

CARTILLA NO. 5



Sistemas de agua potable

Programa de Estudios y Capacitación
para Proveedores de Servicios de Agua, Saneamiento e Higiene

CONTENIDO

> CARTILLA NO. 5: *Sistema de agua potable*

1	INTRODUCCIÓN	7
2	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	11
	2.1 Tipos de Sistema	
	2.2 Abastecimiento de agua por Miniacueducto por Gravedad (MAG)	
	2.3 Abastecimiento de agua por Mini acueducto por Bombeo (MAB)	
3	POZO EXCAVADO A MANO (PEM)	17
	3.1 ¿En qué consiste un pozo excavado a mano?	
	3.2 Mantenimiento	
	3.3 Ventajas y desventajas	
	3.4 Instalación del Bomba de Mecate	
	3.5 Clase practica	
4	POZO PERFORADO (PP)	27
	4.1 En que consiste un pozo perforado	
	4.2 Elementos de un PP	
	4.3 Métodos de perforación de pozos	
	4.4 Ventajas y desventajas	
	4.5 Clase Practica	
5	SISTEMAS CALL Y SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	35
	5.1 En que consiste Captación de Agua de Lluvia CALL	
	5.2 Área de captación	
	5.3 Sistema de conducción	
	5.4 Infraestructura de almacenamiento	
	5.5 Procedimiento técnicas en la construcción con ferro cemento	
	5.6 Acciones de mantenimiento preventivo de forma obligatoria	

6 BOMBAS **45**

- 6.1 Las bombas
- 6.2 Procedimiento para la instalación de bomba manual
- 6.3 La prueba de bombeo o prueba hidráulica 42
- 6.4 Bombas de Motores eléctricos
- 6.5 Instalación de Bomba eléctrica en pozo poco profundo
- 6.6 Construcción de obra

7 REFERENCIAS **57**

CURSO DE ALBAÑILERÍA Y FONTANERÍA en Agua, Saneamiento e Higiene

Tema: Sistema de agua potable

Perfil del Facilitador:

Requisitos:

➤ Los candidatos y las candidatas para facilitador del “Curso de Albañilería y Fontanería en Agua, Saneamiento e Higiene” en el tema, Sistema de agua potable, deberán cumplir con los siguientes criterios:

- Preferiblemente de las Regiones Autónomas, con dominio de al menos una lengua de los pueblos originarios de la región del Caribe nicaragüense.
- **Conocimiento** del contexto rural y de los pueblos originarios de la Costa Caribe nicaragüense.
- **Formación Académica.** Profesional con título universitario en Ingeniería Civil, o bien en Arquitectura, Agroforestal, Agrónoma o Ciencias Ambientales. Así mismo Licenciatura en Pedagogía, Ciencias de la Educación, y Ciencias Sociales, o afines.
- **Curso o post-grado.** Preferiblemente con formación de postgrado, diplomado superior o maestría relacionada a Gerencia de Proyectos de Construcción, Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Agua y Saneamiento, Gestión Ambiental, Ciencias Ambientales, Desarrollo Local, Pedagogía o Ciencias de la Educación.

➤ **Experiencia**

➤ **Experiencia General**

El facilitador deberá haberse desempeñado en las áreas de la docencia o cargos en área de planificación y/o académicos en educación técnica, planificación en las temáticas de educación, salud, agua, saneamiento e higiene, ambientales, desarrollo rural, así como desarrollo comunal.

➤ **Experiencia específica**

Se evaluará experiencias del facilitador en docencia con enfoque de las técnicas de construcción.

Otras áreas, catedrático de educación técnica y/o superior en las temáticas de: construcción, agua, saneamiento e higiene; medio ambiente, ciencias sociales, agronomía.

Técnicos en capacitación vinculado a proyectos de agua, saneamiento e higiene, medio ambiente y educación, ejecutadas con instituciones del Estado y ONG.

No	Concepto	Detalles
1.	Contenido	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pozos excavados y bombas manuales (mecate, EMAS, entre otras) 2. Pozos perforados y bombas manuales (mecate, EMAS, entre otras) 3. Sistema SCALLL y sistemas de almacenamiento 4. Bombas eléctricas
2.	Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer los principales sistemas de agua, tipos, sus ventajas comparativas, técnicas constructivas <ul style="list-style-type: none"> - <i>Identificar los distintos sistemas de agua rural para el consumo humano.</i> - <i>Distinguir las partes integrantes de los sistemas de agua rural para el consumo humano.</i> - <i>Analizar las ventajas comparativas entre los sistemas</i> - <i>Aplicar las técnicas constructivas en los sistemas de agua para consumo humano</i>
3.	Duración	<p>Carga horaria: 160 horas</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Clases teóricas: 26 horas</i> - <i>Clases prácticas: 38 horas</i> - Clases no presenciales: 96 horas (Constructivas de obras)
4.	Estrategia de implementación	<p>Con el propósito de contribuir a fortalecer las capacidades técnicas y habilidades en las labores de construcción el curso se desarrollará de la siguiente manera:</p> <p><i>Conferencia o exposición directa:</i> En las clases teóricas, el facilitador hará una descripción detallada de pozos excavados y bombas manuales (mecate, EMAS, pozos perforados y bombas manuales (mecate, EMAS, entre otras), sistema CLLL y sistemas de almacenamiento y bombas eléctricas, motivando al grupo a la reflexión y participación a expresar sus experiencias laborales en técnicas de construcción.</p> <p><i>Prácticas de reforzamiento:</i> Las clases práctica se desarrollará en dos etapas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clases prácticas demostrativas <p>Llevar a cabo la demostración de los sistemas de construcción de pozos, instalación de bombas y sistema CALL con los materiales, herramientas y equipo de trabajo en el laboratorio el facilitador hará la demostración instructiva. Los participantes en grupo de tres o cuatro harán las practicas demostrativas. Las demostraciones se harán simultaneo, una vez que concluya una, continua con otra demostración has concluir.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de obra: Como parte la formación del curso los participantes tienen la tarea de construir una obra aplicando los conocimientos técnicos, esta actividad ser realizará fuera del horario de clase, el facilitador hará el monitoreo y evaluación de la participación en la obra. Las obras propuestas son: <ul style="list-style-type: none"> o Construcción de un sistema CALL. o Instalación de tanque de almacenamiento de agua o Instalación de Bomba eléctrica. <p>Los participantes se formarán en grupo de tres o cuatro, el facilitador asignará a cada grupo las obras a construir, así mismo les entregará los planos y materiales. Para la instalación de la bomba eléctrica se llevará a cabo con la participación de todo el grupo.</p>



5.	Instrumentos o técnicas del curso	<p>Las técnicas a utilizarse en el curso con el fin de optimizar el aprendizaje están:</p> <p><i>Trabajo grupal.</i> Los participantes se formarán en grupo para elaborar trabajos del curso, también para discutir y consensuar resultados.</p> <p><i>Exposición de trabajo.</i> Exponer ante los participantes, anécdotas de sus labores en el área de construcción de diferentes sistemas de agua para compartir y reflexionar.</p> <p><i>Sesión de discusión.</i> Se motivará al grupo la discusión de temas vinculada a mediciones, calidad de trabajo, aplicación de normas y construcciones alternativas</p> <p>El Apoyo de material didáctico para las conferencias, el retroproyector, cartulina, marcadores, pizarras básicamente y para las clases prácticas, están los materiales de construcción como cementos, arenas, varias, bloques y herramientas de trabajo.</p>
6.	Evaluación	<p>A fin de verificar el éxito o alcances del curso, el facilitador llevará a cabo una evaluación sistemática del curso, de esta forma se podrá medir la eficacia y resultados esperados, así como el proceso de aprendizaje de los participantes y la labor de enseñanza del facilitar. Para la elaboración del informe y valoración de cada uno de los participantes se propone considerar los siguientes aspectos, básicamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Conocimientos adquiridos por los participantes:</i> Valorar el grado de asimilación de las temáticas desarrollada en la unidad de cada uno de los participantes, valorar la profundidad del abordaje de la temática. La valoración (se calificará de 00 a 100 puntos, 60 calificación mínima de aprobación). • <i>Alcance de los objetivos del curso.</i> Autoevaluación del facilitador. Valorar: Cumplimiento de los contenidos del curso, participación activa de los participantes, uso de materiales didácticos apropiados. • <i>La percepción general del curso:</i> A través de los participantes conocer, cómo percibieron (observó) el curso, en relación a los temas desarrollados, métodos utilizados, así como la organización del curso.

Introducción



1 INTRODUCCION

La cartilla de Sistema de Agua Potable se enmarca en el proyecto “Fortaleciendo Mercados de Agua y Saneamiento para Facilitar Acceso para Poblaciones Periurbanas en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) de Nicaragua”, y tiene como propósito contribuir en el fortalecimiento de las capacidades técnicas y habilidades de los proveedores de servicios de agua, saneamiento e higiene de los municipios Puerto Cabezas, Waspam y Rosita.

La Costa Caribe Nicaragüense representa la zona del país con menor cobertura de servicios de agua potable y saneamiento básico, debido entre otras cosas a factores políticos, socioeconómicos y culturales, pero también la falta de personal capacitado para implementar las técnicas adecuadas de agua saneamiento e higiene.

El agua potable es agua dulce que puede ser consumida por personas y animales sin peligro de adquirir enfermedades. El sistema de suministro de agua potable es un procedimiento de obras, de ingeniería que con un conjunto de tuberías enlazadas nos permite llevar el agua potable hasta los hogares de las personas de una ciudad, municipio o área rural comparativamente poblada.

Según estos razonamientos, podemos llegar a la conclusión de que, para llevar a cabo las labores de abastecer de agua potable a la población de una forma eficaz, debemos estar preparados y poseer una serie de conocimientos técnicos que nos lleve a concebir que las diferentes obras de agua, saneamiento e higiene sea saludable y se aprovechado por la población de forma segura.

Éste es el propósito del curso, es decir que, pretendemos situar a los proveedores de servicio de agua, saneamiento e higiene en el contexto del proceso constructivo y adquirir los conocimientos teóricos y prácticos que les permita enfrentarnos su oficio.



**Sistemas de abastecimiento
de agua**

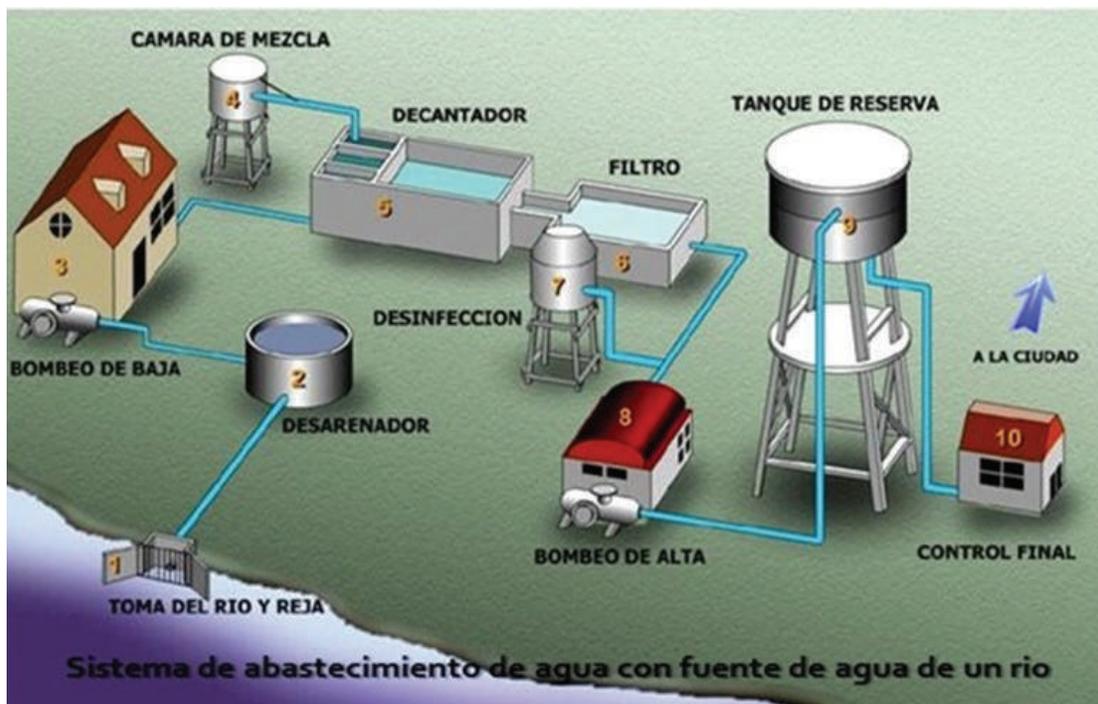


2 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

2.1 Tipos de Sistema

El agua es indispensable para la vida, sin embargo, es también causa de enfermedades infectocontagiosas que provocan la muerte de muchos menores y de adultos mayores. Esta es la razón de que la tarea de abastecer de agua a la comunidad sea un asunto de tanta responsabilidad. Pero esta responsabilidad debe ser compartida por las instituciones del Estado, las organizaciones y las familias.

Un sistema de abastecimiento de agua es aquel que recoge el agua desde la fuente de captación, que puede ser una naciente u ojo de agua; un pozo o un río y la lleva, a través de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas a cada una de las viviendas o hacia una fuente de uso público. Las fuentes públicas tienen como propósito abastecer a aquellas personas que no tienen agua en su casa.



El sistema de agua lo conforman los diferentes elementos y componentes de la obra física, así como las actividades que se realizan para el adecuado tratamiento, almacenamiento y distribución del agua.

El diseño, construcción y administración del acueducto se deben planificar con mucho cuidado para garantizar que el agua que llega a las familias sea agua limpia y apta para el consumo humano. El sistema de abastecimiento tiene como beneficio adicional ahorro de tiempo y esfuerzo.

De manera general, existen dos formas de abastecer de agua a una población:

- 1 — Sistema colectivo o acueducto que sirve a toda la población de una comunidad o ciudad.
- 2 — Sistemas que pueden servir a reducidos grupos de población o a una vivienda de forma individual.

Los principales tipos de sistemas de agua que se han utilizado para abastecer a la población que habita en el medio rural son los siguientes:

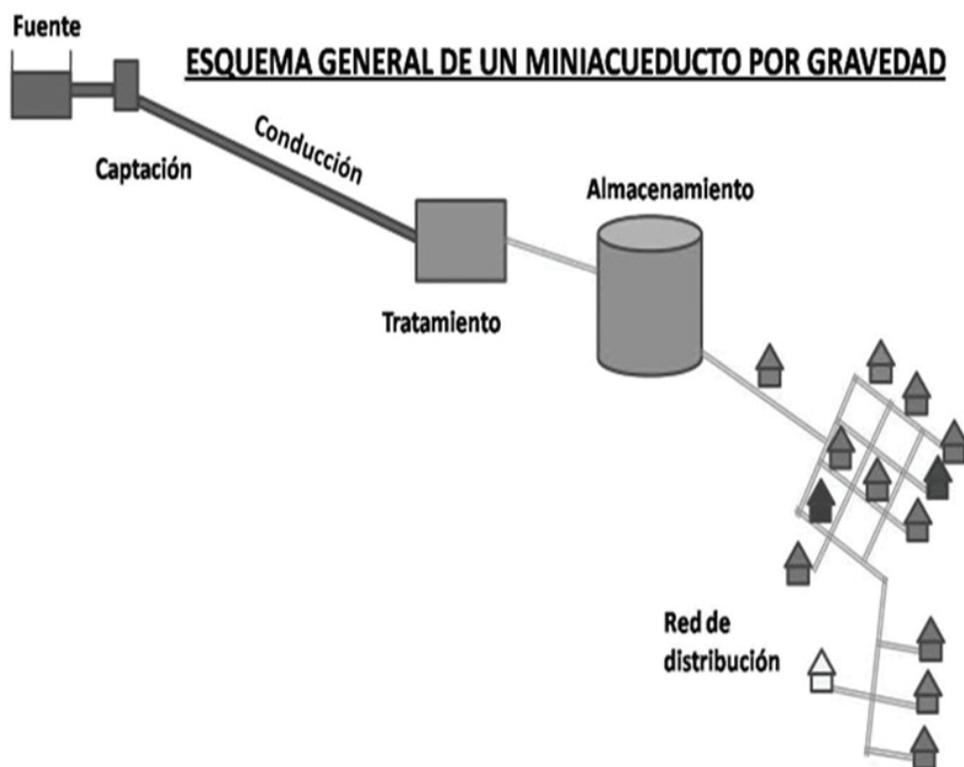
- ▶ **Mini acueducto por Gravedad (MAG)**
- ▶ **Mini acueducto por Bombeo (MAB)**
- ▶ **Pozo Excavado a Mano (PEM)**
- ▶ **Pozo Perforado (PP)**
- ▶ **Cosecha de Agua de Lluvia (CALL)**

De los sistemas de abastecimiento de agua: Mini acueducto por Gravedad (MAG) y Mini acueducto por Bombeo (MAB), corresponden a sistemas de carácter colectivo que sirven a toda la población de una comunidad o localidad, son sistemas complejos que cuentan con una serie de componentes como: Fuente, Obra de Captación, Línea de aducción o impulsión, Planta de Tratamiento, Regulador, Línea Matriz, Red de Distribución, Acometida Domiciliaria.

Los tres restantes, Pozo Excavado a Mano (PEM), Pozo Perforado (PP), Cosecha de Agua de Lluvia (CALL) son sistemas de carácter individual o familiar y sirven a un reducido grupo de personas. Dada la naturaleza de esta cartilla, se hace mayor énfasis en sistemas de abastecimiento de agua de carácter individual o familiar.

2.2 Abastecimiento de agua por Miniacueducto por Gravedad (MAG)

Por MAG se designa a un acueducto que abastece de agua a una (o más) comunidad rural. Se dice que es por gravedad porque el agua se hace llegar desde la fuente y obra de captación hasta los usuarios, utilizando únicamente la energía de la gravedad, es decir sin bombeo. Esto demanda que la obra de toma este a una elevación superior a la del sitio del tanque de almacenamiento y distribución.



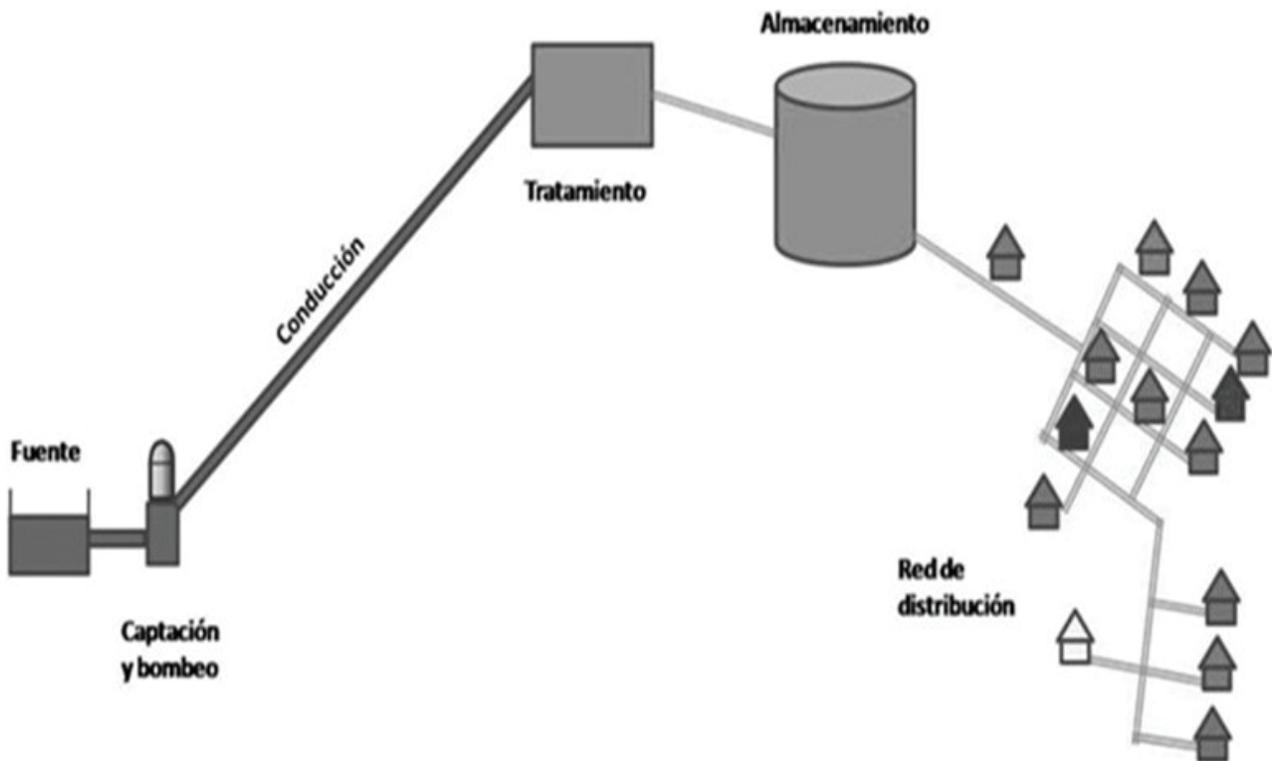


2.3 Abastecimiento de agua por Mini acueducto por Bombeo (MAB)

Por MAB se conoce a un acueducto que abastece de agua a una (o más) comunidad rural. Se dice que es por bombeo porque el agua se eleva desde la fuente y obra de captación, localizada a menor altura, hasta un tanque de almacenamiento o hasta las tomas, a pesar de esto, el sistema sigue siendo MAB.

El bombeo puede hacerse por diversos medios utilizando por ejemplo bomba y motor eléctrico, (con energía convencional o solar) en cuyo caso se le ha llamado MABE (Miniacueducto por Bombeo Eléctrico), con bomba accionada por motor eólico, con bomba movida por motor de combustión externa o con una bomba que utiliza la energía del agua para elevar hasta el nivel requerido (Ariete Hidráulico).

ESQUEMA GENERAL DE UN MINIACUEDUCTO POR BOMBEO



A large white number '3' is centered on a blue background. A blue, hand-drawn shape, resembling a stylized '3' or a hand-drawn outline, is overlaid on the white '3'. The blue shape has a thick, irregular stroke and a rounded top. The text 'Pozo excavado a mano' is written in white, bold, sans-serif font across the middle of the blue shape.

Pozo
excavado a mano



3 POZO EXCAVADO A MANO (PEM)

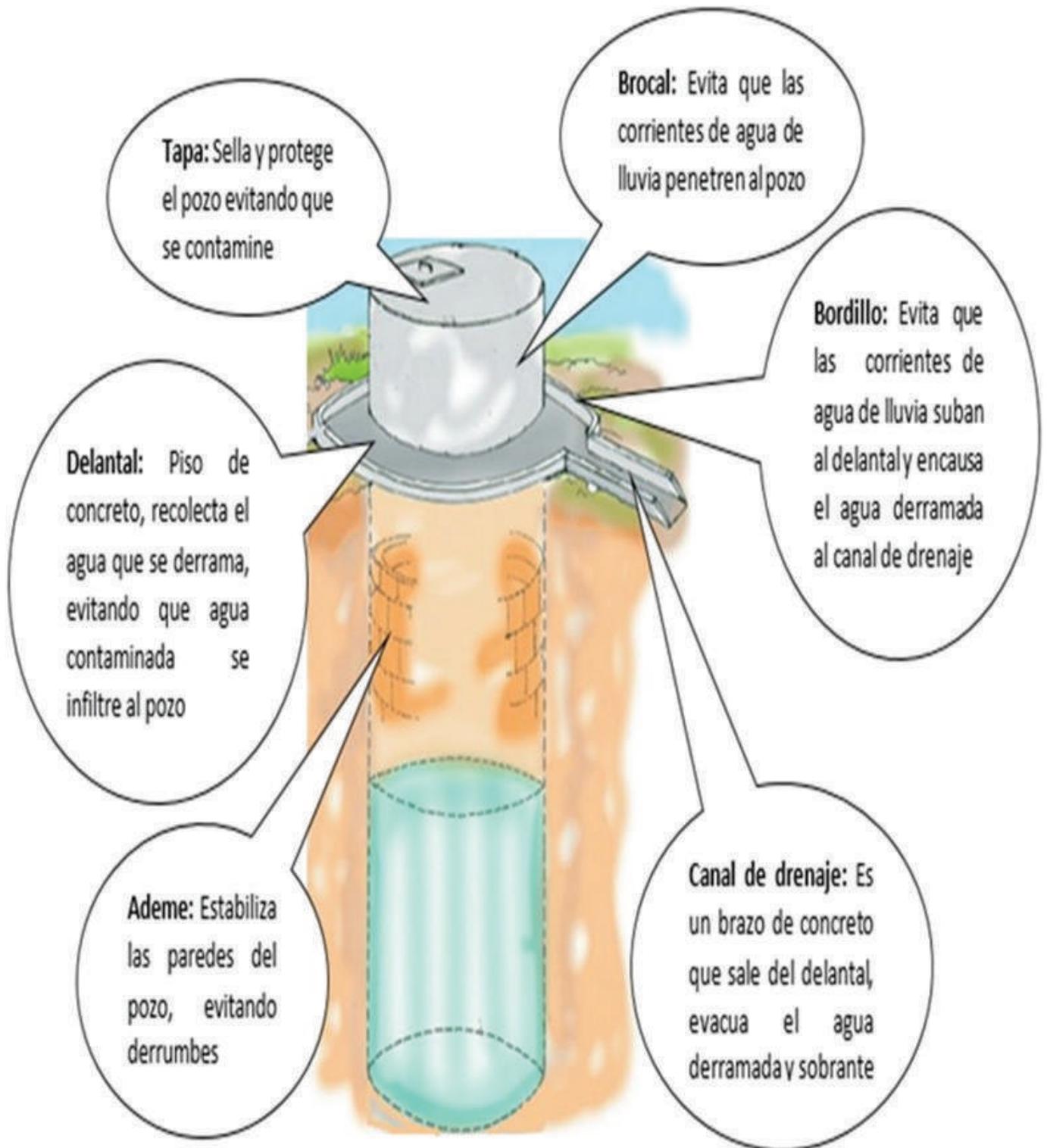
3.1 ¿En qué consiste un pozo excavado a mano?

Esta es la forma más tradicional de abastecimiento de agua en las comunidades rurales del Caribe nicaragüense, y consiste en una excavación circular o cuadrada para el aprovechamiento de aguas subterráneas de poca profundidad (sub superficiales) que pasan por el sitio de excavación. Normalmente los pozos tienen profundidades menores de 20 metros, su construcción demanda el uso de herramientas manuales como picos, barras, palas, mecate y baldes, generalmente la propia familia paga para construir su pozo, el caudal obtenido depende de la capacidad del acuífero y los niveles de aprovechamiento del recurso. En cuanto a la calidad del agua, casi siempre es muy buena, pero se requiere protección para evitar la contaminación. Los pozos de mejor rendimiento se localizan en áreas aluviales cercanas a ríos y caños.

Un pozo excavado debe incluir los siguientes elementos: Brocal, tapa hermética, delantal, canal de drenaje y una bomba para la extracción del agua. En algunas zonas se necesita ademar, anillos de ferrocemento, o bloques, en una parte o toda la profundidad de la excavación para evitar el derrumbe de las paredes.

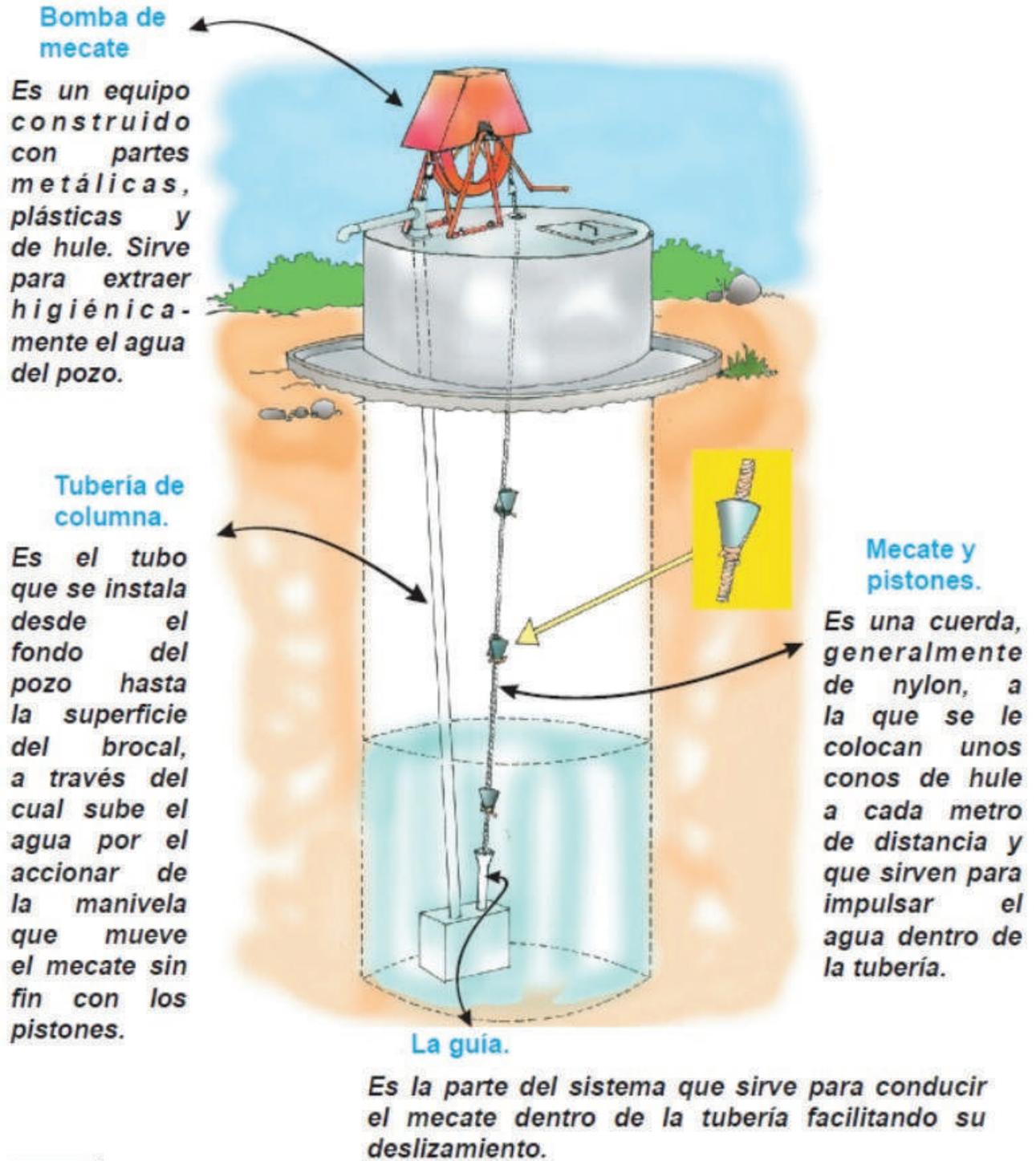


- **Principales componentes:**





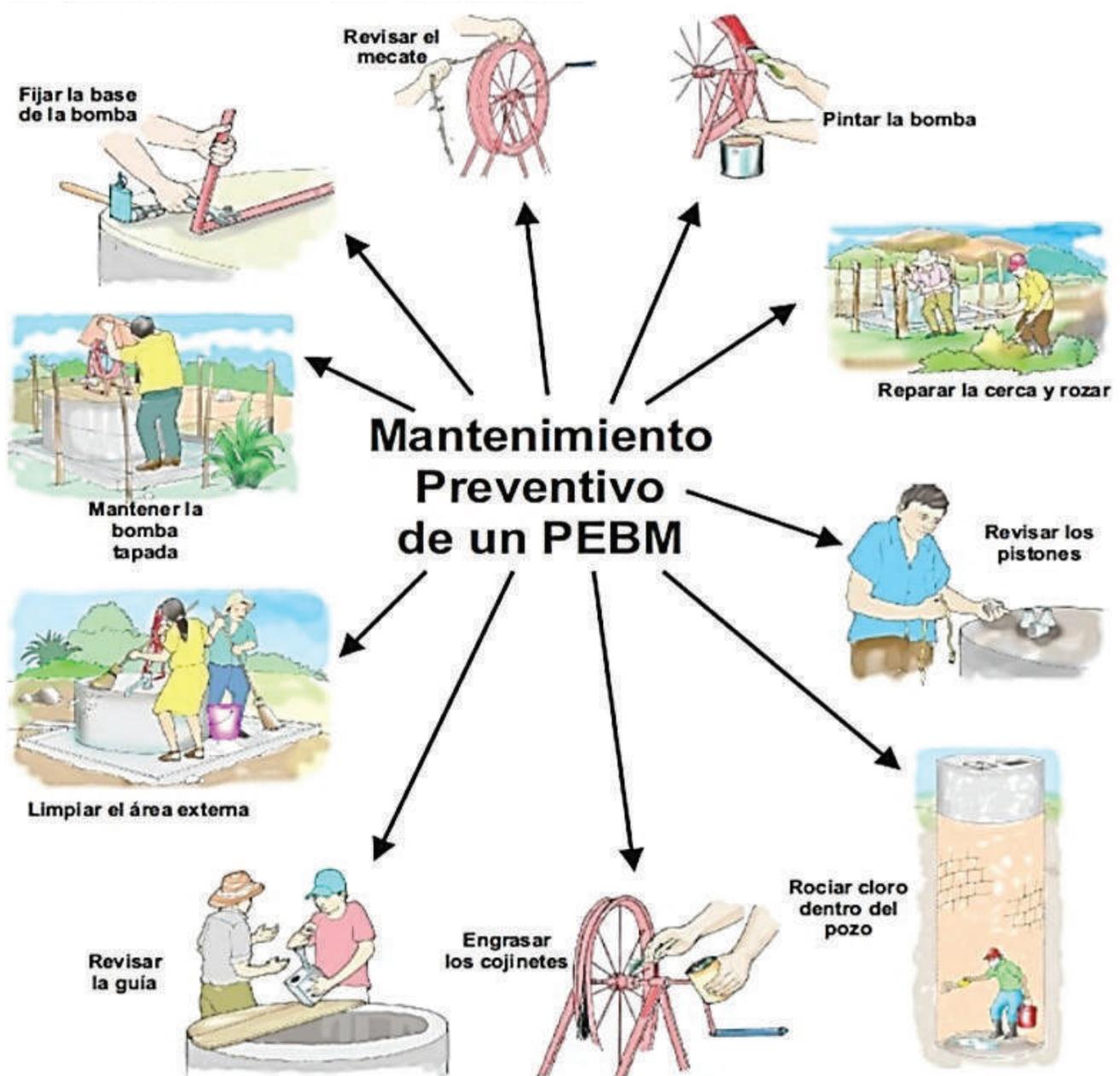
• Ilustración de un pozo con bomba de mecate



3.2 Mantenimiento

El mantenimiento preventivo de los pozos excavado a mano (PEBM) son las actividades que los comités de agua potable (CAPS) con el apoyo de hombres y mujeres de la comunidad realizamos periódicamente para prevenir daños en el sistema.

Las principales actividades son las siguientes:





3.3 Ventajas y desventajas

A continuación, se mencionan algunas ventajas y desventajas del sistema de pozos excavados en función de las otras opciones de abastecimiento de agua:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • En muchos sitios hay condiciones para construir estas obras y se obtiene muy buena calidad de agua. • Estas fuentes son conocidas y aceptadas por la población debido a que tradicionalmente se han abastecido de ellas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El caudal es reducido y solamente permite beneficiar a un pequeño grupo de viviendas. • Durante la construcción se requiere mucho cuidado para evitar accidentes. • El uso de mecate y balde para extraer el agua es una forma de contaminar el agua del pozo.

3.4 Instalación de Bomba de Mecate

- 1 Verificar la profundidad del pozo, pila y asegurar que el nivel de agua sea 85 centímetros como mínimo.
- 2 Seleccionar la tubería en dependencia de la profundidad.
- 3 Colocar la guía y tubería seleccionada de manera alineada para pegar e introducir el mecate de bombeo.
- 4 Al pegar la tubería no aplicar en el acople de la hembra solamente en el tubo de conexión o macho, para evitar que al introducir el tubo se meta pegamento en el interior del mismo e impida que pasen los pistones.
- 5 Después de unir los tubos hay que dejar secar la pega durante tres a cinco minutos.
- 6 Amarrar el mecate por los extremos para evitar que se introduzcan los extremos y no se pueda instalar esto se hace para evitar que el mecate se introduzca dentro del tubo.
- 7 Introducir tubería con guía y mecate acoplado dentro del pozo. hay que evitar que el mecate se enrolle alrededor de la tubería.



8 La guía debe asentarse hasta el fondo del pozo, se tendría que levantar del fondo si existiera lodo o basura en el fondo del pozo o pila.

9 Levantar la tubería hasta la altura adecuada (caso en que la tubería va soportada sobre la tapadera).

10 Sujetar la tubería de bombeo a ala tapadera (caso en que la tubería va soportada sobre la tapadera).

11 Acoplar reductor, tee, niple superior e inferior y tubo de descarga.

12 Los niples a utilizar varían en longitud en dependencia del equipo a instalar.

13 El reductor, tee, niples y tubos de descarga solo van embonados no van pegados con el propósito de que el tubo de descarga pueda girarse a diferentes posiciones y para facilitar el desmontaje de toda la tubería.

14 Amarrar los extremos de la cuerda con su tensión adecuada ubicando el punto de amarre.

15 El punto de amarre debe quedar distribuido entre un pistón y otro.

- La distancia entre los pistones en el tramo de amarre debe ser 70 cm y un metro.
- Recortar los extremos de la cuerda quemar sus puntas.
- Entrelazar la cuerda con un mínimo de tres enlaces.
- La punta del mecate debe quedar lo más cerca del ultimo cruce.
- Al entrelazar la cuerda no debe de quedar un pistón atrapado y es mejor desenganchar la cuerda (mecate) de la rueda para hacer esta operación.



3.5 Clase práctica

No	Concepto	Detalles
1.	Contenido	<p>Pozos excavados y perforados</p> <p>Un pozo de agua o una perforación es una obra de captación vertical que permite la explotación del agua freática contenida en los intersticios o las fisuras de una roca del subsuelo, en lo que se denomina acuífero. El agua puede llevarse hasta el nivel del suelo de manera sencilla con ayuda de un recipiente (un cubo, por ejemplo) o más fácilmente con una bomba, manual o motorizada. Aplicar las técnicas para obtener agua segura para el consumo humano y evitar la contaminación.</p>
2.	Duración	12 Horas. Dos sesiones
3.	Métodos de Enseñanza	<p>Con el propósito de hacer que la clase práctica de reforzamiento sea eficiente en la dirección del aprendizaje y alcanzar con éxito los objetivos de la clase, se propone desarrollar de la siguiente forma:</p> <p>Después de concluir la clase teórica, el facilitador con el apoyo del retroproyector explicará los pasos para la excavación y perforación de un pozo, enfatizando en lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipos y materiales de trabajo - Pasos para la excavación y perforación - Protección de los pozos. <p>Una vez concluida los participantes se formarán en grupos de tres o cuatro integrantes y realizarán la práctica de</p> <ul style="list-style-type: none"> - Con taladros manuales hacer los preparativos para la perforación de un pozo. - Hacer una demostración de las formas de protección del pozo. - Mantenimiento, reflexión u discusión con el grupo sobre las formas de realizar mantenimiento <p>El facilitador concluirá con un resumen de las practicas realizadas, y reflexionar con los participantes sobre los mejores trabajos.</p>
4.	Equipos	Computadora, retroproyector, Taladros manuales de perforación de pozo. Varillas metálicas para localizar fuente de agua, bombas manuales.
5.	Herramientas	Herramientas de albañilería y fontanería, cintas métricas-
6.	Materiales	Bloque, cemento

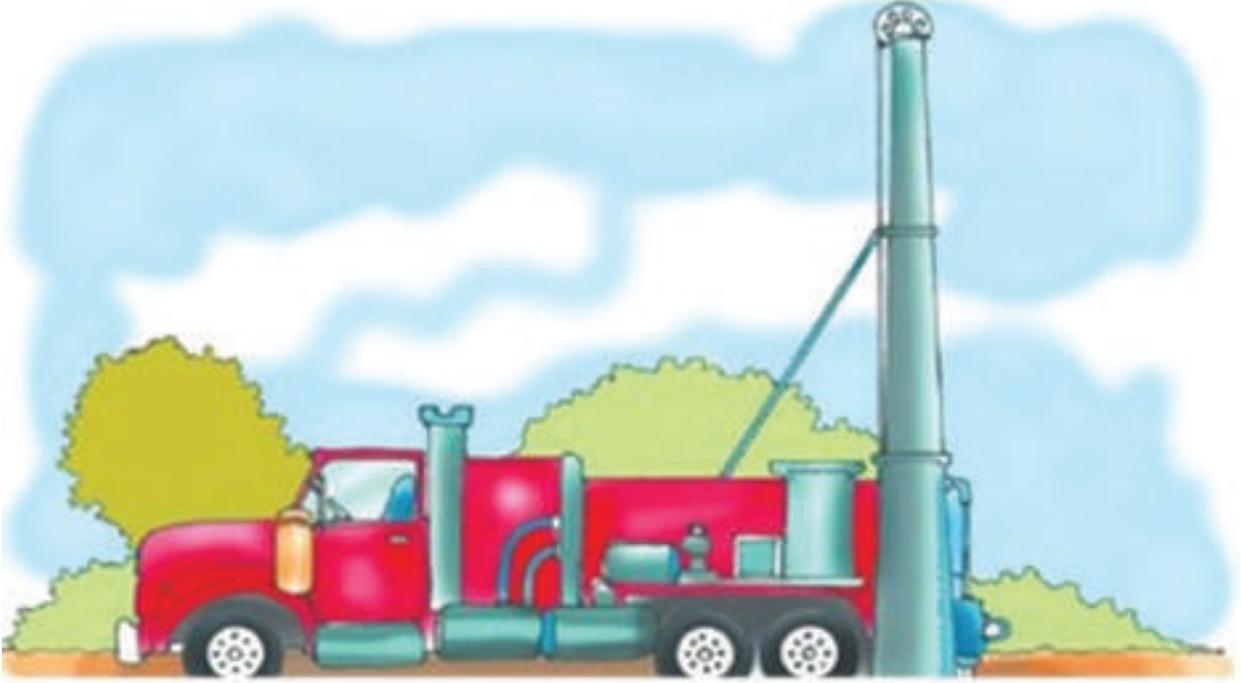


Pozo Perforado



4 POZO PERFORADO (PP)

4.1 En que consiste un pozo perforado



Son pozos que se construyen con un equipo de perforación, cuando no es posible excavar a mano por que el terreno es rocoso o el acuífero se encuentra a una profundidad mayor de quince metros.

La determinación de si una formación es acuífera o no, así como de sub permeabilidad, se hace con base en las muestras que el perforador obtiene durante el transcurso de la perforación; de aquí la gran importancia que tiene realizar un buen muestreo.

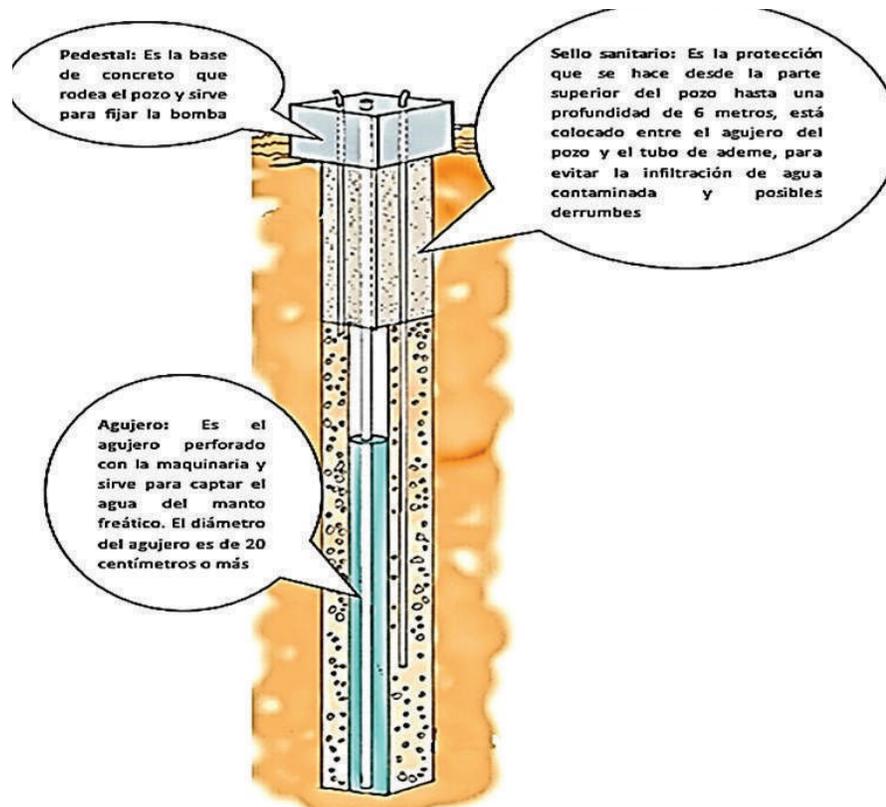
Un pozo perforado se utiliza para aprovechar el agua subterránea que circula por la comunidad, normalmente consiste en una perforación realizada con medios mecánicos y tiene un diámetro de entre 15 y 25 centímetros. La profundidad de estos pozos es variable, sin embargo, si se pretende instalar una bomba manual para la extracción del agua su profundidad oscila entre 20 y 60 metros.

Existen métodos mecanizados y manuales para perforar pozos, pero todos se basan en dos modalidades: percusión y rotación. Así mismo, se emplea una combinación de ambas modalidades.

4.2 Elementos de un PP

Los principales elementos que incluye un pozo perforado son: el propio pozo, un pedestal para la instalación del equipo de bombeo, sello sanitario y un cerco para protección de la obra. Cuando el pozo es destinado para utilizarlo como toma pública de agua se debe instalar un delantal, canal de drenaje y la instalación de

una bomba de acción manual adecuada. La construcción de estas obras demanda del personal especializado, no solamente en la operación del equipo de perforación sino también para el diseño del pozo. Durante la perforación se debe realizar una labor de toma y análisis de muestras del material extraído a fin de obtener el perfil litológico del subsuelo que servirá posteriormente para determinar en qué estratos se instalará tubería ciega y en cuales tubería ranurada. Otras actividades que demandan mano de obra especializada y supervisión adecuada son el ademe del pozo, la instalación del filtro de grava y el sello sanitario, a continuación, en la figura se detallan los principales elementos.



4.3 Métodos de perforación de pozos

Una perforación es un hueco que se hace en la tierra, atravesando diferentes estratos, entre los que puede haber unos acuíferos y otros no acuíferos; unos consolidados y otros no consolidados. Cada formación requiere un sistema de perforación determinado, por lo que a veces un mismo pozo que pasa por estratos diferentes obliga a usar técnicas diferentes en cada uno de los estratos.

Una misma perforación puede atravesar varios acuíferos, por lo que es conveniente valorar cada uno de ellos para definir cuáles deben ser aprovechados a la hora de terminar el pozo.

La determinación de si una formación es acuífera o no, así como de su permeabilidad, se hace con base en las muestras que el perforador obtiene durante el transcurso de la perforación; de aquí la gran importancia que tiene realizar un buen muestreo.



Existen métodos mecanizados y manuales para perforar pozos, pero todos se basan en dos modalidades: percusión y rotación. Así mismo, se emplea una combinación de ambas modalidades.

- **Perforación por percusión**

El método se basa en la caída libre de un peso en sucesión de golpes rítmicos dados contra el fondo del pozo.

Las partes típicas de un equipo motorizado de perforación a percusión son:

- ▶ **Tren de rodaje.** Estos equipos vienen generalmente montados sobre un chasis de acero sobre cuatro ruedas con neumáticos, pero también las hay motadas sobre un camión.
- ▶ **Bastidor.** Es una caja de ángulos de acero y brazos articulados en donde se ubican las piezas vitales de la perforadora y soporta además a la torre.
- ▶ **Mástil o Torre.** Generalmente son de tipo telescópica y viene en dos tramos de 36 pies cuando está extendida y 22 pies cuando está recogida, con sus respectivos dispositivos de extensión. El largo de la torre está en función con la sarta de perforación.
- ▶ **Tiro de remolque.** Es el mecanismo que va unido al tren de rodaje de la perforadora.
- ▶ **Motor.** Para poder accionar todo el equipo de perforación se necesita un motor ya sea a combustión interna o con energía eléctrica como en el caso de algunos equipos soviéticos.



Fuente: Basic Ground - Water Hydrology - USGS

También conocido como perforación de martillo - cable.

El método consiste en elevar y dejar caer una carga pesada con una cuña en su extremo.

Al impacto la roca se destroza, y junto con el agua es removida. En material no-consolidado, un encamisetado es introducido a unos metros de la superficie antes de la perforación.

Perforación por percusión

- **Perforación por rotación**

Estos equipos se caracterizan porque trabajan girando o rotando la broca, trícono o trépano perforador. El sentido de la rotación debe ser el mismo usado para la unión o enrosque de las piezas que constituyen la sarta de perforación. Todas las brocas, trépanos o tríconos, son diseñados para cortar, triturar o voltear las distintas formaciones que pueden encontrarse a su paso. Estas herramientas son diseñadas para cada tipo de formación o terreno.

Un equipo de perforación por rotación motorizado típico, tiene las siguientes partes:

- ▶ **Mesa de rotación.** Su función es la de recibir la fuerza necesaria del motor para poder girar la sarta de perforación. Estas mesas pueden ser accionadas por acople directo o por engranajes y son redondas con tamaño de acuerdo a la magnitud del equipo de perforación. En el centro lleva una abertura que puede ser cuadrada o hexagonal por la que pasa la barra giratoria llamada Kelly.
- ▶ **Barra giratoria o Kelly.** Es una barra generalmente cuadrada de 4" de lado y que pasa por el centro de la mesa rotatoria y recibe de esta el necesario movimiento giratorio para poder perforar. El extremo inferior se acopla a las brocas y el extremo superior al eslabón giratorio llamado Swivel que lo soporta conjuntamente con toda la sarta de perforación. La barra es de acero de alta dureza y es hueca por el centro (2"), para de esta manera permitir el paso del lodo de perforación hidráulico. El Kelly puede subir, bajar o detenerse cuantas veces lo desee el perforador mediante el accionamiento de los controles respectivos.
- ▶ **Swivel o eslabón giratorio.** Es un mecanismo que va acoplado a la parte superior del Kelly, es una pieza hueca en el centro. Aquí se acopla la manguera que viene desde la bomba de lodos.
- ▶ **Drill pipe o tubería liviana de perforación**
- ▶ **Tubería construida con acero especial** y se usa agregándose cada vez que se introduce el Kelly totalmente en el pozo y vuelve a sacarse, ya que de esta manera a dejado el espacio disponible para la tubería.
- ▶ **Drill collars o tubería pesada de perforación.** También conocida como Botellas o Sobrepeso. Son tubos de 6" ó más y de 10' a 20' de largo y con un peso de 500 a 700 Kg. Su finalidad es aumentar el peso de la sarta de perforación y conseguir fácilmente el corte con los tríconos.
- ▶ **Tríconos o brocas de perforación.** Las brocas tienen la función de desagregación de las rocas durante la perforación de un pozo. Existe una amplia gama de tríconos y cada uno está diseñado para determinadas desagregar rocas con determinadas características mecánicas y abrasivas.
- ▶ **Bomba de lodos.** Su función principal es tomar el lodo de perforación de la poza de lodos y llevarla or la manguera hacia el Kelly y al fondo del pozo. El lodo asciende a la superficie llevando en suspensión el detritus de la perforación. Por un canal pasa a la poza de sedimentación donde se depositan por su propio peso partículas grandes y pesadas, arena, etc. Del pozo de sedimentación el agua con menos material en suspensión pasa por medio de otro canal hacia el pozo principal donde nuevamente es bombeado al pozo, cerrando en ciclo.
- ▶ **Motor.** Pueden ir acoplados al chasis del remolque o puede usarse el mismo motor del camión del equipo de perforación. La potencia depende de la magnitud del equipo de perforación.



4.4 Ventajas y desventajas

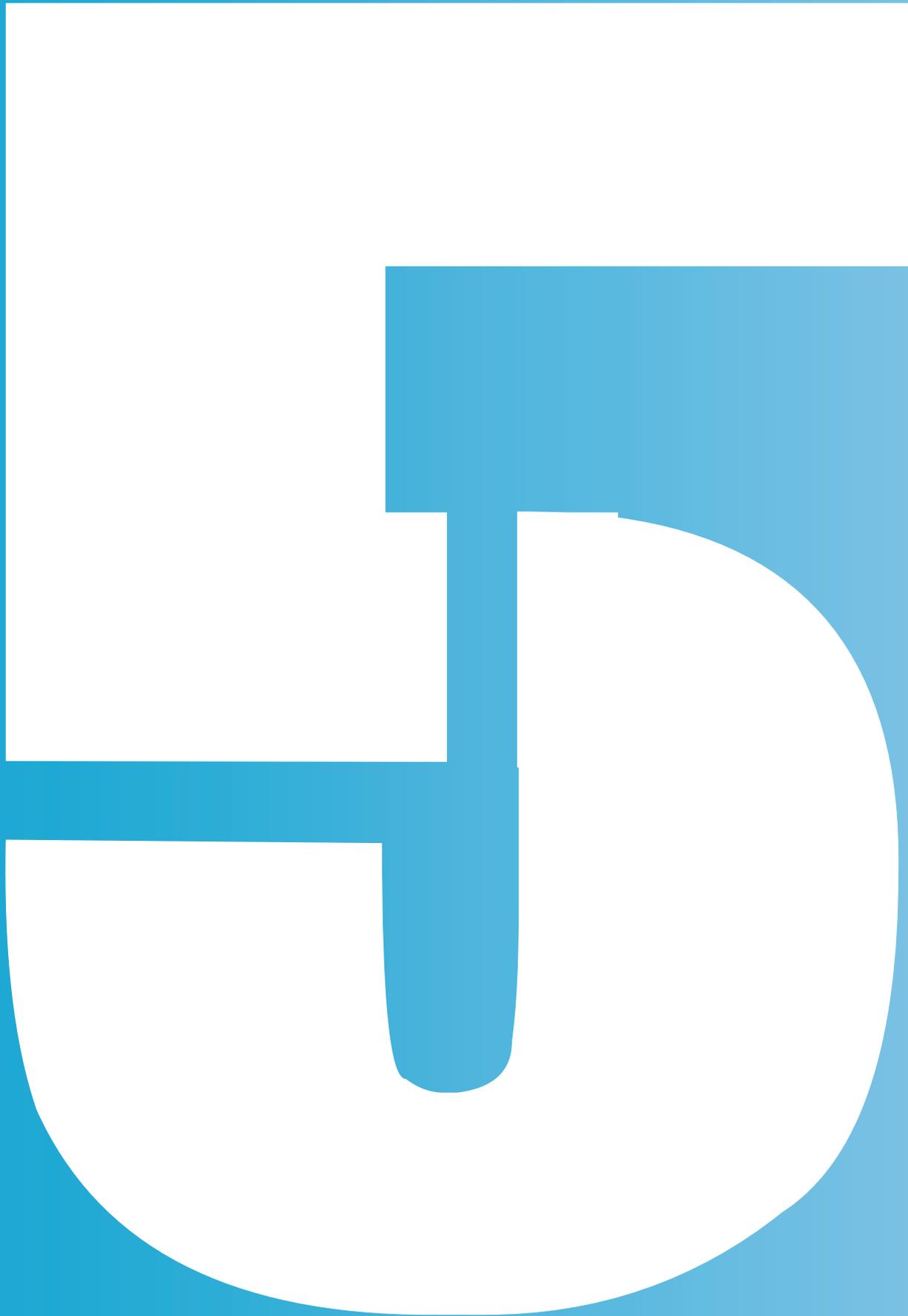
A continuación, se mencionan algunas ventajas y desventajas del sistema de pozos perforados en función de las otras opciones de abastecimiento de agua:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> En sitios donde hay agua subterránea profunda se obtiene muy buena calidad de agua, solamente requiere desinfección. Hay mucha experiencia nacional en este tipo de obras, principalmente en la región del pacífico nicaragüense, hay equipos que perforan un pozo en pocas horas. 	<ul style="list-style-type: none"> El diámetro del pozo es reducido por lo cual no sirve como almacenamiento de agua. Se requiere acceso vehicular hasta el sitio de perforación. En la Costa Caribe es muy difícil encontrar acuíferos profundos con buen rendimiento para abastecimiento colectivo. La localización de sitios para pozos perforados demanda estudios y personal técnico especializado.

4.5 Clase Practica

No	Concepto	Detalles
1.	Contenido	Bombas de agua Es la máquina que transforma energía, aplicándola para mover el agua. Este movimiento, normalmente es ascendente. Las bombas pueden ser de dos tipos “volumétricas” y “turbo-bombas”. Todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión).
2.	Duración	14 Horas. Dos sesiones
3.	Métodos de Enseñanza	<p>Con el propósito de hacer que la clase práctica de reforzamiento sea eficiente en la dirección del aprendizaje y alcanzar con éxito los objetivos de la clase, se propone desarrollar de la siguiente forma:</p> <p>El facilitador con el apoyo de dos participantes, preparará o armará la bomba manual colocando todas las piezas listo para su instalación. Los grupos harán la misma actividad mientras los otros grupos podrán observar. Este proceso también lo realizará un grupo de los participantes, los otras observan.</p> <p>Con la bomba manual armado se procederá instalar en el pozo, todos los grupos harán las mismas prácticas demostrativa.</p> <p>El procedimiento con la bomba eléctrica, se hará de la siguiente manera Se explicará detalladamente, de los pasos: la parte de las conexiones de las tuberías y accesorios luego la conexión eléctrica. La demostración de los pasos de la instalación lo haría los participantes en grupo de tres o cuatro.</p> <p>El facilitador concluirá con un resumen de las practicas realizadas, y reflexionar con los participantes sobre los mejores trabajos.</p>
4.	Equipos	Bombas manuales
5.	Herramientas	Herramientas de albañilería y fontanería, cintas métricas-
6.	Materiales	Tuberías y accesorios

Sistemas CALL y sistema de almacenamiento





5 SISTEMAS CALL Y SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

5.1 En que consiste Captación de Agua de Lluvia CALL

Captación de Agua de Lluvia (CALL) o cosecha de agua de lluvia se denomina al conjunto de elementos e instalaciones que permiten el abastecimiento de agua potable, utilizando las aguas pluviales, captadas en el techo del domicilio o establecimiento a través de infraestructura básica acondicionada para tal fin. Para el tratamiento debe efectuarse de la manera más simplificada posible, evitándose equipamientos mecanizados o controles especializados, para lo cual, puede usarse: Filtro lento de arena, Filtro rápido o Tratamiento químico (más práctico, el cloro)

5.2 Área de captación

El área de captación es la superficie sobre la cual cae el agua lluvia y estas están dadas por los techos de las viviendas, de distintos materiales que pueden ser: zinc galvanizado, tejas de barro cocido, madera tallada, plástico, paja etc. Será importante que estas superficies estén construidas de materiales que no segreguen olores, colores y sustancias que puedan contaminar el agua, por esta razón se debe impermeabilizar el área de captación y dar mantenimiento constante para evitar daños a la salud. El área de captación o techo debe tener la pendiente requerida para facilitar el escurrimiento del agua hacia el sistema de almacenamiento.



5.3 Sistema de conducción

El sistema de conducción se refiere al conjunto de canaletas o tuberías de diferentes formas diámetros y materiales que conducen el agua de lluvia del área de captación al sistema de almacenamiento a través de bajantes con tubería PVC.

Las canaletas se instalan en los bordes más bajos del techo, en dirección a la caída del agua de lluvia el material debe ser liviano, resistente, fácil de unir entre sí, deben de estar en armonía con la vivienda dar un aspecto

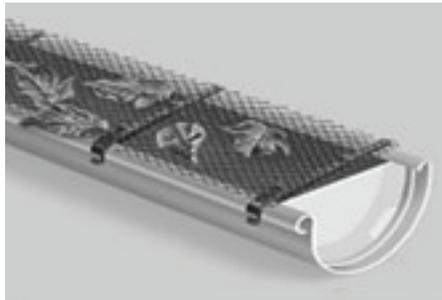
acorde con la fachada de la vivienda. Al ser instalados debe cuidarse que tenga la pendiente adecuada para evitar la acumulación de sustancias orgánicas o inorgánicas que afecten la calidad del agua almacenada. Será conveniente colocar mallas que retengan la basura, residuos sólidos y hojas, para evitar la obstrucción del flujo en la tubería de conducción; así dar el mantenimiento adecuado en los techos al inicio de la época de lluvias.



Sistema de conducción con canaletas en forma cuadrada



Sistema de conducción con canaletas en forma circular



- **Ubicación del sistema de conducción**

Los soportes para canal deben ubicarse trazando una línea de un extremo a otro considerando la pendiente adecuada que puede ser del 3% al 6%, es decir, si el techo de la vivienda tiene 3 metros entonces la pendiente será de 3 centímetros, de igual manera si tuviera 6 metros la pendiente sería de 6 centímetros con relación al extremo de la vivienda o dirección que queremos conducir el agua. Cada soporte deberá ubicarse a una distancia de 50 centímetros debidamente atornillados en la fascia de la vivienda.





• **Accesorios (soportes, tapaderas, uniones esquineras, bajante)**

Soporte PVC para canal de forma cuadrado Soporte PVC para canal de forma semi circular Unión PVC para canal en forma cuadrada Unión PVC para canal en forma semi circular Tapadera PVC para canal semi circular Codo PVC de 2" x 45° Bajante PVC para canal semi circular

Soporte PVC para canal de forma cuadrado	Soporte PVC para canal de forma semi circular	Unión PVC para canal en forma cuadrada	Unión PVC para canal en forma semi circular	Tapadera PVC para canal semi circular	Codo PVC de 2" x 45°	Bajante PVC para canal semi circular

5.4 Infraestructura de almacenamiento

Son cisternas o tanques donde se almacena el agua de lluvia una vez captada, estas estructuras son construidas de diferentes materiales, siendo lo más utilizados para la construcción de las cisternas o tanques de almacenamiento.

- Plásticos.
- Polietileno.
- PVC
- Metales.
- Concreto ciclópeo.
- Ferro cemento,
- Madera

• **Cisternas o tanques de ferro cemento**

Estas cisternas o tanques son rápidas de construir, igualmente los materiales se consiguen en la localidad pueden ser construidos por los mismos usuarios con la técnica adecuada.



Cisternas o tanques de ferro cemento

- **Ventajas:** Bajo costo, uso reducido de materiales, no se necesita molde, puede ser fabricado por Personas de la localidad en poco tiempo, fácil de reparar y es aceptada por la Comunidad
- **Desventajas:** El agua se calienta con facilidad, por lo que la cisterna siempre tiene que ser pintada de color blanco, una vez iniciada la obra no puede ser interrumpida debido a las capas de mortero deben adherirse entre sí una a una para evitar fisuras que ocasionen pérdidas de agua por filtración. Estas cisternas una vez construidas el usuario debe regar de agua durante 8 días consecutivos para que el cemento se cure y pueda soportar las fuerzas ejercidas por el agua.

- **Tanque de polietileno**

Estos tanques son utilizados para el almacenamiento de agua, ya sean de lluvia, por acueductos y otros, estos varían en forma, tamaño y color, puede ser usados superficialmente o enterrado, fácil de transportar e instalar, durable, flexible, con acabados sanitarios para agua potable.



Tanque de polietileno



5.5 Procedimiento técnicas en la construcción con ferro cemento

- **Preparación de materiales**

Una vez obtenidos los datos de dimensionamiento del tanque, se seleccionan los materiales de construcción y se inicia la elaboración de la estructura de acero del tanque. Utilizando hierro de ¼, 3/8, alambre de amarre # 18, alambre galvanizado #10 maya galvanizada de 8 o más milímetros, cada elemento o varilla de hierro debe ser cortado y doblado en forma de estribo asegurando que tenga el diámetro correcto.



Elemento de hierro de 1/4"



- **Trazado y nivelación**

Localizado el lugar donde se construirá el sistema de almacenamiento se debe sacar los niveles ubicando en cada esquina niveletas que garanticen la estabilidad de la obra.

Es indispensable tener el tanque de almacenamiento o cisterna listo para el sistema de captación de agua de lluvias.

Veremos en las imágenes un Ejemplo, de la construcción de un tanque de ferro cemento para almacenar agua de lluvia.

- **Construcción de la base o pedestal**

Primeramente, se construye una base o pedestal donde se ubicará el tanque de ferro cemento, esta base será capaz de soportar el peso del tanque una vez finalizado. El pedestal puede ser construido de metal, piedra bolón, madera, bloque confinado o suelo natural.

Recordar que se deberá instalas la tubería de rebose, limpieza y salida hacia la toma domiciliar antes de rellenar y compactas la base con materia selecto.

- **Elaboración de la estructura de acero**

Se arma una malla de acero a la forma que queremos darle al tanque de ferro cemento, se coloca la malla encima del acero ya armado se amarra todo con alambre de amarre. Entre más estirada quede la malla o cedazo de 4 u 8mm mejor será trabajarlo. Los amarres se pueden hacer con tenazas, o con una herramienta que usan los albañiles para amarrar alambre - es como una L de hierro con punta que se usa para retorcer el alambre Preparación de la mezcla arena cemento agua.



La mezcla arena cemento o bien mortero será con una proporción de 1:4 es decir 1 parte de cemento y 4 partes de arena, para el caso a una bolsa de cemento se debe agregar 6 partes de arena para que se cumpla la proporción 1:4

- **Inicio del repello interno y externo**

Después de elaborada la mezcla agua arena cemento se pone una pequeña base de concreto para que asiente la malla en la parte inferior del tanque. Esta base de concreto será de acuerdo al área del tanque a construir.

Posteriormente se coloca la canasta de acero y malla sobre las bases de concreto, viendo que asiente más o menos bien y aplomado.

Luego se empieza a repellar con el concreto sobre la malla. Primero por la parte externa de abajo hacia arriba hasta llegar a la parte superior del tanque, en esta parte se debe tratar de alcanzar al menos 3cm de grosor. Es importante que la mezcla o concreto atraviese la pared de malla para asegurar que se mantenga adherida a la malla. Esta acción se puede llevarse paralela tanto por la parte externa, como, por la parte interna esto dará una mejor adherencia del concreto y uniformidad de la obra. Hay que extender la mezcla con la cuchara de albañil, o codal de madera poco a poco hasta alcanzar una pared de entre 8 y 10 centímetros.

Continuamos de abajo hacia arriba. La mezcla que está abajo sostiene a la que va arriba, y así hasta llegar al borde superior del tanque.

Al día siguiente, lo primero que se tiene que hacer es bañar de agua el concreto ya que el agua hará el fraguado o curado del concreto una vez que el concreto ha alcanzado un endurecimiento considerable se procederá al sellado de poros que hayan quedado en la fase de repellido, aunque todavía no ha fraguado totalmente, pero ya está suficientemente duro para sellar con un fino pizarra o lechada de cemento esta se puede aplicar con una plana para afinar la superficie y por último se da un acabado con una esponja la cual serrara completamente los poros en la estructura.

Ya construido el tanque de ferro cemento se procede a construir la tapa de concreto que igualmente llevará una estructu-





La mezcla arena cemento o bien mortero será con una proporción de 1:4 es decir 1 parte de arena y 4 partes de arena, para el caso a una bolsa de cemento se debe agregar 6 partes de arena para que se cumpla la proporción 1:4

- **Inicio del repello interno y externo**

Después de elaborada la mezcla agua arena cemento se pone una pequeña base de concreto para que asiente la malla en la parte inferior del tanque. Esta base de concreto será de acuerdo al área del tanque a construir.

Posteriormente se coloca la canasta de acero y malla sobre las bases de concreto, viendo que asiente más o menos bien y aplomado.

Luego se empieza a repellar con el concreto sobre la malla. Primero por la parte externa de abajo hacia arriba hasta llegar a la parte superior del tanque, en esta parte se debe tratar de alcanzar al menos 3cm de grosor. Es importante que la mezcla o concreto atraviese la pared de malla para asegurar que se mantenga adherida a la malla. Esta acción se puede llevarse paralela tanto por la parte externa, como, por la parte interna esto dará una mejor adherencia del concreto y uniformidad de la obra. Hay que extender la mezcla con la cuchara de albañil, o codal de madera poco a poco hasta alcanzar una pared de entre 8 y 10 centímetros.

Continuamos de abajo hacia arriba. La mezcla que está abajo sostiene a la que va arriba, y así hasta llegar al borde superior del tanque.

Al día siguiente, lo primero que se tiene que hacer es bañar de agua el concreto ya que el agua hará el fraguado o curado del concreto una vez que el concreto ha alcanzado un endurecimiento considerable se procederá al sellado de poros que hayan quedado en la fase de repellido, aunque todavía no ha fraguado totalmente, pero ya está suficientemente duro para sellar con un fino pizarra o lechada de cemento esta se puede aplicar con una plana para afinar la superficie y por último se da un acabado con una esponja la cual serrara completamente los poros en la estructura.



Ya construido el tanque de ferro cemento se procede a construir la tapa de concreto que igualmente llevará una estructura de acero y malla de 4mm. Para ello se aplicará una capa de mezcla en la parte interna y se dejará secar por 24 horas a más tiempo para poder moverla y ubicarla en la parte superior del tanque, que será donde se aplicará la capa externa y acabado final de la misma.

Instalación del canal de conducción, los canales recolectores del agua pueden ser de metal plástico tubo pc bambú.

Procedimiento en la instalación.

-  Colocamos el canal en una pendiente del 3 al 6% de la distancia del techo de captación, con porta canales prefabricados.
-  Segundo se ubica el canal recolector de agua de tal manera que no sobrepase el borde final del techo, preferiblemente probar el funcionamiento del canal regando agua sobre el techo para asegurar su correcta ubicación.
-  Tercero se hacen las conexiones del tubo conductor del agua hacia el tanque de almacenamiento en esta parte se instala la boquilla y el bajante PVC
-  Luego los codos PVC que harán la forma adecuada para que conducir el agua al tanque de almacenamiento

5.6 Acciones de mantenimiento preventivo de forma obligatoria

Se recomienda realizar reparaciones o reemplazar las canaletas, grifos, accesorios cuando presenten fugas.

Actividad	Frecuencia	Herramientas y Materiales	Responsable
Antes de la época de lluvias se deberá limpiar el techo, canaletas, salida del bajante y tanque de almacenamiento.	Al finalizar la época seca e inicio de temporada de lluvias.	Escoba, escalera, rastrillo, balde, pala.	Operador, Usuario
Limpiar el área adyacente al tanque de almacenamiento, quitando malezas (plantas, hierbas) y materiales inservibles que puedan convertirse en criaderos de vectores.	Mensual (cada mes)	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Comunidad o grupo beneficiario
Verificar si hay fugas en el tanque, accesorios y bomba, reparar en caso de ser necesario.	Semestral (cada 6 meses)	Registro.	Operador, Usuario
Verificar la existencia de insectos y pequeños animales que aniden en el sistema y eliminarlos.	Semanal	Cuaderno, lápiz.	Operador, Usuario
Limpiar el interior del tanque como se indica en la sección de filtración lenta en arena.	Semestral (cada 6 meses)	Balde, cepillo, escoba, trapo, rodillo.	Operador, Usuario

BOMBAS





6.1 LAS BOMBAS

Las bombas de agua son también conocidas bajo el nombre de bomba hidráulica. Su finalidad es convertir la energía mecánica en hidráulica. Las bombas hidráulicas pueden ser clasificadas según la forma en que será accionada la misma en:

- **Bombas neumáticas:** es de desplazamiento, la forma en la que ingresa la energía es neumática. Generalmente la misma, está dada por aire comprimido.
- **Bombas eléctricas:** estas bombas hidráulicas son puestas en marcha gracias a un motor eléctrico.
- **Motobombas:** si bien también es accionado por un motor se diferencia del anterior ya que el motor que lo pone en funcionamiento es de explosión.
- **Bombas manuales:** como bien lo indica su nombre, estas bombas son accionadas con fuerza humana, un ejemplo son las bombas hidráulicas de balancín.
- **Bombas de agua accionadas con el agua:** son accionadas gracias al agua, algunos ejemplos son la bomba noria y la de ariete.

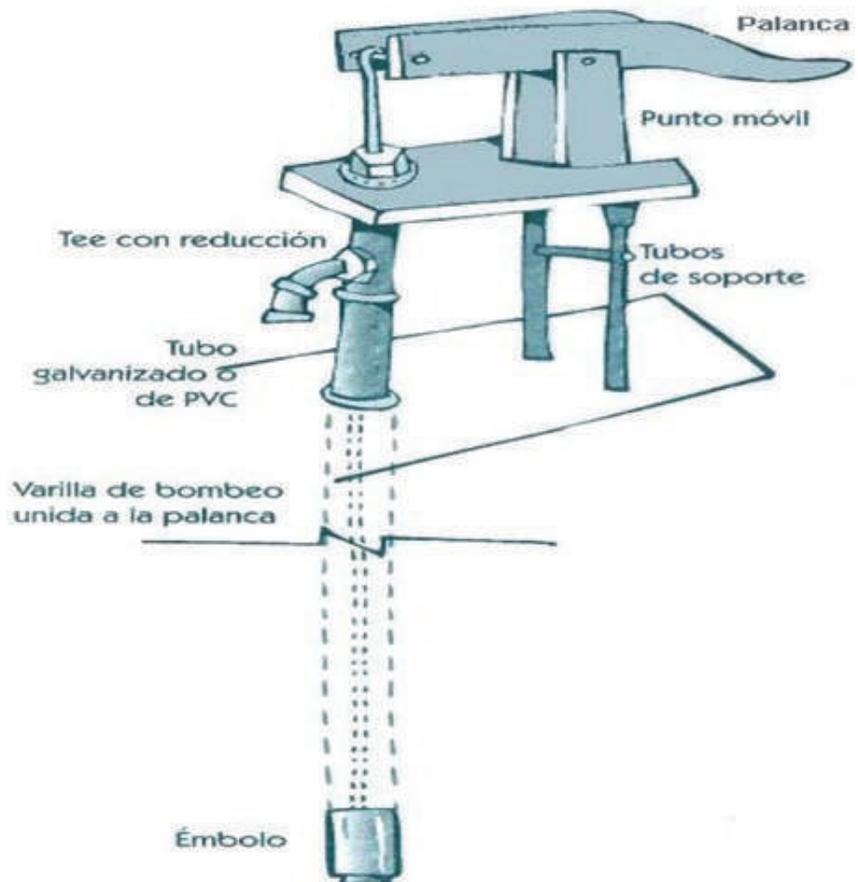
Por la naturaleza del curso, únicamente se abordará, bomba manual.

📌 **UNA BOMBA MANUAL** es una bomba hidráulica, que usa la fuerza humana y la ventaja mecánica para mover los líquidos o el aire de un lugar a otro. Son ampliamente utilizadas en todos los países del mundo para una variedad de aplicaciones industriales, marinas, riego y labores domésticas.

📌 El principio de funcionamiento de las bombas manuales se basa en el de desplazamiento positivo, se caracterizan porque el caudal impulsado es sensiblemente independiente de la presión de descarga, el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas.

📌 Algunos de los tipos de bombas más comunes son los siguientes:

- **Bombas de émbolo**
 - o De succión o aspirantes
 - o Impelentes. De émbolo sumergido.

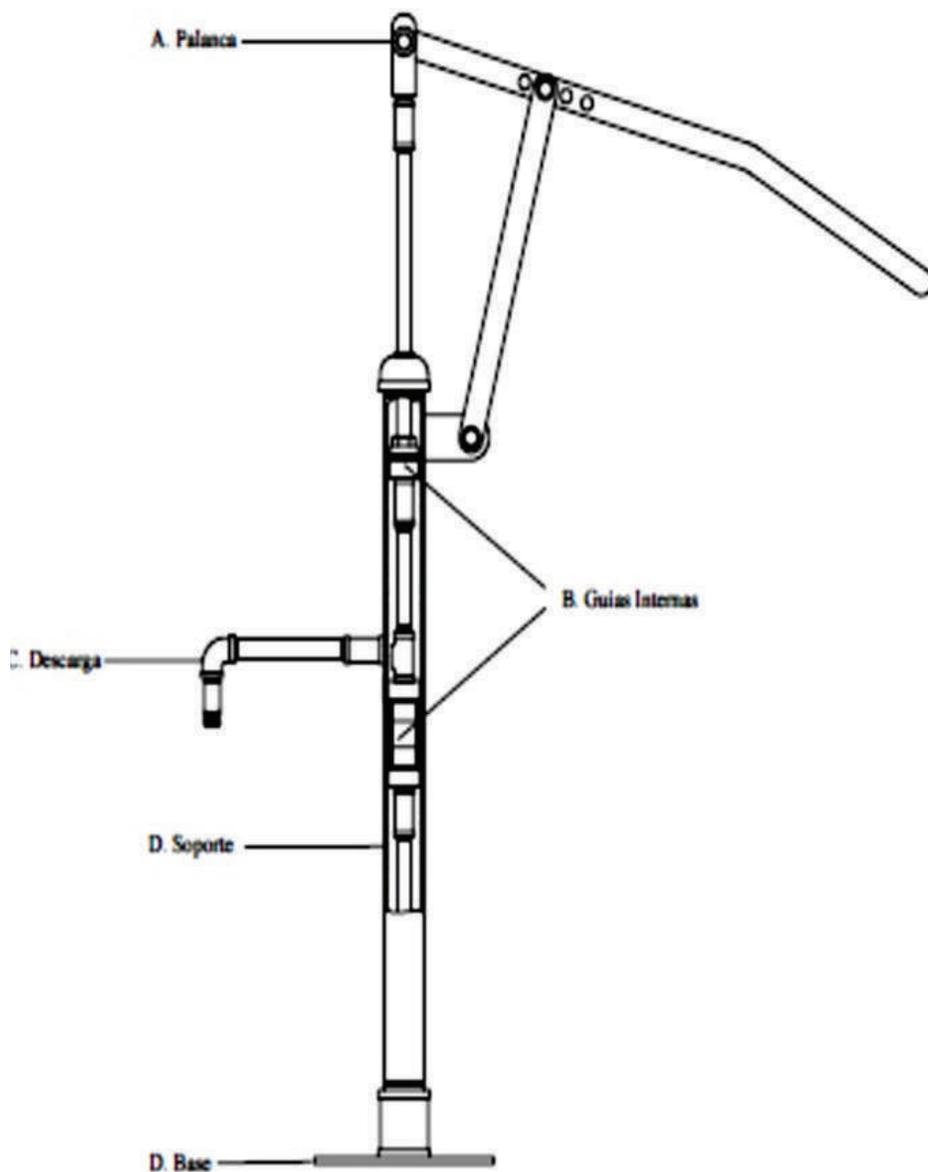


- Bombas de cuerda o mecate
- Bombas rotativas

- **Partes de la bomba manual**

Bombas de émbolo: Alternativo, que tienen uno o varios compartimentos fijos, pero de volumen variable, por la acción de un émbolo o de una membrana. En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y descarga se realizan mediante válvulas que abren y cierran alternativamente.

En el interior del tubo galvanizado se introduce un dispositivo llamado émbolo, que va a permitir la entrada del agua accionando la palanca en la parte superior. El émbolo va unido a la palanca con una varilla.



Bomba con cabezal tipo palanca con salida móvil

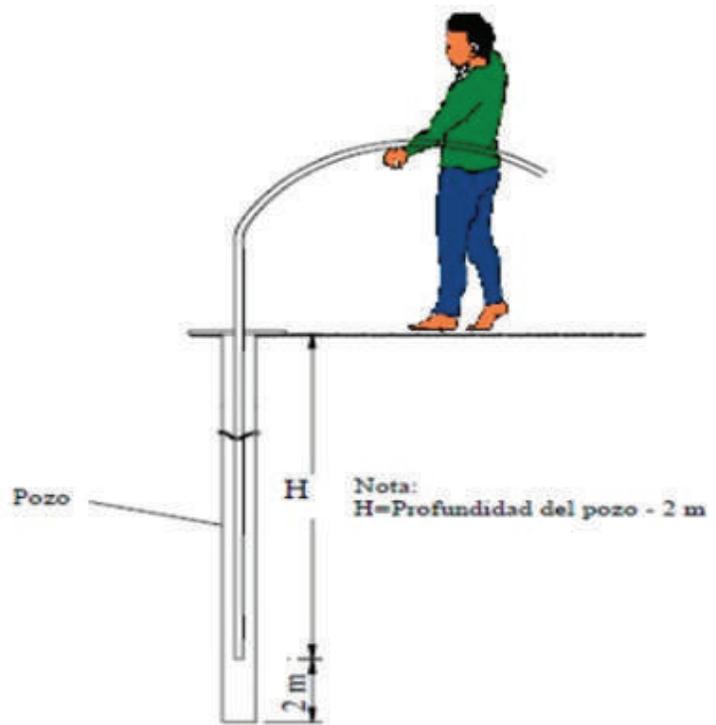


6.2 Procedimiento para la instalación de bomba manual

Se supone que la plataforma de cemento ya ha sido construida y se han fijado los pernos de anclaje.

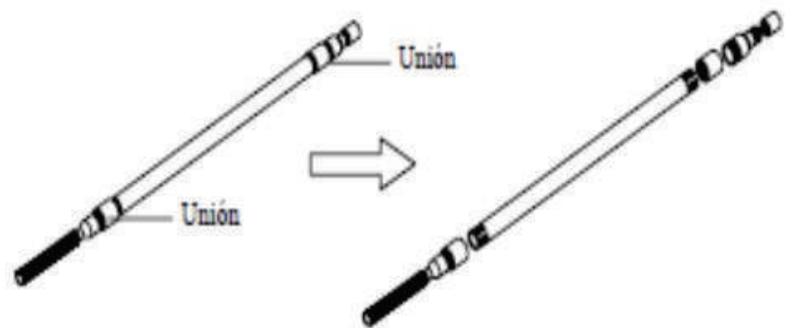
Paso 1.

Coger el tubo de polietileno de ϕ 1" y cortar una longitud H, también coger la tubería de polietileno de ϕ 1/2" y cortar a una longitud: $H + 110$ cm.



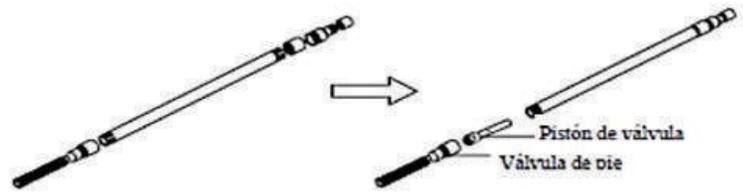
Paso 2:

Desenroscar las uniones de 1 1/4" del cilindro de la bomba



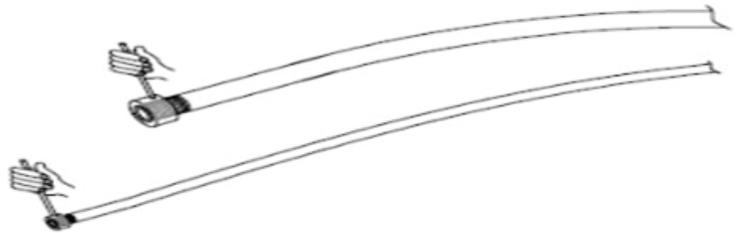
Paso 3:

Recuperar el pistón-válvula de la bomba



Paso 4:

Hacer rosca con tarraja a la tubería de polietileno de $\frac{1}{2}$ " y 1".



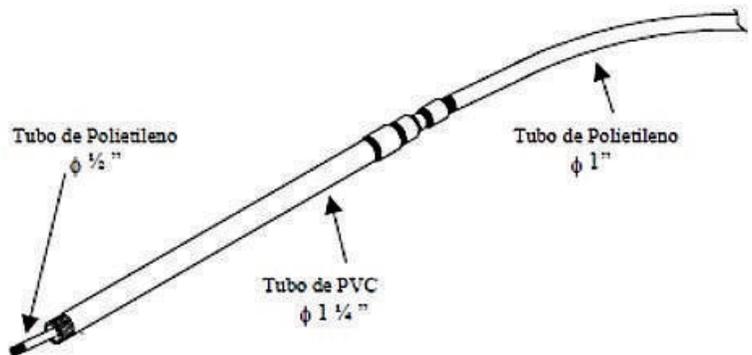
Paso 5:

Introducir la tubería de polietileno de ϕ $\frac{1}{2}$ " en la tubería de ϕ 1".



Paso 6:

Enrosca la tubería de polietileno de ϕ 1" a la unión de ϕ 1", haciendo pasar el tubo de polietileno de ϕ $\frac{1}{2}$ " internamente por el tubo de PVC.





Paso 7:

Coger el pistón y enroscar al tubo de polietileno de 1/2".



Paso 8:

Coger la Unión de ϕ 1-1/4" y enroscarla al tubo de PVC.



Paso 9:

Coger la válvula de pie y enroscarla en la unión de ϕ 1-1/4



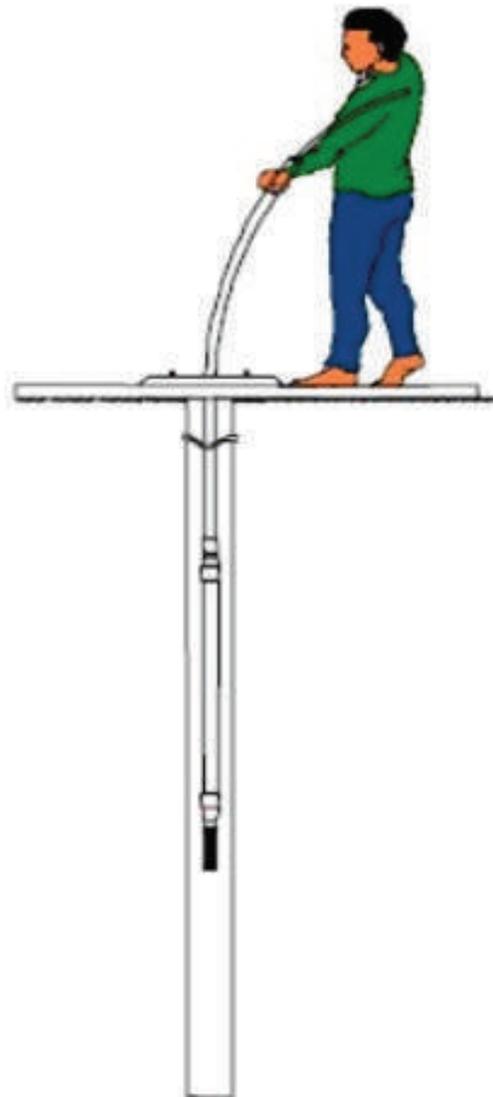
Paso 10:

La bomba está lista para introducirla en el pozo.



Paso 11:

Introducir la bomba en el pozo, cogiendo de la tubería de polietileno.



6.3 La prueba de bombeo o prueba hidráulica

Una prueba de bombeo o prueba hidráulica, es un método de análisis de uno o varios pozos de captación de aguas subterráneas y del acuífero en que se encuentran, se aplica a las captaciones tipo pozo. La metodología de su realización es simple, consiste en bombear los pozos y sondeos, a caudal constante o a caudal variable, siguiendo la evolución del nivel del agua, debida al bombeo, tanto en el mismo pozo de bombeo como en otros pozos cercanos, cuando se disponga de estos para observación.

La prueba tiene el propósito fundamental de obtener con una precisión aceptable, los valores de las características hidráulicas del pozo y del acuífero, para ello deberá evaluarse el lugar de la prueba, conocer previamente algunas características del acuífero y tomar determinadas precauciones en relación con los pozos de bombeo, principales o de control y con los pozos de observación o satélites.



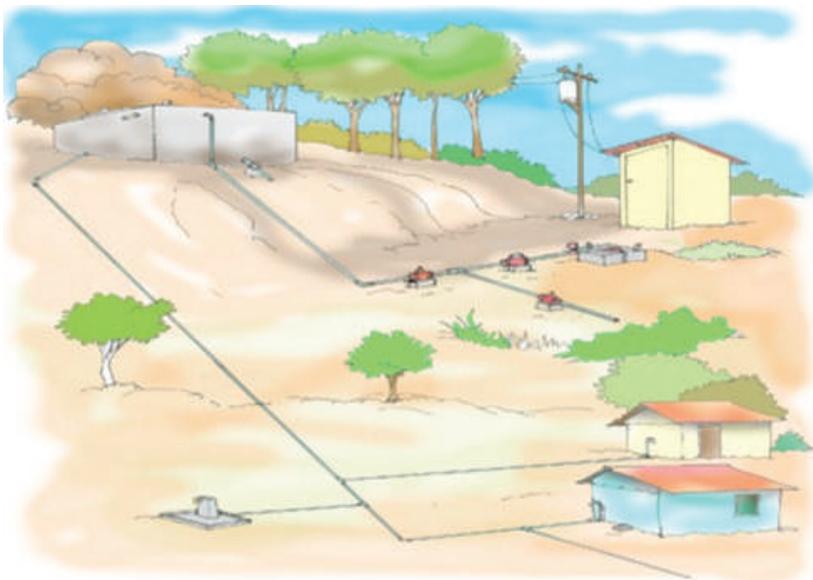
as pruebas de bombeo se utilizan para determinar los parámetros hidráulicos de un acuífero: conductividad hidráulica (K), transmisividad (T), y coeficiente de almacenamiento (S); inferir el comportamiento de un acuífero sometido a un bombeo; y determinar condiciones de frontera como lo son flujo impuesto o potencial constante. La permeabilidad y el coeficiente de almacenamiento son necesarios para el diseño de pozos, cálculo de abatimientos, e interferencias, entre otros, y en general para tener un buen manejo del recurso. La conductividad hidráulica y el coeficiente de almacenamiento son necesarios, entre otras cosas, para el diseño de pozos y el cálculo de abatimientos e interferencias, y en general, para lograr un manejo óptimo del agua subterránea en una zona dada.

Para realizar las pruebas de bombeo a caudal constante, se requiere que en los pozos sean válidas las hipótesis teóricas con las cuales fueron deducidas las ecuaciones que gobiernan la hidráulica de pozos:

- El pozo penetra totalmente en el acuífero.
- El acuífero es horizontal y de extensión infinita.
- El medio acuífero es homogéneo e isotrópico.
- El flujo es radial hacia el pozo.

Determinar el caudal de explotación posible o aconsejable de un pozo o sondeo es uno de los objetivos prioritarios a que debe atender la realización de un ensayo de bombeo. Conviene pues, que dicho ensayo esté orientado y programado para que del mismo pueda deducirse, con el menor error posible, el caudal de explotación del sistema pozo-acuífero. Este caudal depende tanto de las características hidráulicas del acuífero como del grado de eficacia de la obra de captación.

6.4 Bombas de Motores eléctricos



Los motores eléctricos son las máquinas motrices más empleadas para propulsar de manera simple y eficiente las bombas utilizadas en los sistemas de saneamiento.

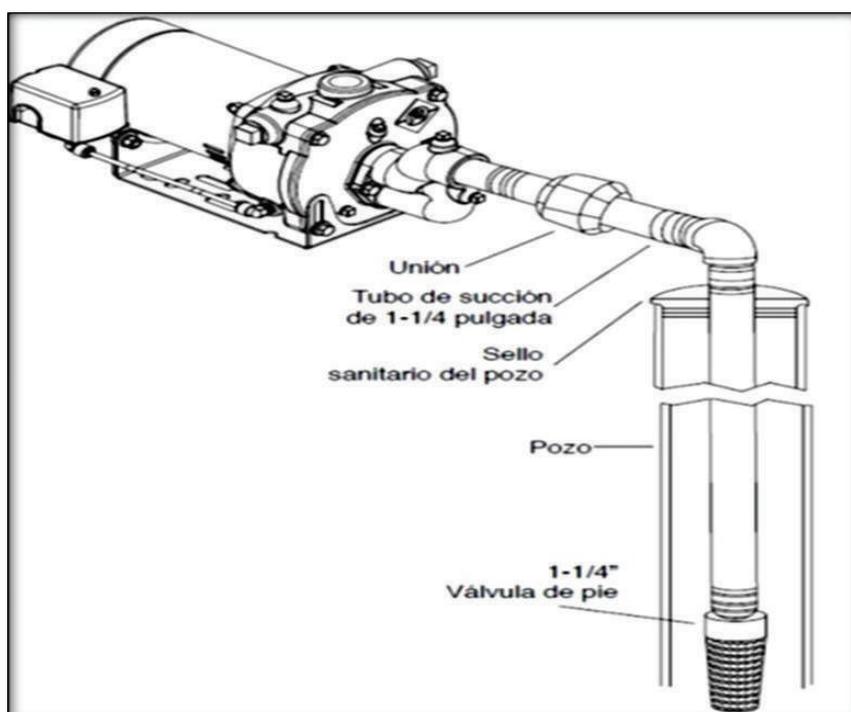
Sus ventajas radican en su reducido tamaño y peso en comparación con otros sistemas motrices; en su limpieza, no contaminan el medio ambiente y producen menos ruido; en su facilidad de operación y finalmente en menor costo en comparación a sus similares de combustión interna.

Su principal desventaja es que no pueden ser utilizadas en lugares donde se carece de energía eléctrica.

Los tipos de motores eléctricos usualmente utilizados en los sistemas de agua potable alcantarillado son: síncronos de velocidad constante y asíncrona o de inducción que admite una ligera variación de velocidad en función al valor de la carga. Por su economía, fiabilidad y simplicidad se eligen motores de inducción para las bombas de velocidad constante. Motores síncronos pueden resultar más económicos para bombas de gran potencia y baja velocidad.

En general, los motores eléctricos más económicamente empleados son los $\frac{1}{4}$ a 1.00 PH, para pozos excavado o pozo perforado de uso doméstico. El voltaje más frecuentemente utilizado, sobretodo en pequeñas plantas es de 110 voltios.

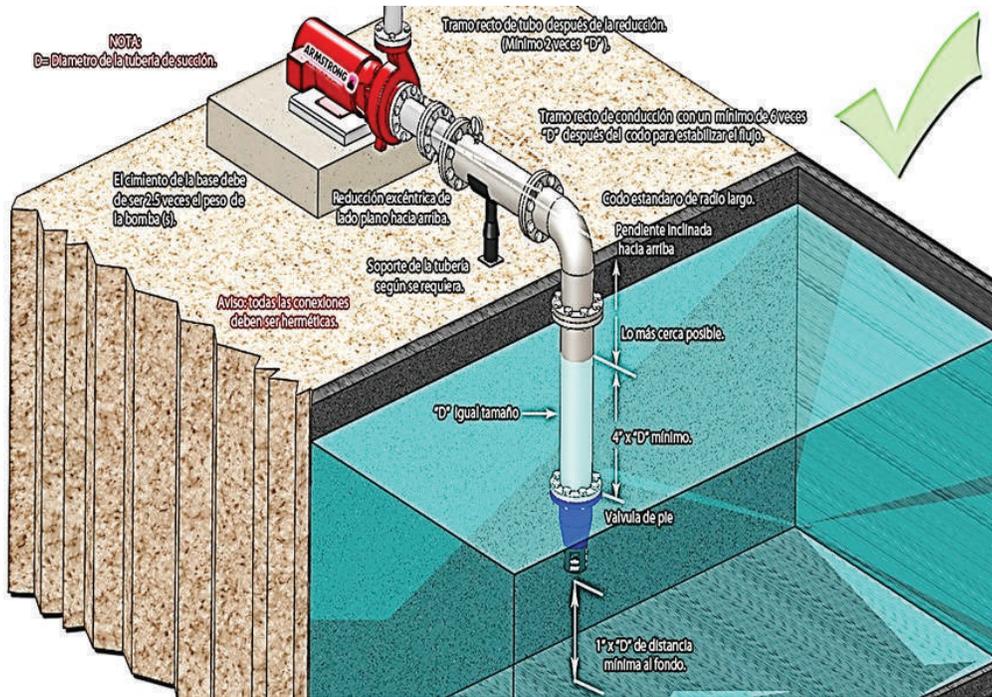
6.5 Instalación de Bomba eléctrica en pozo poco profundo



Para alcanzar el funcionamiento adecuado de una bomba eléctrica domiciliar, además de la instalación de la base con el peso apropiado debemos tener en consideración todos los detalles que intervienen en la instalación de la tubería de succión, a continuación, veremos dos ilustraciones una donde se aprecia la manera de obtener el rendimiento idóneo y otra con los errores más comunes que evitan aprovechar la bomba al 100%.

Recomendaciones

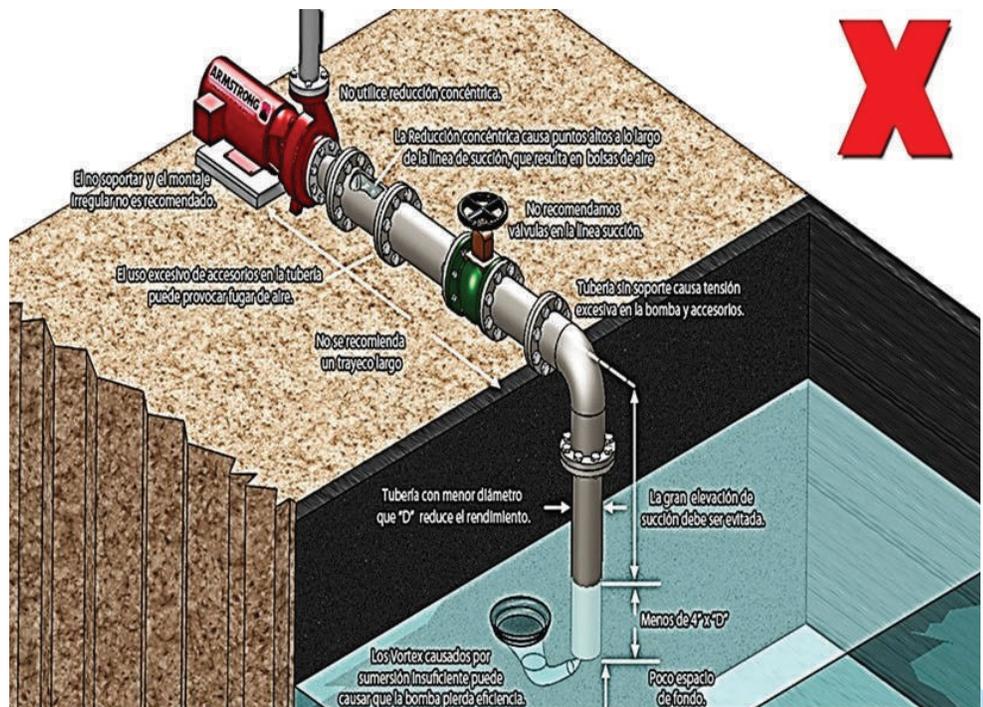
- ▶ El tamaño de la tubería de succión debe ser por lo menos una tubería comercial más grande que la abertura de la entrada de la bomba.
- ▶ La Velocidad de flujo no debe exceder de 8 Ft/s.
- ▶ La carga neta de succión positiva disponible (NSPHA) debe ser mayor a la carga neta de succión positiva requerida (NSPHR) de la bomba o puede resultar en bajo rendimiento de cavitación.
- ▶ Toda la tubería de succión debe tener aumento continuo ascendente a la salida de succión de la bomba.
- ▶ Se recomienda tener 1/4 de pulgada por pie de pendiente.



LO QUE NO SE DEBE HACER :

Evitar

- No se recomienda un codo delante de la succión de la bomba.
- La pendiente de la tubería de succión inclinada hacia abajo, va a atrapar aire, reduciendo el rendimiento provocado que la bomba pierda eficiencia.
- Una tubería de menor tamaño a la succión, crea un exceso de pérdidas de fricción, causando cavitación y una reducción en el rendimiento de la bomba.
- El exceso de accesorios y curvas en la línea de succión, resulta en aire atrapado causando menor rendimiento y altas pérdidas de fricción provocando cavitación.



6.6 Construcción de obra

No	Concepto	Detalles
13.	Contenido	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de pozos e instalación de bombas manuales • Construcción de un sistema SCALL • Instalación de un tanque de almacenamiento de agua • Instalación de Bombas Eléctricas
14.	Duración	96 Horas.
15.	Métodos de Enseñanza	<p>Con el propósito de hacer que la clase práctica de reforzamiento sea eficiente en la dirección del aprendizaje y alcanzar con éxito los objetivos de la clase, se propone desarrollar de la siguiente forma:</p> <p>Para la construcción de obra, se propone se desarrollará cuatro temas, para lo cual se conformará tres grupos y asignará un tema por grupo y para el tema de la instalación de bomba eléctrica participarán todo el grupo. Uno grupo realizaría el trabajo mientras otros observan. La asignación de las obras de construcción, entrega de materiales y herramientas de trabajo se entregarán una vez concluida el curso de Sistemas de Agua Potable. Así mismo los participantes recibirán instrucciones para las visitas de campo y evaluación de los trabajos en marcha. Para todas las obras el facilitador en y el coordinador del curso preparará las condiciones, así como los contactos con las familias donde se realizará la obra de construcción. Cada grupo recibirá las indicaciones de su trabajo, así como los materiales, herramientas, equipos y el plano con sus especificaciones técnicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para la instalación de las bombas manuales se debe tener el pozo ya este excavado, el grupo de participantes llegarían a hacer lo siguiente: labores de protección de pozo, el brocal con todas sus partes, una vez concluida se procederá a instalar la bomba. - Paso a paso, acorde a las especificaciones técnicas, construir el sistema, colocando las canaletas, tubos y accesorios, así como el tanque de almacenamiento y sus partes. - De la misma manera se construirá una torre con su tanque de almacenamiento y sus accesorios. - Para la instalación de la bomba eléctrica el pozo debe estar preparado con su brocal, listo para la instalación. El grupo hará la instalación de la tubería y accesorios y la toma eléctrica. <p>El facilitador concluirá con un resumen de las practicas realizadas, y reflexionar con los participantes sobre los trabajos realizados</p>
16.	Equipos	Bomba eléctrica, bomba manual, medios de transporte
17.	Herramientas	Herramientas de albañilería y fontanería, -
18.	Materiales	Bloque, cemento, varillas, arena, tuberías y accesorios

Referencias

7 REFERENCIAS

1. **Abastecimiento y distribución de agua. España: Colegio de caminos y puentes.** Ordóñez Chiquitá, J. (2002).
2. Alianza para el agua. AECID. 2012. **Guía para planificación municipal en Agua y Saneamiento.** Orientaciones y Experiencia en el contexto centroamericano.
3. AMEC-Luis Román. **Curso de Bomba de Mecate.**
4. **Fabricación e instalación de bombas manuales.** Módulo de capacitación. OPS. 2004. Lima
5. FLASH-AECID. 2012. **Manual de requerimientos mínimos para intervenciones en Agua, Saneamiento e higiene en emergencia.** 1ª Edición.
6. GRACCS-INSTITUTO POLITÉCNICO CRISTOBAL COLÓN-UNICEF. 2015. **Manual del curso de albañilería y fontanería con enfoque de Cambio Climático.**
7. Gobierno Regional Autónomo del Atlántico sur (GRAAS). 2012. **Manual de ejecución de proyectos de agua, saneamiento e higiene costa caribe.** Bluefields, Nicaragua
8. GRACCN-GRACCS-FODM-UNICEF. 2012. **Menú de opciones tecnológicas para el abastecimiento de agua potable en la Costa Caribe.**
9. GRACCN FODM-. 2012. **Estrategia Regional del Sector agua y saneamiento de la RAAN.**
10. Herrera Mendoza, Mario. 2015. Informe Final. (WatarAid, Pana-Pana) **Estudio de Mercado y diseño metodológico de productos de crédito para agua segura y saneamiento...**
11. INTEC. 2009. **Manual Fontanero Domiciliar.**
12. NUEVO FISE, BANCO MUNDIAL. 2012. **Plan de capacitación para el curso albañiles en saneamiento mejorado.**
13. Polo C., Christian D. 2014. **Diseño y construcción de una bomba manual de émbolo para cisternas de aguas pluviales y pozos someros.** Madrid. España.
14. **UNICEF.**
 - Administremos nuestros servicios de agua potable y saneamiento. (ADMON)
 - Albañiles emprendedores en agua y saneamiento: Una forma innovadora de empoderamiento comunitario.
 - Operación y mantenimiento de un mini acueducto por gravedad (MAG)
 - Operación y mantenimiento de mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE)
 - Operación y mantenimiento de pozos excavados a mano (PEBM) y pozos perforados equipados con bomba de mecate (PPBM)
 - Operación y mantenimiento de un mini acueducto por gravedad (MAG)

15. **Operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua.** 1999 Guatemala: Cruz Roja. SENA y Ministerio de Desarrollo Económico.
16. WaterAid-UNICEF. 2014. **II Curso de Formación Vocacional en Agua, Saneamiento e Higiene a Adolescentes Emprendedores/as de Áreas Urbanas y Peri-urbanas del Municipio Puerto Cabezas.**
17. WaterAid-UNICEF. 2014. **II Curso Formación Vocacional en Agua, Saneamiento e Higiene a Adolescentes. Manual Sistema Captación Agua Lluvia.**

PROYECTO:
Fortaleciendo Mercados de Agua y Saneamiento para Facilitar Acceso para Poblaciones Periurbanas en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) de Nicaragua.

