado es el método más rápido y económico para obtener agua cuando se estima que sólo se encontrarán materiales porosos y que no se tendrá que atravesar ninguna formación rocosa.

Consiste en una tubería herméticamente montada que se hinca en el suelo y que en su extremo inferior está provista de una punta coladora con una malla para permitir la entrada de agua y su extracción a la superficie (Fig. VII - 1). Como la línea de tubos es hermética, disminuye la posibilidad de infiltración de aguas superficiales.

La porción cilíndrica de la punta coladora está perforada con gran número de agujeros. Por fuera de ella existe una cubierta de latón también perforado y, entre ambas, se coloca una malla de alambre cuyas características dependen del tipo de arena del acuífero.

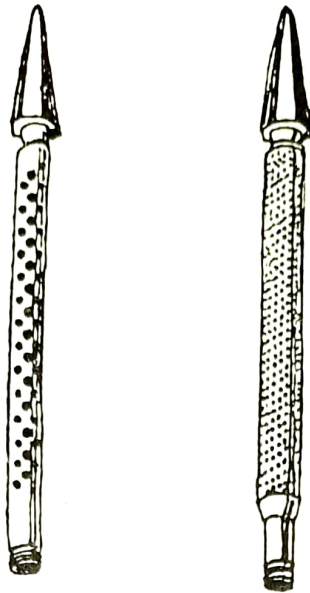


FIG VII - 1

Estas mallas se identifican por un número que indica la cantidad de aberturas en una pulgada cuadrada. Cuanto más elevado es el número, menores serán las dimensiones de las aberturas. A continuación se transcriben las mallas más adecuadas para el tipo de arena del acuífero captado y que en cada caso se indican.

- Malla N° 60 adecuada para arena gruesa
- Malla N° 80 adecuada para arena mediana
- Malla N° 100 adecuada para arena fina.

Para facilitar el hincado deben usarse tramos de cañería de 150 cm de longitud. Cada tramo de tubería se conectará con su vecino por medio de un manguito de acoplamiento, el que asegurará una junta hermética.

El hincado se verifica golpeando el extremo superior del último tramo de la tubería, protegiéndolo con un casquete de hierro maleable. (Fig. VII - 2)

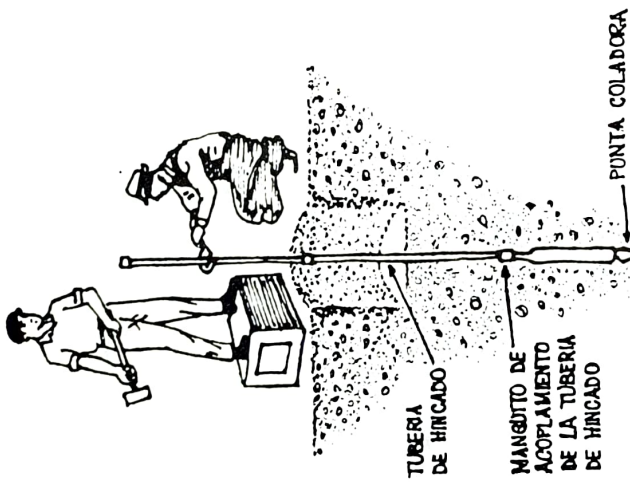


FIG. VII - 2

En general, el hincado requiere los servicios de dos hombres por lo menos. Cuando se ha montado un tramo a la punta coladora, se sitúa todo el conjunto en posición vertical y se procede a hincar la punta usando una masa.

Cada golpe de masa tiende a aflojar las juntas entre tramos. Por ello, después de cada golpe se debe hacer girar el tubo por medio de una llave "stillson", operación esta última que, además de asegurar la hermeticidad, facilitará el hincado de la cañería.

A medida que el hincado avanza, se van agregando tramos a la tubería.

Si los terrenos son demasiado duros para hincar los tubos con la maza, se pueden improvisar martinetes. Ejemplo de ello podría ser el ilustrado en la Fig. VII - 3. En este caso, un trabajador se ha de ubicar en el suelo para girar el tubo con la llave "stillson".

El hincado puede hacerse también con el extremo inferior de la tubería abierta. En este caso, en lugar de tener una punta coladora,

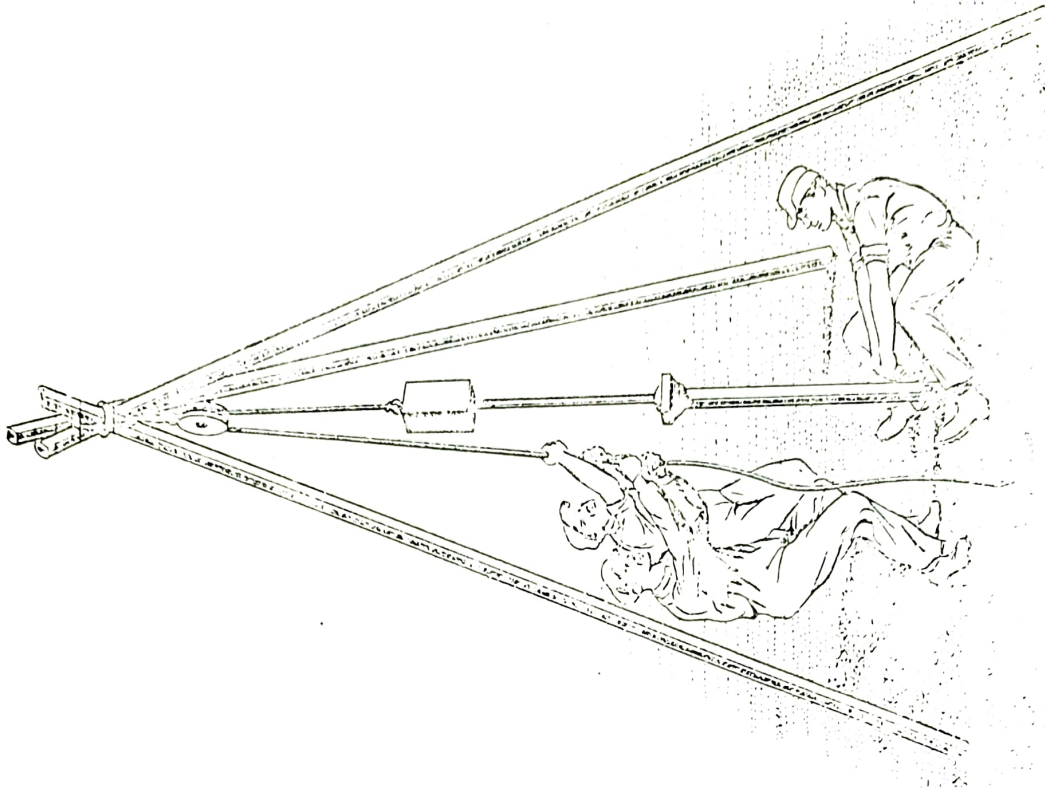


FIG. VII - 3



tendremos una zapata de hincado que posee sus bordes inferiores biselados atornillados con pequeños agujeros en una longitud de 60 cm. (Fig. VII - 4)

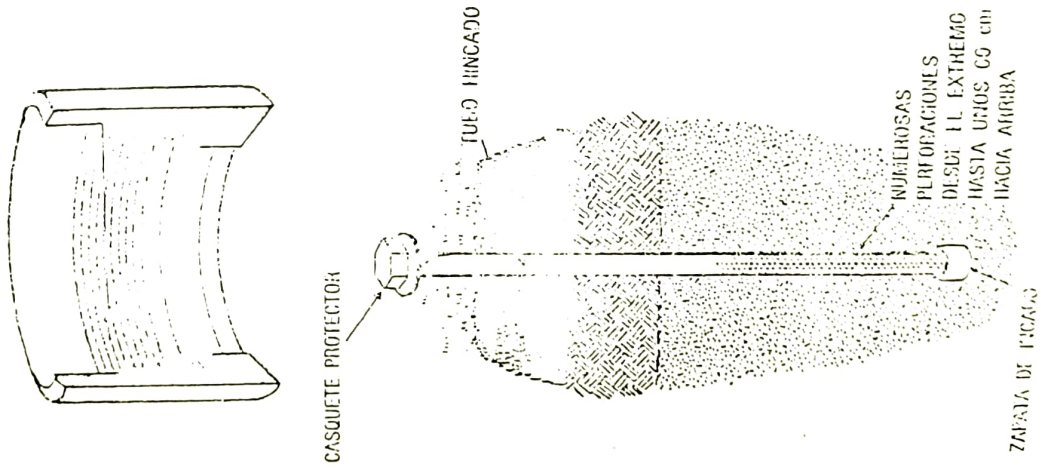


Fig. VII-4

El hincado se verifica de la misma forma que antes, salvo que resulta más dificultoso hacerlo. De tanto en tanto habrá que extraer el material que va introduciéndose en la tubería, lo que se logra mediante una tubería de lavado que se introduce dentro de la principal y con un movimiento de vaivén en sentido vertical se va desmenuzando el material acumulado.

La Figura VII - 5, muestra el dispositivo a emplear y la herramienta que, si es necesario, puede llevar la tubería de lavado para ayudar a triturar las aglomeraciones que dificultan el hincado.

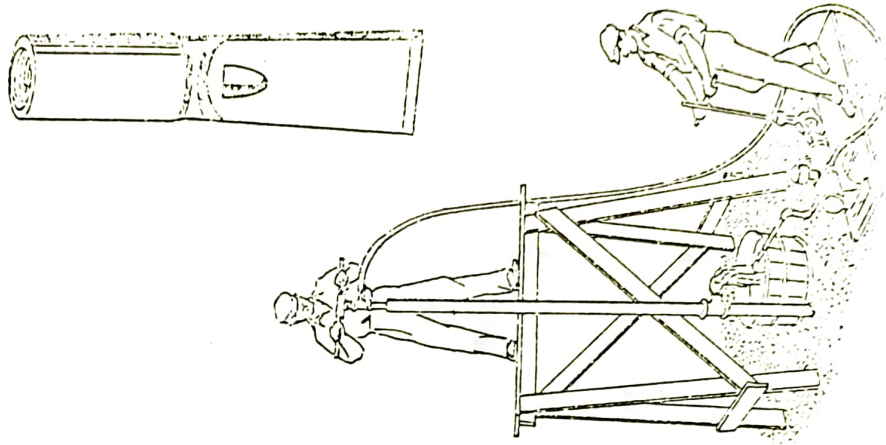


Fig. VII-5

Pueden obtenerse buenos resultados con el hincado normal como el descrito en profundidades entre 6 y 9 metros. En profundidades mayores o suelos duros, se recurrirá a perforadoras que garantizan la verticalidad del pozo, condición esencial para el buen funcionamiento posterior.

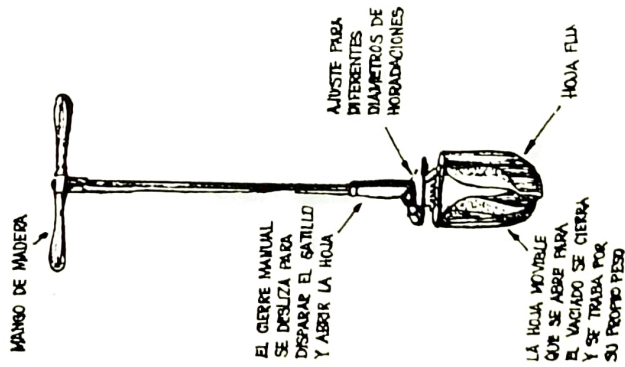
Los diámetros de los tubos más utilizados oscilan entre 2,5 cm. (1 y 2 pulgadas).

Resumiendo: Se puede decir que el tipo de pozo hincado se utiliza cuando la profundidad de la fuente no es mayor de 15 metros, aunque se ha llegado por medio de este sistema hasta los 30 metros cuando las condiciones del terreno a perforar lo han permitido. Sus ventajas destacables son: bajo costo de construcción, rapidez y poca mano de obra.

El caudal normal de extracción oscila entre 1 y 3 lt./seg.

### Pozos taladrados

Para un pozo taladrado se utiliza la pala barrena (Fig. VII - 6), que consiste en un vástago de hierro con un mango de madera que en su extremo inferior está equipado con el dispositivo de horadación consistente en dos hojas cilíndricas ajustables para taladrar pozos de distinto diámetro. Es utilizable manualmente para diámetros entre 20 y 35 cm.



La Fig. VII - 7 ilustra la forma de utilizar la pala. Se necesita ejercer poca presión al girarla porque su propio peso tiende a hincarla. Cuando el espacio entre las hojas está lleno de material, se retira la pala y se vacía como indica la Fig. VII - 7. Cuando está vacía se cierra por su propio peso.

Al vástago inicial pueden agregarse los tramos necesarios hasta alcanzar la napa.

Cuando se tiene que extraer una piedra, se desmonta la sección inferior que contiene las hojas y se coloca un dispositivo en forma de espiral que al girar se enroscas en la piedra y puede ser así extraído. Dicho dispositivo es de acero reforzado, de temple especial que le da resistencia y flexibilidad.

Una vez alcanzada la napa, el pozo horadado debe revestirse para evitar la infiltración de las aguas superficiales. El caño de revestimiento debe tener un diámetro que permita su fácil introducción pero, además, no debe quedar un espacio muy grande entre la cara exterior del caño y la pared del pozo. Una recomendación especial que debe tenerse en cuenta es la necesidad de "sellar" ese espacio anular entre caño y pozo horadado. Para ello debe introducirse el mismo, material impermeabilizante que rellene ese espacio. Se coloca una mezcla de cemento-arena con una cantidad de agua tal que la mezcla sea lo suficientemente fluida como para que pueda ocurrir, sin llegar a tener una consistencia líquida que pueda atentar contra la resistencia de la mezcla una vez fraguada.

El caño camisa debe sobresalir del nivel del terreno por lo menos 30 cm.

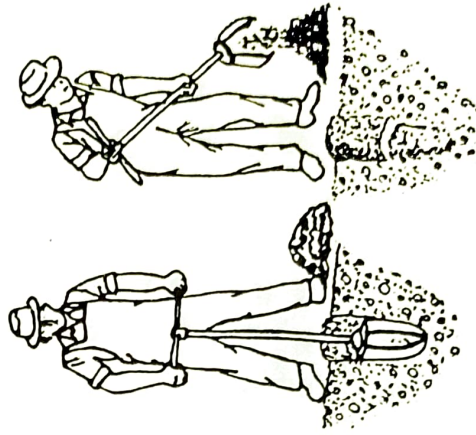


FIG. VII - 7

En general, para profundidades del orden de los 10 m. la operación de talar del pozo responde a lo descrito. Para profundidades mayores, hasta unos 20 m., se recurre a procedimientos que aseguren la verticalidad del pozo y faciliten la operación de extracción de la pala con el material a extraer.

#### **Pozos excavados**

Los pozos excavados se construyen y explotan para la captación de aguas poco profundas. Se emplean generalmente en la extracción de caudales relativamente pequeños, aunque en los casos en que la permeabilidad del terreno es grande, se pueden obtener caudales significativos.

La ejecución del pozo puede hacerse, aun hoy día, aplicando los mismos medios utilizados en épocas pasadas, con elementos tan simples como pico y palas y sistemas de cuerdas, poleas y tornos para la extracción del material removido.

Sin embargo, la ejecución de pozos de dimensiones importantes, puede realizarse por medio de equipos mecánicos que facilitan la rapidez de la excavación.

Los pozos deben ser revestidos y por tal motivo a la sección útil del pozo, fijada de acuerdo al diseño, se le sumará el espesor del revestimiento para obtener la sección de excavación.

Los revestimientos pueden construirse de mampostería de ladrillo o piedra de hormigón. En la parte inferior del revestimiento que estará en contacto con el agua, se harán orificios apropiados para facilitar la penetración del líquido.

Es muy importante prever en la parte superior del pozo, en el espacio comprendido entre el revestimiento y las paredes del mismo, el sellado de hormigón como medio de protección de cualquier contaminación que pudiera provenir de la superficie (Fig. VII - 8).

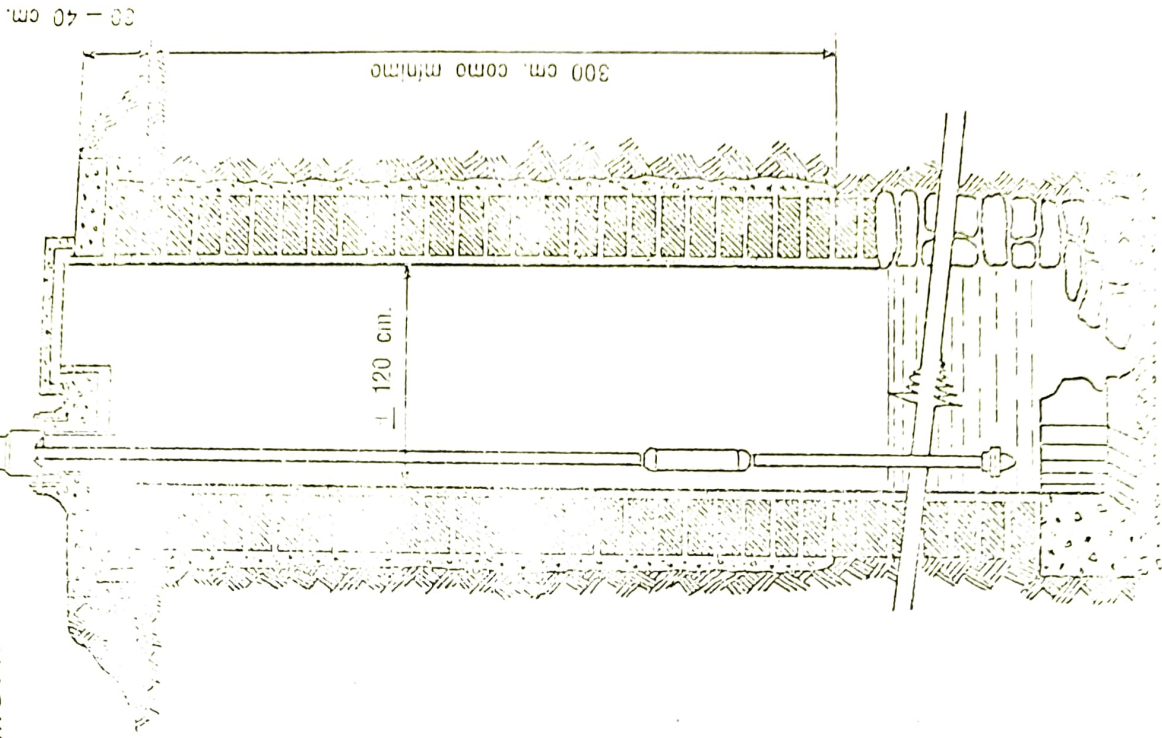
En el fondo del pozo se suele construir un filtro de capas de material de granulometría variable, colocándose el más grueso arriba y el más fino abajo. Este filtro, conjuntamente con las perforaciones de la pared lateral, representa la superficie de entrada de agua al pozo.

La sección del pozo más conveniente es la circular, por ofrecer esta forma mayor resistencia a los empujes a que está sometido el sistema y permitir ahorrar superficie de la pared lateral, a igualdad de volumen.

Cuando por las características del terreno pueden producirse derrumbes o desmoronamientos durante la construcción, se deberán utilizar entibados de defensa a medida que la construcción va avanzando.

Este entibado puede hacerse de madera, por medio de elementos colocados en sentido vertical contra la pared excavada del pozo.

#### **POZO EXCAVADO A MANO CON PARED DE MAMPOSTERIA Y TAPA SUPERIOR DE HORMIGON**



En general no es necesario el entibado, pudiendo proseguirse la excavación hasta su terminación o bien realizar tramos más o menos largos, cuando el pozo fuera relativamente profundo.

En estos casos, el revestimiento debe hacerse de arriba hacia abajo, evitándose así esfuerzos indeseables en el mismo o socavaciones si el terreno tiene poca cohesión, pero sin llegar a ser muy desmoronable.

El revestimiento debe fundarse sobre terreno resistente, siendo conveniente su ejecución en franjas horizontales haciendo uso, si es necesario, de andamios colgados desde la superficie.

Cuando el revestimiento se hace de hormigón, que en algunos casos puede ser armado, se utilizarán encofrados. Generalmente éste es interior, actuando la pared del pozo como encofrado exterior.

En ciertos casos en que los terrenos a atravesar son muy desmoronables, y en los cuales se hace muy difícil la ejecución de los entibados, se deberá recurrir al revestimiento con material premoldeado, generalmente caños de hormigón de diámetro del orden de 1,20 m., que se van colocando a medida que avanza la excavación, agregándose sucesivos anillos a caños en la parte superior. (Fig. VII - 9)

El descenso se consigue por peso propio del anillo a medida que se va excavando. En este tipo de trabajo, se debe cuidar la verticalidad con el fin de evitar acunamientos que pudieran perjudicar la marcha de los mismos.

Los trabajos de excavación y ejecución del revestimiento son completados por otras obras, como los destinados al acceso del pozo. Para este fin se puede prever una escalera metálica construida en su forma más simple por grampas empotradas en la pared.

Otra obra complementaria -aunque no por ello puede considerársela prescindible-, es la terminación superior del pozo. Con fines de protección el revestimiento se prolongará no menos de 30 cm. sobre el nivel del terreno y se cubrirá con una tapa de cierre hermético. El espacio que queda entre la cañería de extracción y el agujero practicado en la cubierta, se sellará para evitar infiltraciones.

En ciertos casos se podrá construir en la parte superior una casilla para alojar los equipos mecánicos.

El diámetro del pozo varía entre 0,80 y 1,50 m. y la profundidad del nivel del agua. El nivel del terreno se suele elevar con tierra apisonada formando un terraplén en correspondencia con la parte mismo objeto se construye la cubierta de cierre superior, generalmente de hormigón, evitando la madera y otros materiales que no aseguren una adecuada hermeticidad.

## POZO EXCAVADO A MANO Y REVESTIDO CON CAÑOS DE HORMIGÓN

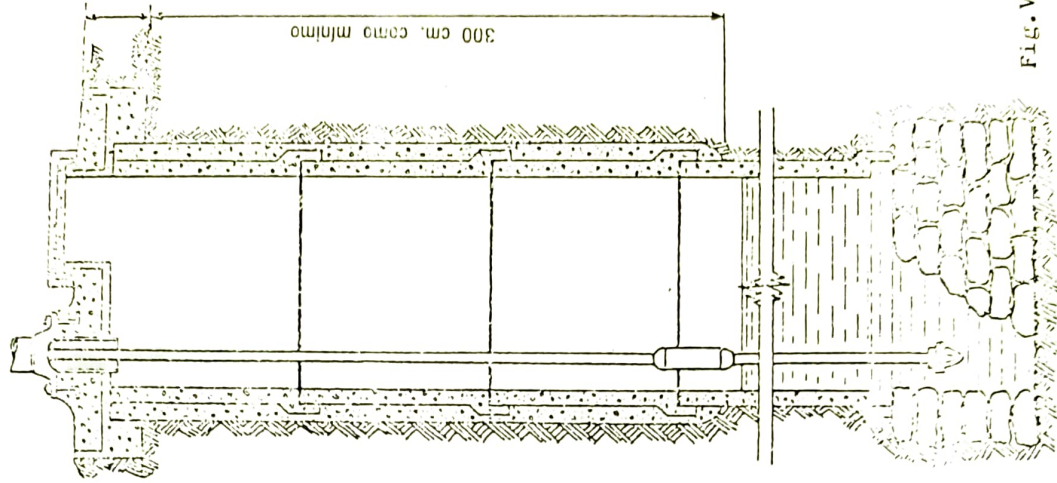


Fig. VII-9

### **Pozos perforados**

Para la perforación de pozos se utilizan máquinas perforadoras que permiten abrir agujeros, de 4" hasta 36" de diámetro, llegándose en profundidades hasta 100 metros como caso más común, 200 metros en casos menos frecuentes y aun más en zonas desérticas.

Se pueden construir según dos métodos principales: por rotación y por percusión, de los que nos limitaremos a transcribir una rápida reseña como información de tipo general.

### **Método rotativo:**

Consiste en hacer girar una tubería de perforación hueca que tiene en el extremo un trépano que corta y desmenuza en pequeñas partículas las formaciones geológicas. Estas son arrastradas al exterior por el fluido que se hace circular constantemente desde un tanque hasta el pozo, mediante una bomba. El líquido que rebalsa del pozo arrastra las partículas sólidas desmenuzadas.

La máquina rotativa está compuesta de una torre y cabrestante, una mesa giratoria que hace rotar la tubería y le permite movimiento hacia arriba y abajo. Estas máquinas van montadas generalmente sobre un camión o chasis sobre ruedas que permitan su traslado.

El fluido de perforar se bombea dentro del tubo de perforación y sale por los agujeros del trépano ascendiendo por el espacio entre tubo y pared del pozo. Se prepara en la proporción de 50 kg. de bentonita por cada 1.000 litros de agua, mezcla ésta que, por su viscosidad, produce una película impermeable en la pared del pozo.

Existe otro método que se llama rotativo inverso en el que el fluido cae, por gravedad, por el exterior del tubo y en el fondo es succionado arrastrando los fragmentos de la formación. En este caso los trépanos son diferentes y los diámetros algo mayores.

### **Método de percusión:**

En este método, el agujero es formado por la acción percutora de un trépano que alternativamente se levanta y de deja caer. Este trépano tiene forma biselada y a medida que progresa la perforación, corta y desmenuza las formaciones geológicas.

En este caso la máquina perforadora posee una torre con una doble línea de elevación: una línea de operación con las herramientas de perforar y otra para la cuchara. A medida que el trépano penetra, trituración y mezcla el material con el agua, la perforación avanza y el material es extraído con la cuchara.

En terrenos duros se perfora "a pared desnuda" y en blandos, se debe hincar una cañería denominada "de maniobra", a medida que se avanza la perforación. El hincado de esta cañería de maniobra se efectúa con herramientas especiales de las que viene provista la máquina.

A medida que avanza la perforación se extraen muestras que permiten establecer el tipo de terreno que atraviesa.

### **Comparación entre ambos métodos:**

El rotativo necesita más cantidad de agua (6.000 a 8.000 litros diarios) para su operación. El de percusión solamente 400 a 800 litros diarios.

Con el método rotativo es más difícil obtener muestras representativas de las formaciones por estar siempre lleno de agua el pozo, y además, no es tan seguro como el de percusión, en cuanto a garantizar una perfecta verticalidad del pozo. En cambio por su mayor rapidez el método de rotación es más económico que el de percusión.

### **Protección**

Para conservar las condiciones de potabilidad que debe cumplir el agua para el consumo humano, captada de una fuente subterránea, es de fundamental importancia protegerla, para lo cual el pozo debe estar correctamente ubicado y construido.

### **Ubicación**

El lugar elegido para ubicar el pozo será lo más alto posible y cuidando que su cota se encuentre por arriba de cualquier fuente de contaminación cercana. El terreno en las adyacencias del pozo deberá elevarse, si es necesario, para evitar que las aguas que escurren sobre la superficie lleguen al pozo. Este debe instalarse de forma que su acceso sea fácil para ensayos, inspección, reparación y mantenimiento de los equipos de bombeo y de perforación en sí.

La distancia mínima de un pozo a una posible fuente de contaminación deberá ser tal que cualquier corriente de agua contaminada no llegue al pozo. Dicha distancia mínima será función de las características de la formación del suelo.

El entubamiento o revestimiento que dá hermeticidad al pozo debe sobresalir por lo menos 0,50 m. de la superficie del terreno.

### **Revestimiento**

Los pozos deberán estar provistos de un revestimiento o cañería camisa de entubación que le proporcione la hermeticidad necesaria.

### **Terminación superior del pozo perforado**

Se deberá tener precaución que el entubado del pozo sobresalga 25 cm. como mínimo sobre el piso de la casilla de bombeo. Cualquier otro conducto que se comunique con el pozo, como ser ventilaciones, equipos de aire, deben cumplir condiciones de hermeticidad y prolongarse como mínimo 30 cm. por arriba del pozo.

### **Materiales de los entubamientos**

El espesor y resistencia de las cañerías estarán supeditados

a los esfuerzos a que se somete durante y después de la instalación. Por lo general es de acero (32-37 Kg/cm<sup>2</sup>), con costura debido a su bajo costo.

Si el agua es corrosiva se puede instalar cañería de acero pero de mayor espesor. También suele utilizarse bronce y acero inoxidable. En otros casos se utilizan materiales plásticos y abesto-cemento, en estos últimos se cuidará no dañar la estructura del caño.

#### **Cementación**

La cementación de los pozos se realiza con el fin de sellar el espacio anular entre la cañería de aislación o entubado y las paredes del pozo.

De esta forma se evita que el agua que se escurre sobre la superficie del terreno o la proveniente de otros acuíferos superiores y cuya calidad no es apropiada para el consumo, pueda penetrar en la formación a explotar.

Cuando se alcanza la profundidad deseada se saca la tubería de perforación y se procede a colocar el caño camisa, el prefiltro de grava, el filtro o la cañería de aspiración. Es necesario sellar los acuíferos intermedios.

Una vez finalizada la cementación, debe hacerse una prueba para verificar que su aislación es satisfactoria.

El material más empleado es una lechada de cemento en proporción aproximada de 30 litros de agua para 50 Kgs. de cemento.

#### **Selección del diámetro del pozo perforado**

La sección del pozo puede ser constante desde su parte superior hasta la inferior, o bien, puede ser variable. En ciertos casos la sección superior será reducida a cierta profundidad concluyendo en la parte inferior en una sección menor.

Para la selección del diámetro del pozo se deben tener en cuenta los siguientes factores:

a) El diámetro del entubamiento debe ser suficientemente amplio para facilitar la instalación y el correcto funcionamiento de la bomba.  
b) Para fijar el diámetro del entubamiento debe tenerse en cuenta la velocidad y pérdidas de carga originadas por el movimiento vertical del agua desde la sección de entrada al pozo hasta la aspiración de la bomba.

c) El diámetro de la sección de entrada al pozo debe cumplir las debidas condiciones para asegurar un funcionamiento hidráulico correcto. El diámetro del pozo depende de las dimensiones de la bomba y del caudal a extraer.

En la siguiente tabla se establecerán los diámetros recomendados del entubamiento y las dimensiones de la bomba.

Caudal de bombeo requerido l/s	Diámetro nominal bomba mm.	Diámetro nominal bomba mm.
Hasta 10	150	100
Hasta 15	200	125
Hasta 25	250	150
Hasta 40	300	200

#### **Caños filtros**

El caño filtro representa una de las partes más importantes de un pozo, puesto que de él dependen en gran proporción las condiciones hidráulicas de la captación.

Es evidente que al penetrar el agua en el pozo a través del filtro se producirán pérdidas de carga, las que acentúan el descenso del nivel dentro del pozo y como consecuencia el rendimiento específico puede disminuirse grandemente si dichas pérdidas son muy elevadas.

El filtro tiene por misión retener un determinado porcentaje de arena del acuífero y mejorar la permeabilidad en la zona del pozo.

#### **Desinfección**

Todo pozo, ya sea nuevo o que haya sufrido una reparación, y el equipo de bombeo, deben ser desinfectados con anterioridad a su puesta en explotación como medida de protección sanitaria.

La desinfección se llevará a cabo por una solución concentrada de por lo menos 100 p.p.m. de Cloro. Este tema se desarrollará en profundidad en los capítulos Desinfección del Agua y Desinfección de Pozos.

#### **Método "del chorro" para perforación de pozos de pequeño diámetro.**

Este método, muy utilizado en nuestro país, consiste en hacer penetrar una tubería (Fig. VII - 10) en una horadación que se va profundizando al lanzar agua, bajo presión, a través de un barrenado o trépano y boquilla para chorro, en el extremo de la tubería.

Estos barrenos o trépanos utilizados en las perforaciones a chorro difieren según las características del manto de terreno a perforar.

La Fig. VII - 11 muestra una barrena de punta y aristas afiladas, destinadas a atravesar terrenos compactos y de grano fino.

En cambio la Fig. VII - 12 corresponde a una barrena para perforar en material suelto, de arena o grava.

La acción del chorro se aprovecha para aflojar el material en y por debajo de la tubería, permitiendo a ésta avanzar en profundidad.

El agua y el material erosionado en suspensión se eleva hasta la superficie, a través del espacio anular existente entre la tubería y la pared de la perforación.

### Método "del charro" para perforación de pozos de pequeño diámetro

Las flechas indican la dirección del flujo durante el ciclo de aplicación del chorro

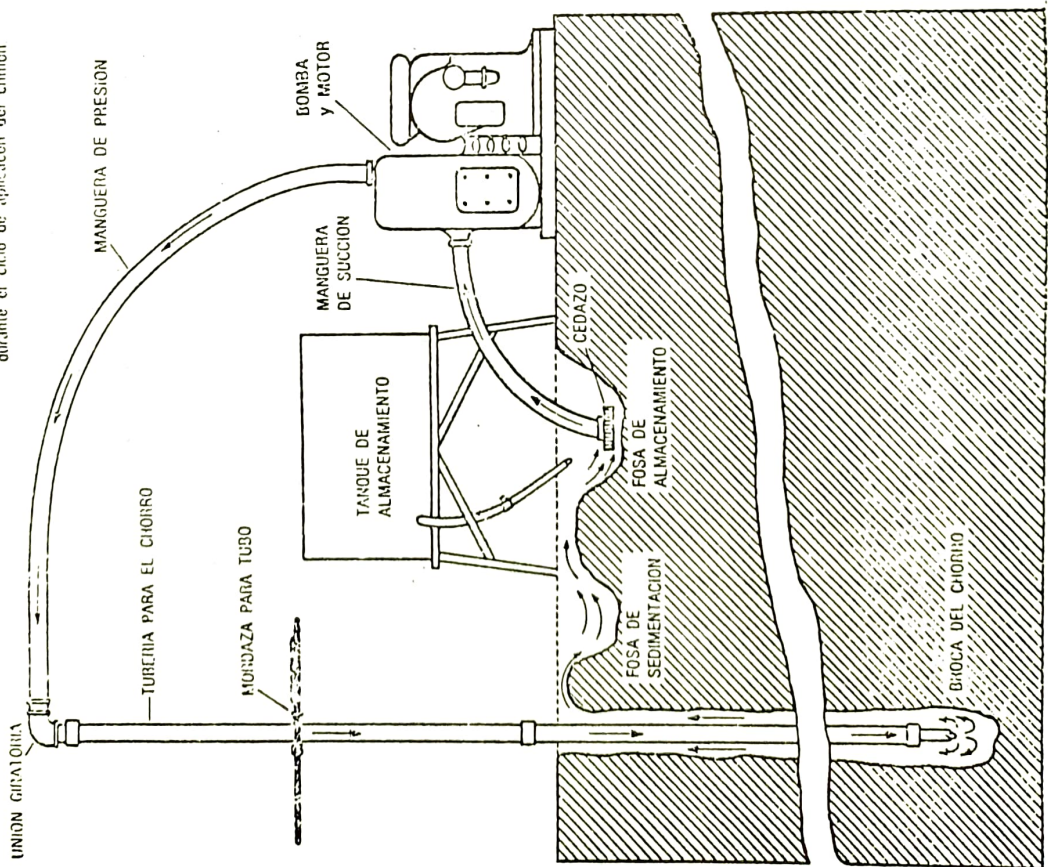


Fig. VII-10

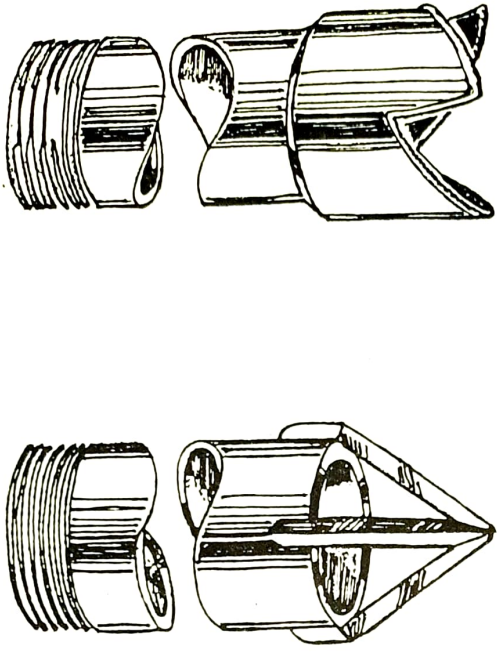


FIG. VII - 11

FIG. VII - 12

Para sujetar los tubos cuando se debe agregar uno nuevo se utiliza la mordaza que se indica en la Fig. VII - 13.

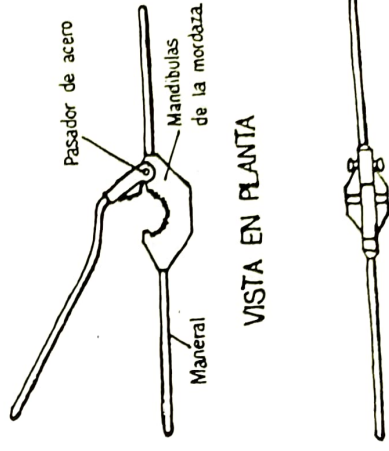
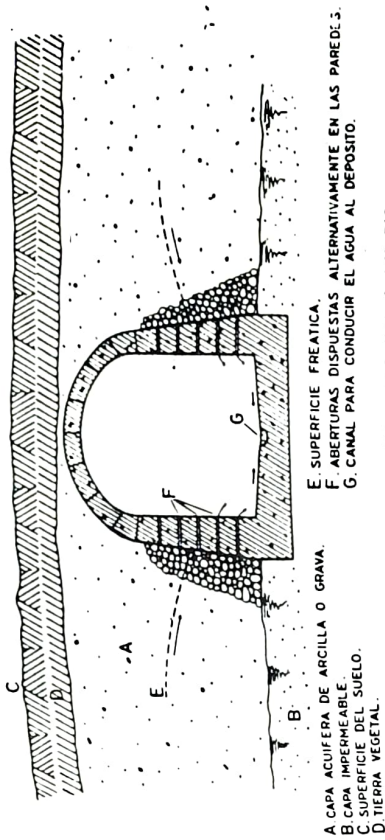


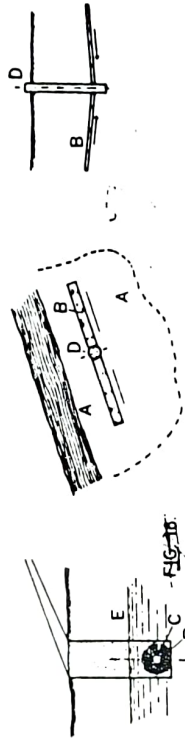
Fig. VII-13

**GALERIA DE INFILTRACION**



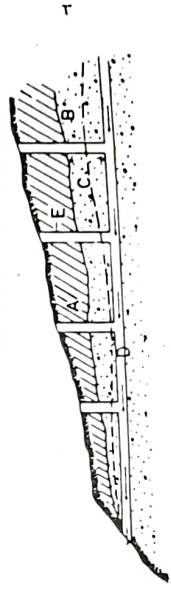
- A. CAPA ACUFERA DE ARCILLA O GRAVA.
- B. CAPA IMPERMEABLE.
- C. SUPERFICIE DEL SUELO.
- D. TIERRA VEGETAL.
- E. SUPERFICIE FREATICA.
- F. ABERTURAS DISPUESTAS ALTERNATIVAMENTE EN LAS PAREDES.
- G. CANAL PARA CONDUCIR EL AGUA AL DEPOSITO.

**GALERIA DE INFILTRACION PROXIMA A UN RIO**



- A. LAS ORILLAS ARENOSAS DE LOS RIOS CONSTITUYEN UN EXCELENTE EMPLAZAMIENTO PARA LAS GALERIAS DE INFILTRACION O LOS POZOS SUPERFICIALES EXCAVADOS A MANO.
- B. LA TUBERIA PERFORADA DEBE TENDIARSE SOBRE UN LECHO BIEN PREPARADO, QUE SE PROLONGARA POR ENCIMA DE ELA.
- C. ALREDEDOR DE LA TUBERIA SE COLOCARAN CANTOS RODADOS DE 12 a 25 mm., Y EL RESTO DE LA CAPA FILTRANTE SE TUBERIA CON ARENA Y GRAVA GRADUADAS. EL ESPESOR DEL FILTRO DEBE SER DE 30 a 40 cm DESDE EL PUNTO CONSTRUIDO EN EL PUNTO MEDIO DE LA GALERIA PARA INSTALAR LA BOMBA Y RECOGER EL AGUA.
- D. POZO CONSTRUIDO EN EL PUNTO MEDIO DE LA GALERIA PARA INSTALAR LA BOMBA Y RECOGER EL AGUA.
- E. SUPERFICIE FREATICA.

**TIPO DE GALERIA DE INFILTRACION USADO EN LAS ZONAS DEL MEDITERRANEO ORIENTAL Y EL NORTE DE AFRICA**



- A. SUPERFICIE DEL SUELO (herreria ondulada o pvc de una tubería)
- B. FORMACIONES ACUFERAS
- C. SUPERFICIE FREATICA
- D. PEQUEÑO TUNELITO (90 cm) CON PAREDES DE MAMPOSTERIA TOSCA O LADRILLO
- E. POZO DE AIREACION.

Fig. VII-14

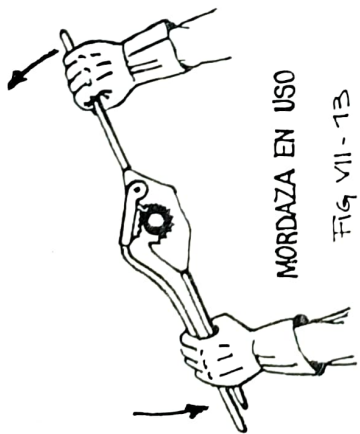


Fig VII-13

**Galerías Filtrantes: (Fig. VII - 14)**

Son simplemente pozos horizontales dotados de una cierta pendiente que recogen aguas en toda su longitud. Suministran aguas abundantes y sanas.

Estas galerías son una forma simple de obtener agua filtrada. Para que el proceso de filtrado sea completo, las galerías deben construirse distanciadas por lo menos 15 m. de la orilla del río o lago del que se sirve.

Para su construcción se abre una zanja en las capas de arenas acuíferas y luego se recoge el agua mediante una tubería perforada o una galería desnuda o revestida de mampostería que la conduce a una cámara central, de la que se eleva con bombas. Las paredes de la galería pueden ser también de hormigón poroso. La longitud de la zanja es función de la cantidad de agua necesaria y de las dimensiones del acuífero.

Una vez terminada se debe verificar su rendimiento; las mejores son las que captan el agua muy por debajo del nivel de la napa freática; lo que obliga a tomar medidas para achicar el agua de la zanja. Es necesario generalmente entubar la excavación. El trabajo resultará más caro que en los pozos comunes, pero en cambio se obtienen mayores cantidades de agua.

La galería de infiltración puede ser también un túnel abierto en una capa acuífera, con una pendiente adecuada para que el agua recogida circule por la acción de la gravedad.

- A. Canal de desagüe para desviar del manantial aguas superficiales.
- B. Tubería de salida con filtro; el agua puede salir libremente, o conducirse por tuberías a una aldea o una vivienda.



CAMARA DE CAPTACION TIPICA  
PARA EL ABASTECIMIENTO  
DE POBLACIONES

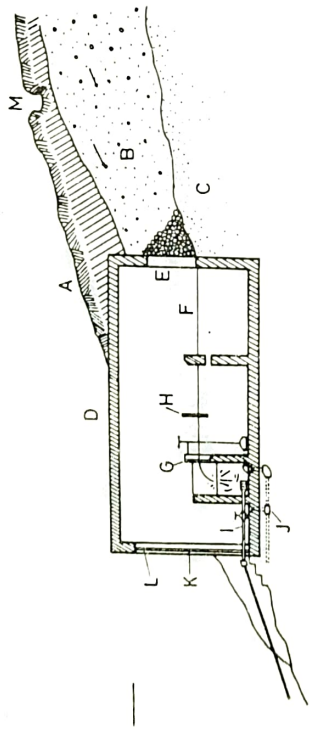


FIG. VII - 15

- A. Superficie del suelo
- B. Capa acuífera
- C. Capa impermeable
- D. Cámara de captación
- E. Aberturas protegidas con un relleno de piedra y grava para eliminar arena y detritos
- F. Depósito de recepción
- G. Compuerta de aforo
- H. Regla cuyo borde inferior está a la misma altura que el de la compuerta
- I. Tubería al depósito o a la población
- J. Desagüe de fondo
- K. Puerta de entrada con cerradura
- L. Abertura de aireación practicada en la puerta y protegida con una rejilla
- M. Canal para desviar las aguas superficiales.