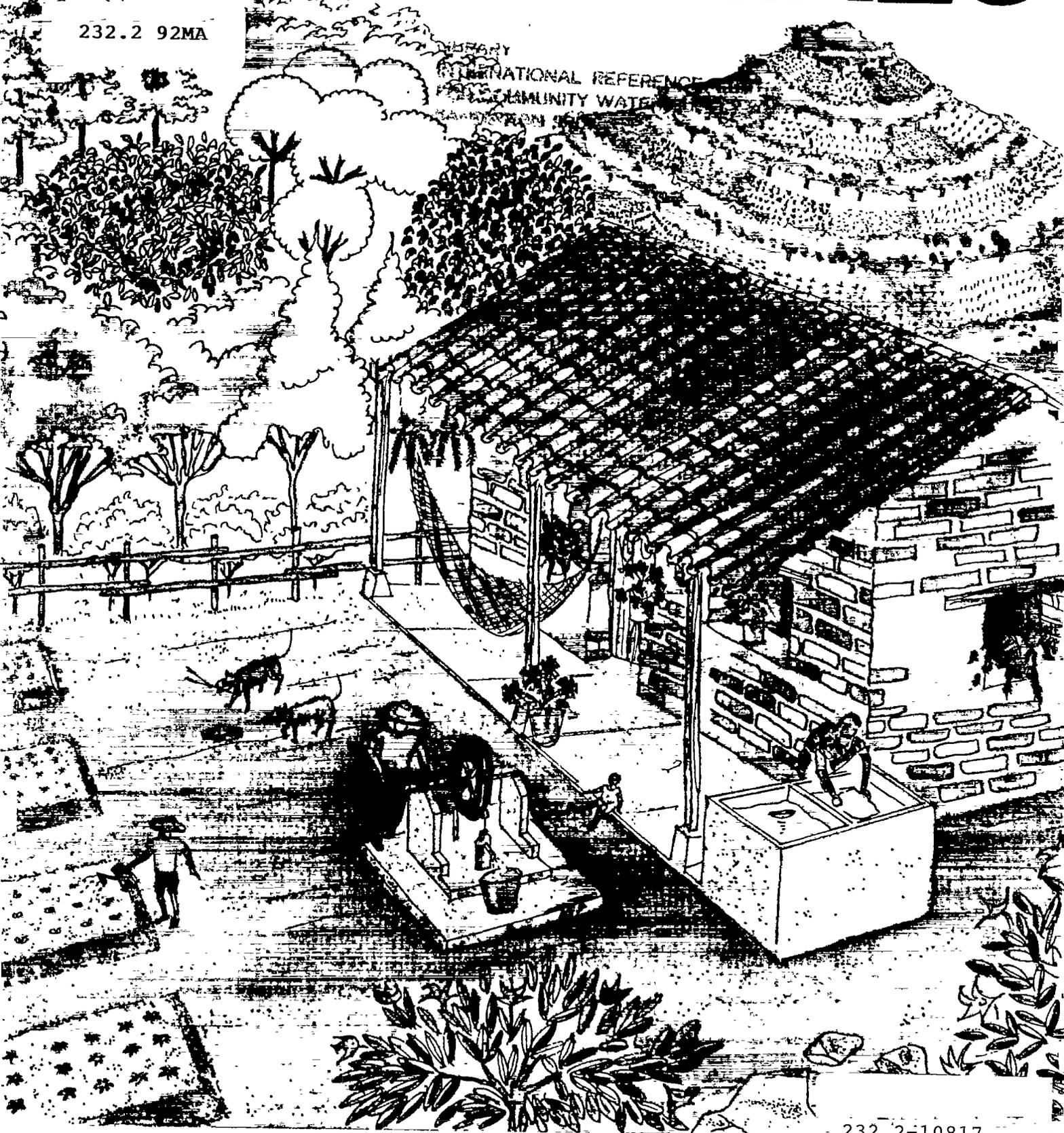


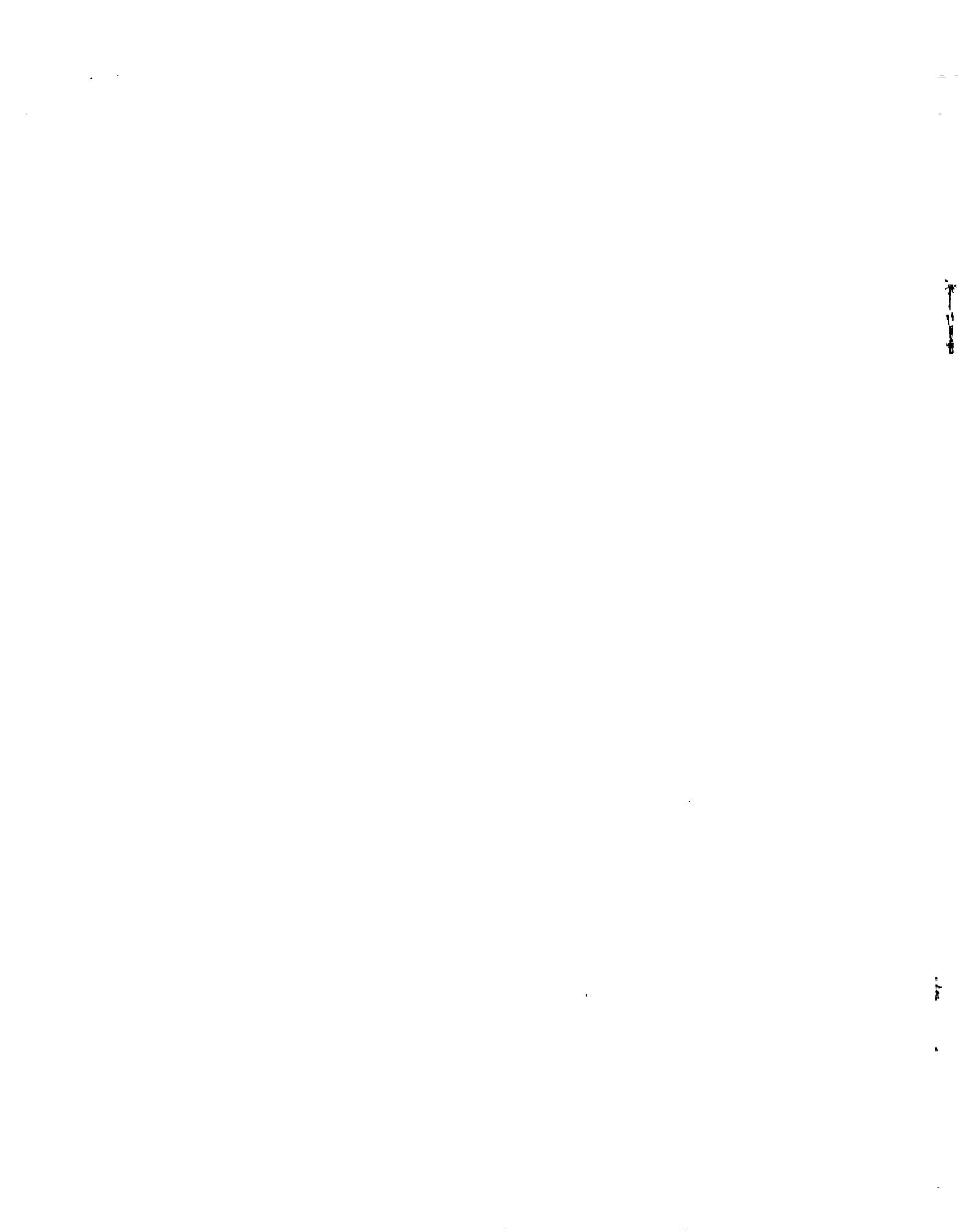
BOMBA DE LAZO

232.2 92MA



232.2-10817

COMITE CENTRAL MENONITA / ECOTEC



LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
AND SANITATION (IRC)

P.O. Box 93190, 2509 AD The Hague

Tel. (070) 814911 ext. 141/142

~~NO~~: UN 10817

LO: 232.2 92MA

MANUAL DE LA BOMBA DE LAZO
HOJA DE CONTENIDOS

1	<u>INDICE DE GRAFICAS</u>	1
2	<u>INDICE DE CUADROS</u>	2
3	<u>PROLOGO</u>	3
4	<u>ANTECEDENTES</u>	3
5	<u>TEORIA GENERAL DE BOMBAS DE AGUA</u>	9
	5.1 INTRODUCCION	9
	5.2 TIPOS BASICOS DE BOMBAS	10
	5.3 METODOS DE BOMBEO	17
6	<u>LA BOMBA DE LAZO</u>	23
	6.1 DESCRIPCION	23
	6.2 MODALIDADES	32
	6.3 EXPERIENCIAS ACUMULADAS	35
	6.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	37
7	<u>PROCESO DE FABRICACION DE LA BOMBA DE LAZO</u>	38
	7.1 LA RUEDA	38
	7.2 LOS EMPAQUES	43
	7.3 LOS ACOPLEROS DE CONCRETO	48
8	<u>COSTOS Y RENTABILIDAD DE LA BOMBA DE LAZO</u>	50
	8.1 COSTOS DE FABRICACION DEL LAZO CON EMPAQUES	50
	8.2 COSTOS TOTALES PARA INSTALAR UNA BOMBA	52
	8.2.1 COSTO DE UNA BOMBA PARA 8 METROS	52
	8.2.2 COSTO DE UNA BOMBA PARA 12 METROS	53
	8.2.3 COSTO DE UNA BOMBA PARA 16 METROS	54
	8.2.4 COSTO DE UNA BOMBA PARA 20 METROS	55
	8.2.5 COSTO DE UNA BOMBA PARA 24 METROS	56
9	<u>MANTENIMIENTO Y VIDA UTIL DE LA BOMBA DE LAZO</u>	57
	9.1 PARTES QUE SE DETERIORAN Y CUIDADOS BASICOS	57
	9.2 VIDA UTIL DE LA BOMBA	58
	9.3 GLOSARIO	59



1 INDICE DE GRAFICAS

FIGURA No.	DESCRIPCION	PAGINA
1	Diagrama Bomba de Lazo. Comité Central Menonita. . .	6
2	Bomba Pater Noster de cadena y empaques	7
3	Bomba de Soga, Perú.	8
4	Bomba Centrífuga..	11
5	Bomba de Desplazamiento, tipo común.	12
5a	Bomba de Desplazamiento, caso especial. B. Vergnet.	13
5b	Bomba de Desplazamiento, caso especial. B. Diafragma	14
6	Dos casos de Bomba Rotatoria..	15
7	Bomba Jet.	16
8a	Bomba de Turbina China..	19
8b	Funcionamiento de un ariete.	20
9	Bomba activada por la fuerza del viento.	21
10	Sistema de bombeo de agua a base de energía solar .	22
11	Bomba de Lazo.	24
12	Figura de la rueda..	25
13	Rueda conectada en la bomba de lazo.	26
14	Plancha y burro.	27
15	La campana..	28
16	El embudo.	29
17	El ojo..	30
18	Lazo con empaques..	31
19	Cruz de madera usada para fabricar la rueda . . .	38
20	La cruz de madera debe ser mayor que el tamaño de la llanta.	39
21	Corte de los costado de una llanta.	39
22	Costados de la llanta unidos entre si con alambre y listos para ser colocados en la cruz.. .	40
23	La rueda se forma con la unión de las partes de la llanta y la cruz de madera	40
24	Forma como queda la rueda con el eje de madera ensamblado y apoyado en los burros respectivos.. .	41
25	Rueda de la bomba conectada a un eje construido de tubo de hierro	42
26	Torneado de la madera para la fabricación de los empaques	43
27	Torneado de los empaques..	44
28	Separación de empaques y perforación de agujeros.. .	45
29	Empaques de la bomba para diferentes tamaños de tubería. Estan dibujados en la forma y tamaño real .	46
30	Armando el lazo con los empaques correspondientes. .	47
31	Forma que debe dársele al pedazo de tubo de PVC que se utilizará para hacer la campana y el embudo.. . .	48
32	Fundición de la campana.	49
33	Fundición del embudo	49

2 INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	DESCRIPCION	PAGINA
1	Consumo de agua de varios animales.	10
2	Diámetro de la tubería recomendada para uti- lizar en diferentes alturas.	32
3	Volumen de agua estimado en un metro de tubería. . .	33
4	Volumen de agua aprovechada en tres bombas di- ferentes probadas.	34
5	Efectos de la velocidad en el funcionamiento de la bomba.	34
6	Funcionamiento esperado de las diferentes modalida- des de la bomba de lazo.	35
7	Diámetro del empaque en los distintos tamaños de tubería.	46
8	Distribución de costos de mano de obra y materiales para fabricar lazo con empaques para 1".	50
9	Distribución de costos de mano de obra y materiales para fabricar el lazo con empaques para 3/4"	50
10	Distribución de costos de mano de obra y materiales para fabricar el lazo con empaques para 1/2"	51
11	Costos totales para una bomba de 8 metros de profun- didad.	52
12	Costos totales para una bomba de 12 metros de pro- fundidad.	53
13	Costos totales para una bomba de 16 metros de pro- fundidad	54
14	Costos totales para una bomba de 20 metros de pro- fundidad	55
15	Costos totales para una bomba de 24 metros de pro- fundidad	56

3 PROLOGO

El agua es un elemento básico en nuestra vida; igual que la tierra, el aire, y el cuidado humano.

Sin agua no vive nada ni nadie, entonces, **agua es vida!** La vida requiere de cuidado, para ello, debemos velar porque el agua se mantenga disponible como un recurso vital en el futuro.

La bomba de lazo tiene una larga historia y muchas variantes. Miles de años han visto miles de modelos: grandes y pequeñas, rápidas y lentas, movidas por la fuerza de los musculos o por otras fuerzas mecánicas, hechas de madera, de caña, de hierro, etc. Los últimos años han demostrado un renacimiento, más que todo en el tercer mundo, pero también, en regiones donde se presentan condiciones de mayor desarrollo tecnológico.

Los autores, artesanos y amas de casa que hoy presentan este manual, son expertos, porque tienen amplia experiencia práctica, junto con una actitud de siempre querer mejorar e intercambiar ideas. Eso es talvez lo más importante de la bomba a que se refiere éste documento, permite que se reúna gente de toda clase, dando lugar a la imaginación y al encuentro comunitario y no sólo esto, también es una bomba que funciona adecuadamente a un precio bastane favorable.

Estoy seguro que el texto presentado de aqui en adelante favorecerá un proceso integral de uso, bombeo y cuidado adecuado del agua, el líquido sin el cual no hay vida.

Estoy orgulloso de haber podido participar durante el principio del presente desarrollo y ahora más, al ver los muchos beneficios que puede generar la bomba de lazo. Felicitaciones a aquellos quienes se arriesgaron por primera vez! Y para los que ahora se interesan, sepan que si cuidan bien el agua, el agua los va a cuidar bien a ustedes.

Virginia, USA, Julio 1991.

Jacobo Schiere.

4 ANTECEDENTES

El agua es un recurso muy importante para nuestra vida, se puede comparar con el aire y con los alimentos. Con el aire se tiene en común que muchas personas piensan que es un recurso infinito, que nunca se va a agotar y por el que no hay razón para preocuparse; y esto está en la mente de la mayoría, hasta que no le ha tocado la experiencia de vivir en una comunidad en

donde el agua potable es escasa o sencillamente no existe, teniendo que traerla desde localidades vecinas. Desafortunadamente, en nuestro país cada día encontramos más comunidades con problemas de agua.

Cabe preguntarnos: qué paso con el agua? Es bien sabido que cuando una comunidad nueva se forma, el lugar que se escoge para hacerlo debe tener ciertas ventajas, entre ellas suficiente disponibilidad de agua. Si pensamos que la mayoría de las comunidades tuvieron en algún momento una fuente de agua, es importante buscar la respuesta que nos explique porqué las fuentes se agotaron.

Aunque existen varias causas por las que el agua escasea, las que más se relacionan con nosotros son: los cambios que hemos hecho en las tierras y la forma en que gastamos el agua. De manera natural el agua de las lluvias al caer sobre una tierra plantada con árboles, se filtra por la superficie para luego brotar como un nacimiento en alguna parte abajo. Si esta tierra ya no tiene árboles o si está cubierta con casas y patios encementados, el agua ya no puede filtrarse, sino que corre por la superficie arrastrando el suelo y provocando problemas.

Nuestra creencia de que el agua no tiene costo nos hace despreocuparnos por cuidarla y evitar que se desperdicie. No hace demasiados años, cuando en muchas comunidades corría agua abundantemente, nadie se ocupaba de cerrar los chorros por la noche. Aunque parezca difícil de creer, aún existen algunas pocas comunidades que viven esta situación. Pero es necesario dar al agua el justo valor que tiene, la importancia que le dan aquellos a los que ahora les hace falta.

Podríamos decir que nosotros somos los principales responsables del problema que se relaciona con la falta de agua, pero también está en nuestras manos tomar acciones para evitar el problema. Debemos permitir que haya árboles que ayuden a que el agua de la lluvia se adentre en la tierra. Debemos asegurar que todos, especialmente los niños, entiendan la importancia del agua en la vida de los hombres y la manera de "cultivarla". Veamos que ahora, cuando el problema no es tan serio, ya existe muchos motivos de preocupación.

En la mayoría de nuestros países, en la región centroamericana, la poca disponibilidad y la mala calidad del agua constituyen la causa principal de las enfermedades del estómago, que a su vez, son la principal causa de la muerte de niños. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (conocida comunmente como OMS), estas mismas causas provocan la mayoría (cuatro quintas partes) de las enfermedades del mundo. Para satisfacer las necesidades de agua de la población que vive

en el área urbana, existen técnicas que aseguran la disponibilidad de la misma en forma potable; sin embargo, la población que vive en el área rural no tiene acceso a tales técnicas porque normalmente resultan muy costosas.

Las personas que viven en el área rural pueden encontrar una solución para satisfacer sus necesidades de agua en los sistemas pequeños que abastecen a unas cuantas familias o a una pequeña aldea. Las fuentes -que normalmente son aguas subterráneas, pero que algunas veces también son aguas superficiales como pequeños ríos o quebradas- se encuentran cerca de la comunidad. En cualquier caso se debe velar porque la calidad del agua sea adecuada para el consumo humano y que la misma pueda trasladarse hasta un sitio en donde las personas puedan aprovecharla.

El agua puede contaminarse con elementos que no son buenos para la salud humana, en la propia fuente, al trasladarla o al almacenarla. Si no se tiene cuidado, el agua en la propia fuente puede mezclarse con virus y bacterias (las que casi siempre vienen en las excretas de animales y personas) que son invisibles, pero que causan las enfermedades del estómago mencionadas. El contacto del agua con los propios materiales que se encuentran naturalmente en el suelo puede hacer que se junte con venenos de metales que pueden ser muy dañinos para la salud. También pueden llegar al agua venenos (como insecticidas) que personas que los utilizan en su trabajo arrojan en las fuentes propiamente o en la tierra que luego se lava y va a dar a las fuentes. Para evitar estos problemas, es necesario trabajar en proteger las fuentes haciendo los arreglos necesarios que impidan su contaminación.

En cuanto al agua guardada, ésta puede contaminarse debido al uso de recipientes sucios, porque se junta con objetos sucios y contaminados y debido al contacto con insectos portadores de enfermedades. Lo mismo puede suceder durante el traslado. Para lograr una calidad de agua aceptable, será necesario que todos aprendamos los problemas que se producen en el agua debido a nuestras costumbres y para lograr esto se necesita de un programa educativo. Cuando se trata de resolver problemas de agua no es suficiente buenas soluciones técnicas, ni invertir mucho dinero, definitivamente es necesario educar.

En este manual trataremos una forma de facilitar que el agua llegue a donde se necesita porque sabemos que si las familias pueden disponer de más agua y usarla en mejor forma, podrán vivir mejor y más sanas. En nuestros países resulta común la existencia de familias que consiguen el agua que necesitan de fuentes de

difícil acceso y es conocido el hecho que en tales condiciones la familia reduce el consumo de agua para el aseo a cantidades muy pequeñas, lo que puede afectar la salud.

En busca de respuestas a este problema, varios grupos han hecho esfuerzos para desarrollar y mejorar sistemas de bombeo que resultan adecuados para pequeños proyectos de una o pocas familias y que pueden ser manejados por los propios pobladores. En este sentido, el grupo de Tecnología Para la Salud -TPS- del Comité Central Menonita presenta en éste manual las experiencias obtenidas en Guatemala con la "Bomba de Lazo".

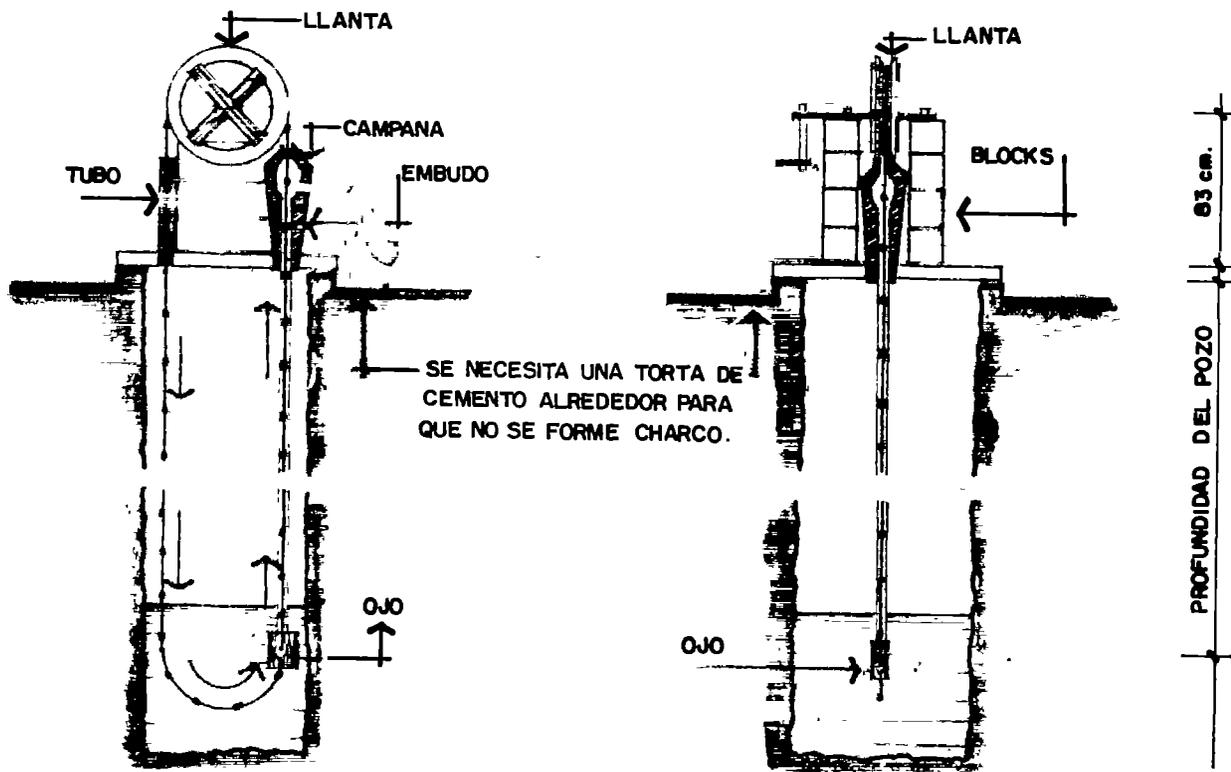


Figura No. 1. Diagrama Bomba de Lazo. Comité Central Menonita, Guatemala.

Se sabe que esta tecnología es de origen antiguo, proveniente de la China, en donde se llama "Bomba de Cadena y Empaques" o "Pater Noster".

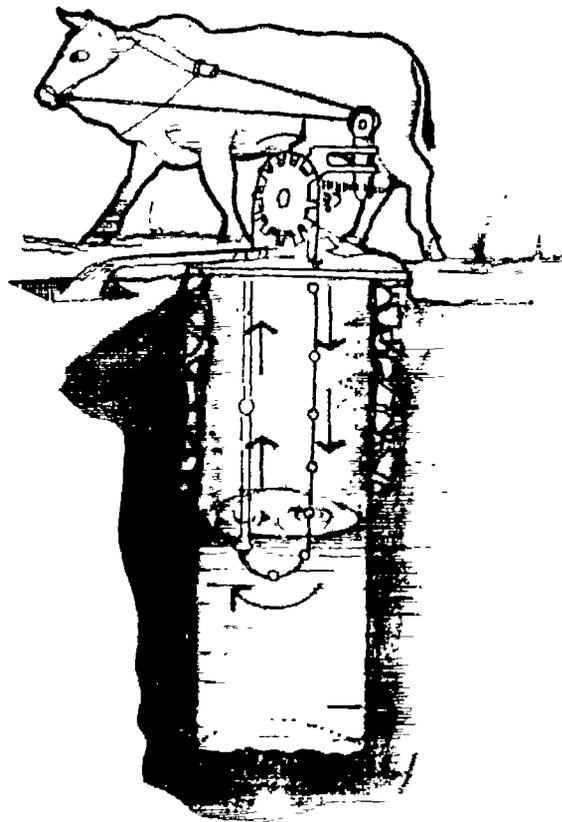


Figura No. 2. Bomba Pater Noster de cadena y empaques, de origen chino.

De más reciente fecha, se sabe de la experiencia con esta tecnología en Perú en donde recibe el nombre de "Bomba de Soga"

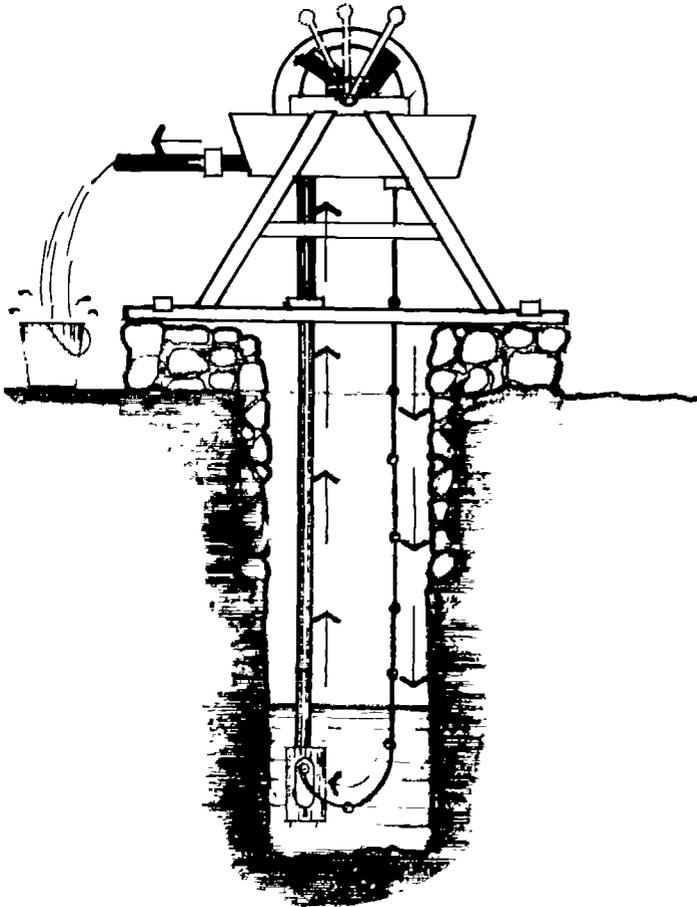


Figura No.3
Bomba de Soga, Perú.

En la región centroamericana, en Nicaragua se a hecho un considerable esfuerzo de investigación y desarrollo en esta tecnología, llevado a cabo principalmente por el señor Jan Haemhouts. En este país se le conoce como "Bomba de Mecate". Es precisamente de aquí de donde proviene el conocimiento que da inicio al proceso de la "Bomba de Lazo" en nuestro país.

Por un período de casi dos años, Félix Sunuc Calán y Agustín Tocal Cortez, ambos miembros del personal de TPS, han experimentado con la Bomba de Lazo, estudiando sus ventajas, desarrollando maneras de producir sus partes, analizando sus costos y funcionamiento, etc. Producto de esta actividad ha sido el perfeccionamiento de la tecnología hasta el punto en donde se

considera conveniente proceder a su promoción. ECOTEC ha sido contactado para colaborar con Félix y Agustín en la revisión de algunos detalles y para experimentar algunos puntos concretos, con la idea de evaluar alternativas y para contribuir a reunir la información más importante en este documento.

5 TEORIA GENERAL DE BOMBAS DE AGUA

5.1 INTRODUCCION

Para construir un sistema de bombeo de agua, primero es necesario establecer, lo mejor posible, la cantidad de agua que se quiere mover. La cantidad de agua que uno puede necesitar depende de los siguientes aspectos:

- El número de personas, y
- Lo que se piensa hacer con el agua.

En mucho casos un sistema de bombeo será mejor empleado si se hace para servir a un grupo de familias, ya que de esta manera los costos de la instalación y el mantenimiento, así como el trabajo del bombeo serán compartidos. Por muy barata que pueda resultar una tecnología de bombeo, para muchas familias que viven en nuestros países está afuera de su alcance construir un sistema propio; sin embargo, seguramente podrían contar con el agua que necesitan si el trabajo se hiciera en grupo y los costos se repartieran entre varios.

En cualquier caso, debe hacerse la cuenta de la cantidad de agua que se está consumiendo en este momento y aumentarle la mitad, debido a que se puede esperar que se gaste más agua cuando es más fácil obtenerla y a que con los años las familias crecen y lógicamente también la necesidad del agua. De esta manera se podrá escoger un sistema de bombeo que dé un buen resultado según las necesidades de cada caso.

Para establecer la cantidad de agua que se necesita, se debe tomar en cuenta los usos siguientes:

- Consumo de la familia,
- Consumo de los animales domésticos y
- Consumo para regar cultivos.

Se sabe que el consumo de agua en cada familia varía de acuerdo con el esfuerzo que se hace para recoger la misma: las familias que tienen que caminar en promedio un kilómetro tienen

un consumo de 15 litros por persona al día, mientras, aquellas que cuentan con un chorro en su propia casa, pueden consumir más de 50 litros por persona al día. También puede variar mucho dependiendo de la forma en que vive, las personas que viven en Estados Unidos pueden gastar unos 600 a 700 litros por persona por día.

En el caso de los animales domésticos, en la tabla siguiente se muestra la demanda promedio para los más comunes.

Cuadro No. 1. Consumo de agua de varios animales

A N I M A L	DEMANDA litros/día
Vaca, buey, etc.	35
100 gallinas	25
Caballo o mula	20
Cerdo	15
Oveja	5

En cuanto al riego, estas necesidades pueden ser muy diferentes según el cultivo y el tipo de suelo, pero en general, se requiere bastante agua: 3,000 a 8,000 litros por cuerda al día. Esto sería equivalente a que en una cuerda lloviera parejo hasta que el agua subiera desde 1/4 hasta 3/4 de pulgada.

5.2 TIPOS BASICOS DE BOMBAS

Las bombas tienen diferentes características, por lo que es muy importante conocer bien cuáles son nuestras necesidades para escoger la bomba más adecuada. Además de la cantidad de agua que se necesita, debe tomarse en cuenta: la profundidad y distancia desde donde hay que traer el agua, el tipo de construcción que se debe hacer para instalarla y la dificultad de mantener la bomba en uso con los materiales que se encuentran en la localidad.

En ésta sección trataremos de conocer brevemente las diferentes clases de bombas, para que los lectores de este manual puedan apreciar las soluciones existentes y consideren lo más posible, antes de decidir, el sistema que les conviene. Las bombas son máquinas para elevar agua (y otros líquidos). Las

bombas trabajan con dos movimientos: a) impulsando (empujando) y b). aspirando (chupando). Según la forma en que trabajan se distinguen cuatro tipos básicos de bombas: las bombas centrífugas, las de desplazamiento, las bombas rotatorias y las bombas jet.

Las bombas centrífugas corresponden al tipo más común que se puede comprar en el mercado. Como se necesita que giren bastante rápido, casi siempre son movidas por un motor; a veces los venden juntos (motor y bomba) y a veces por separado. Las bombas centrífugas cuentan con una rueda con paletas, la cual gira rápidamente dentro de un espacio cerrado. La bomba tiene dos conexiones por donde va el agua, una frente a la rueda con paletas y otra a un lado. El movimiento de la rueda provoca que chupe el agua por el frente y la empuje por el lado. En general, las bombas centrífugas requieren poco mantenimiento y tienen una vida útil de entre 5 y 10 años.

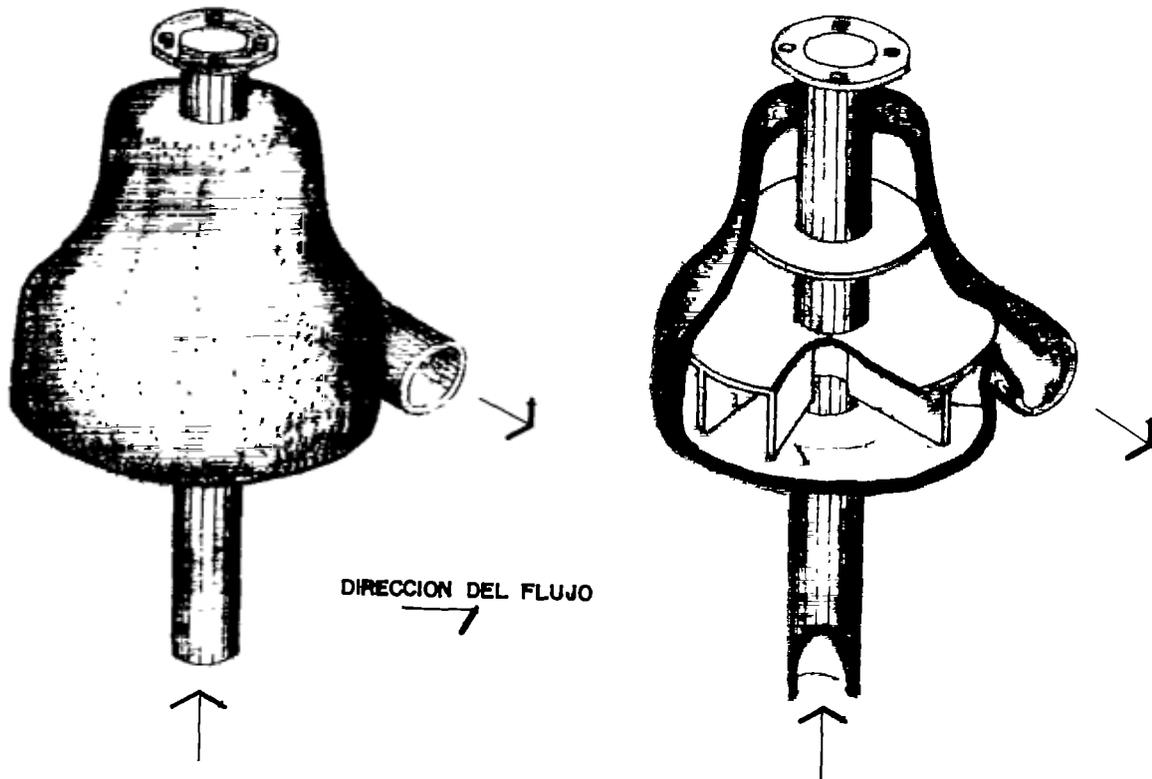


Figura No.4 Bomba Centrífuga.

Las bombas de desplazamiento son las más antiguas y a este tipo corresponden la mayoría de las bombas accionadas a mano y usadas para aspirar el agua de los pozos de las viviendas en el área rural. Básicamente consisten en un cilindro vertical dentro del cual se mueve un empaque que se encarga de producir el efecto de aspirar y empujar el agua. Existe gran variedad de este tipo de bombas y por lo simple de su funcionamiento son las más fáciles de construir y aplicar en las condiciones del área rural. El problema más frecuente consiste en mantener los empaques en buenas condiciones. A este tipo corresponde la bomba de lazo.

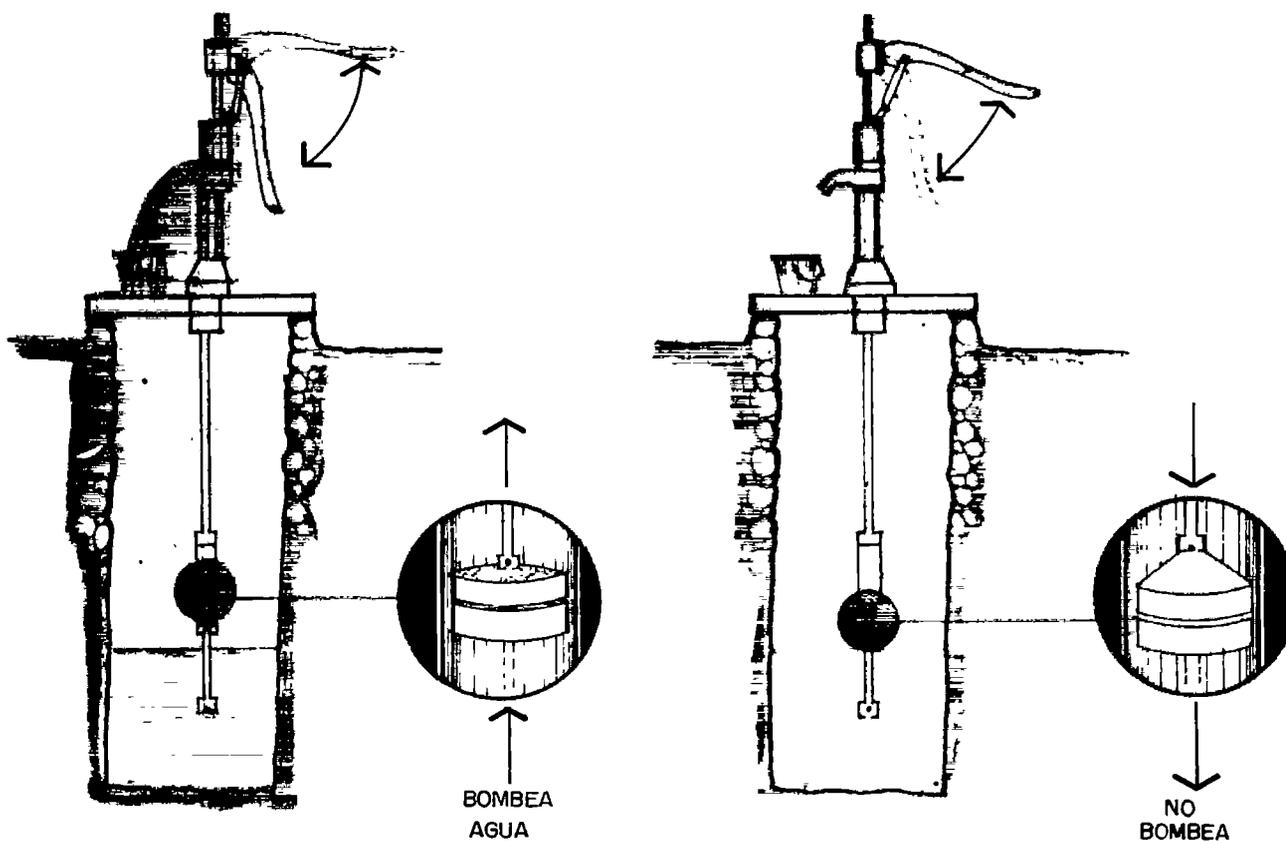


Figura No.5 Bomba de Desplazamiento, tipo común.

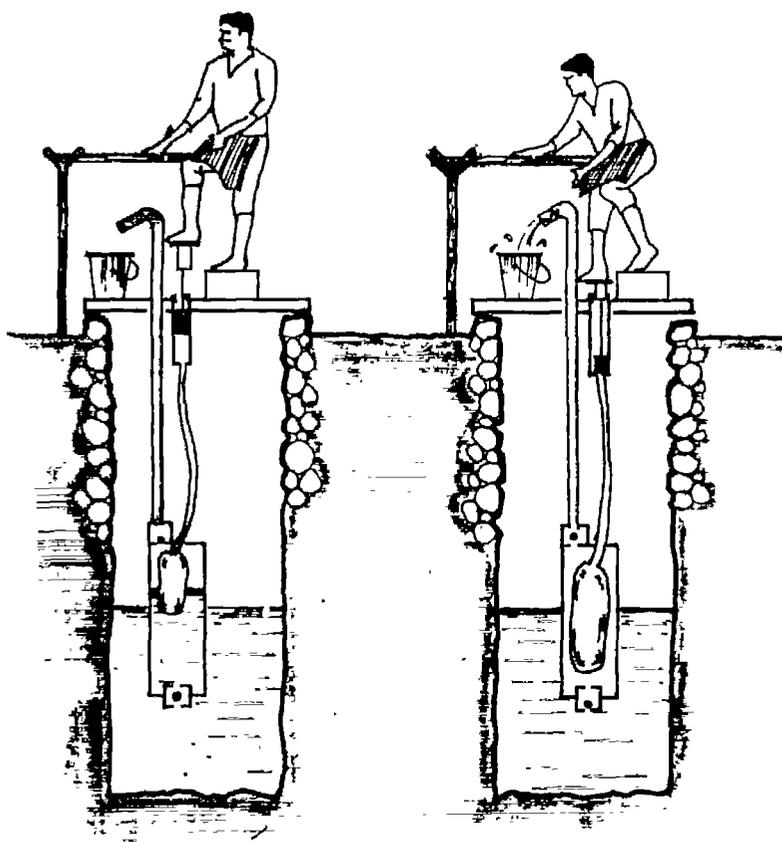


Figura No 5a Bomba de Desplazamiento, caso especial
Bomba Vergnet

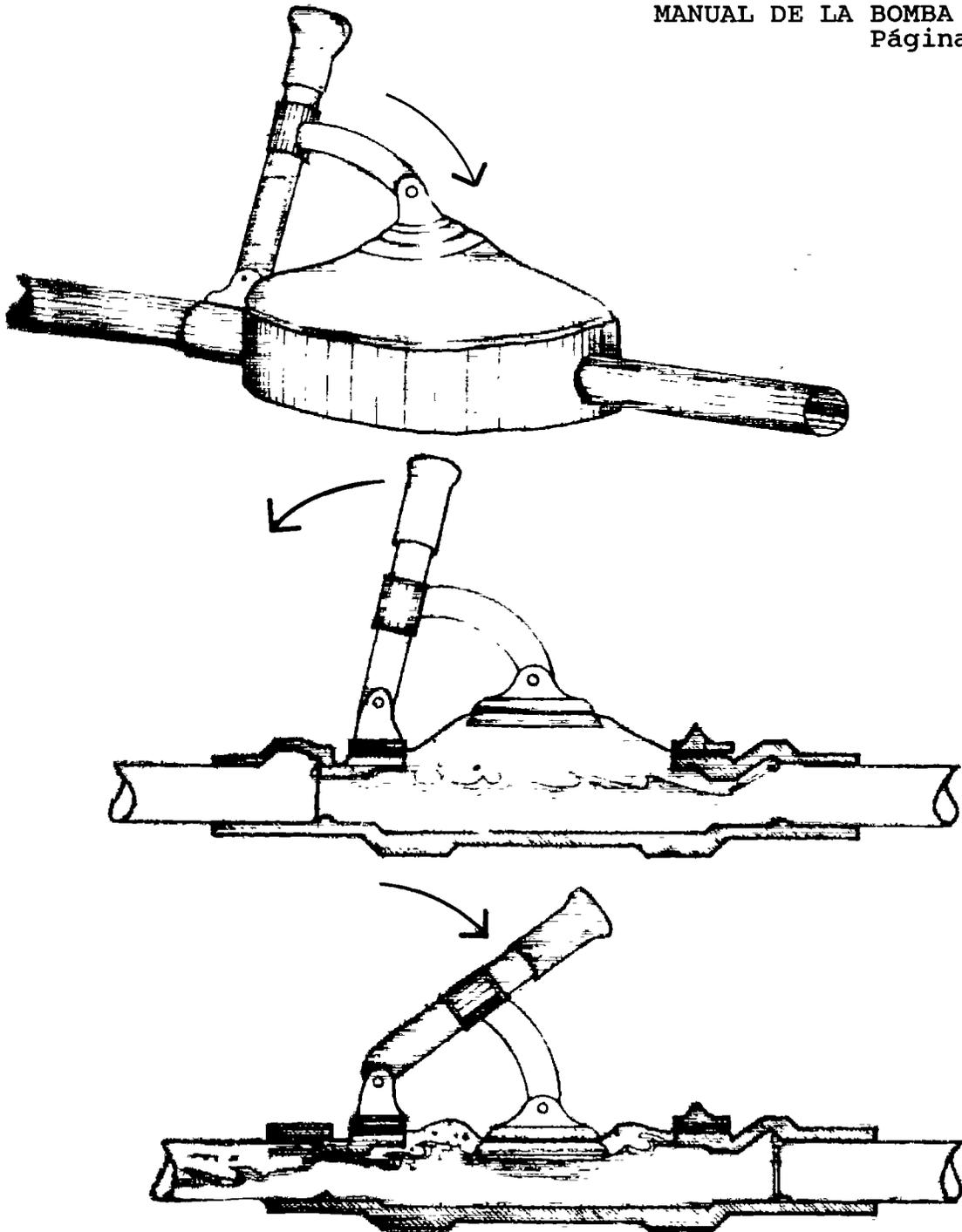


Figura No. 5b Bomba de Desplazamiento, caso especial.
Bomba Diafragma

La bomba rotatoria funciona de igual forma que lo que llamamos "tornillo sin fin" o "gusano" y que es empleado comunmente para empujar materiales espesos como el lodo, o granos, como maíz; tal es el caso de los molinos de nixtamal. Para bombear agua, se emplea cuando la distancia es de pocos metros (altura menor de 15 metros) y se trata de grandes cantidades. Por estas características no existen muchas oportunidades para usarla. Además, su construcción en el área rural es difícil y, en cualquier caso, se requeriría contar con piezas (como el rotor) que son complicadas y difíciles de obtener.

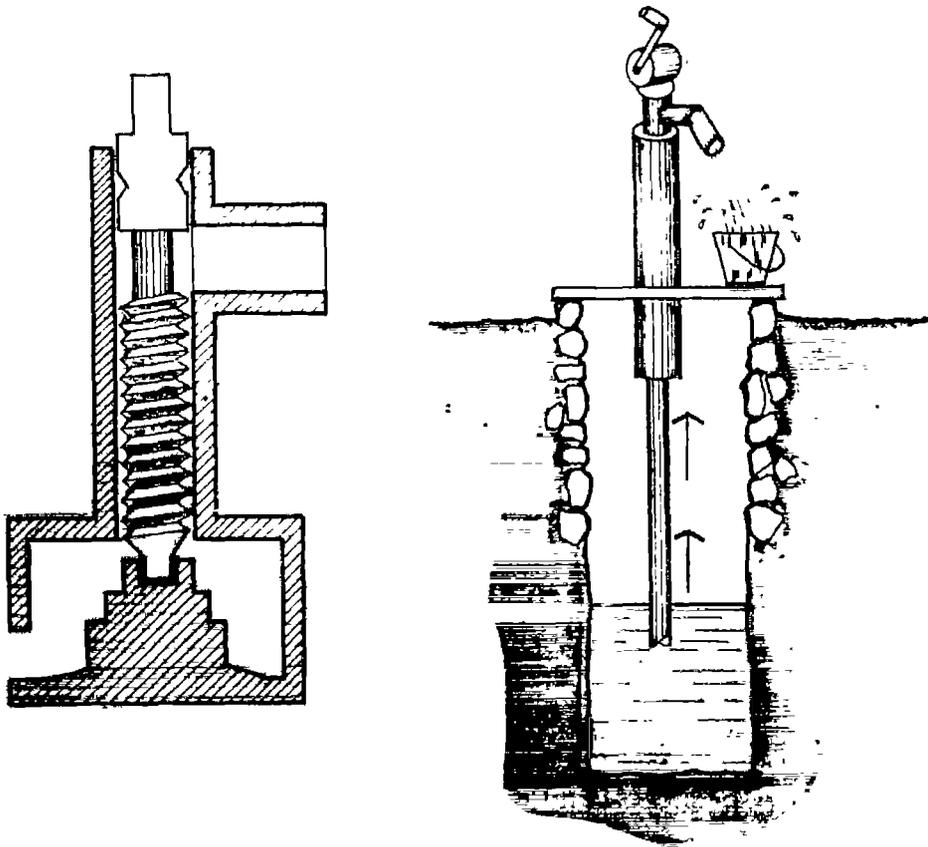


Figura No.6 Dos casos de Bomba Rotatoria.

Por último, debemos mencionar a la bomba "jet", la cual funciona por la acción de introducir agua a alta presión a través de una boquilla ubicada en la parte inferior de un tubo que sirve para la descarga. El agua a alta presión genera una fuerza que chupa el agua hacia arriba. La presión se logra mediante un compresor adecuado para el efecto y que puede ser movido a mano. Este sistema es el menos probado para bombas del tipo que interesan en este manual.

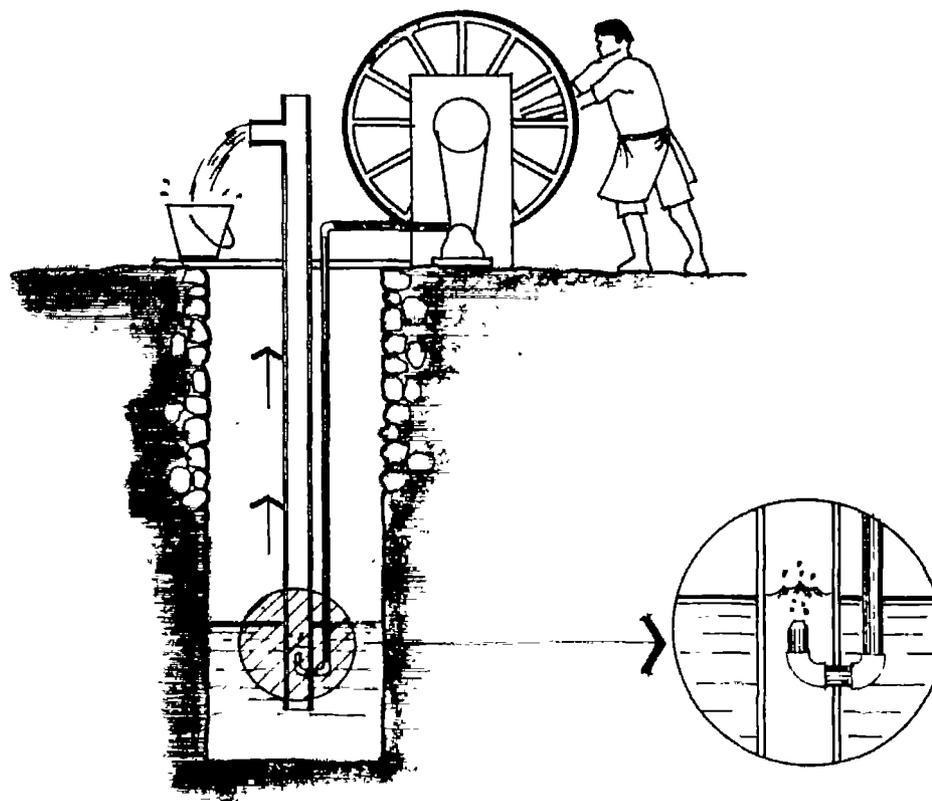


Figura No. 7 Bomba Jet.

5.3 METODOS DE BOMBEO

Anteriormente hemos visto diferentes clases de bombeo de acuerdo con la forma en que se sube el agua. Pero, para que la bomba funcione, se necesita una fuerza que la haga moverse.

Desde el inicio de su existencia el hombre ha descubierto la forma de utilizar las fuerzas de la naturaleza. Esto explica el desarrollo de la civilización como ahora la conocemos, es decir, con aspectos positivos y aspectos perjudiciales, como los serios daños que se han provocado en nuestro ambiente. Es muy importante tratar de usar de la mejor manera esas fuerzas para evitar que nos perjudiquen.

La fuerza que se necesita para bombear el agua puede venir de varias fuentes, principalmente:

- 1 La fuerza del hombre y la mujer (brazos o piernas)
- 2 La fuerza de un animal: un buey o cualquier bestia de tiro.
- 3 La fuerza de un motor. Este funciona a gasolina o diesel, o a electricidad.
- 4 Otras fuerzas como la del peso del agua, la del empuje del viento, la del calor del sol.

La decisión de qué fuerza conviene usar depende en cada caso de:

- a La profundidad a la que está el agua y la cantidad que necesitamos.
- b La disponibilidad en la comunidad.
- c El costo.

Los sistemas en donde se requiere de mucha agua necesitan de mucha fuerza y al contrario, cuando se necesita menos agua se debe hacer menos fuerza. Conocemos y entendemos como fuerza aquello que es capaz de hacer mover o detener un objeto.

Cuando un objeto se mueve decimos que tiene energía, y gracias a ella es posible hacer un trabajo. En el caso de los hombres y los animales, la energía proviene de los alimentos que comen; así, sus músculos pueden hacer una fuerza y con esta fuerza desarrollar un trabajo. En el caso de los motores, la energía viene de la electricidad o de la gasolina o del diesel, los cuales generan la fuerza que mueve al motor. Con la fuerza generada de cualquiera de estas maneras es posible mover una bomba.

En el caso del ariete, la energía viene del peso del agua que, al querer ir hacia abajo, provoca la fuerza que acciona un mecanismo (el ariete mismo) que hace que parte del agua suba.

Otra forma es que el peso del agua haga mover directamente una bomba o un motor que produce energía eléctrica con la cual se mueve otro motor que mueve a la bomba.

Cuando se quiere aprovechar el sol, se trata de que la energía que proviene de sus rayos haga contacto con unas placas especiales; entonces puede transformarse en energía eléctrica y con ésta puede hacerse mover un motor. Con el viento, se puede hacer girar una rueda que produce la fuerza para mover una bomba.

Todas estas formas de energía se pueden convertir de una a otra y existen formas de medirlas para saber su equivalencia. Lo que se conoce como un caballo de fuerza, que es la medida con que se establece la fuerza de los motores, equivale a 750 watts y es una fuerza mayor que la que puede desarrollar un buey (de unas 2,200 libras de peso), la que se estima en cerca de 600 watts. También equivale a la fuerza que pueden desarrollar unos 10 hombres o mujeres con sus piernas.

Las bombas accionadas por la fuerza humana son baratas y realmente constituyen una solución apropiada para resolver el problema de abastecimiento de agua a nivel doméstico o para riego en sistemas pequeños en las comunidades rurales. A diferencia de las otras, las bombas manuales dependen de pocos elementos de fuera de la comunidad y sus sistemas no son muy complicados.

La fuerza humana, sin embargo, tiene limitaciones. Una persona puede producir con sus brazos cerca de 50 watts o sea un quinceavo (0.07) de caballo de vapor y con sus piernas 75 watts o sea un décimo (0.1) de caballo de vapor. Esto significa que una bomba operada por una persona sólo resulta adecuada cuando se trata de elevar pequeñas cantidades de agua a alturas también pequeñas.

Es precisamente debido a las limitaciones de la fuerza humana, que desde tiempos antiguos el hombre ha tenido que buscar otras fuentes de fuerza con las cuales efectuar proyectos mayores. Los animales fueron la primera fuente aprovechada. El descubrimiento de que un par de bueyes medianos puede empujar con la fuerza equivalente de 14 hombres, dió inicio al uso de la fuerza animal. Con todo y que la fuerza animal resulta más poderosa que la del ser humano, dependiendo del trabajo que se quiere realizar, los animales tampoco resultan lo más adecuado.

En la época moderna los motores accionados por energía eléctrica o por derivados del petróleo (gasolina, diesel, etc.) han venido a ofrecer una alternativa, que puede ser aprovechada bajo ciertas condiciones. Las bombas (generalmente de tipo centrífuga) pueden ser acopladas a motores accionados por energía eléctrica y funcionan bastante bien. Dado que en la mayoría de

comunidades del área rural de nuestro países, aún no se cuenta con energía eléctrica y cuando esta existe, suele ser muy cara, este tipo de alternativa esta fuera de nuestro alcance. Además los motores eléctricos y este tipo de bombas resultan en general demasiado costosos, fuera del alcance del bolsillo de la mayoría de la población, quienes son justamente los que mayor necesidad del agua tienen. Los motores que emplean gasolina o diesel, además de compartir con sus compañeros eléctricos el precio alto, requieren de mucho mantenimiento y de un abastecimiento regular de combustible que es difícil garantizar.

De acuerdo con lo dicho, los motores eléctricos y que usan combustibles derivados del petroleo resultan inaplicables en la mayoría de las condiciones, con lo que los sistemas alternativos, aquellos que utilizan como fuente energética a la misma agua, al viento y al sol, pueden resultar una buena solución. El ariete y algunas turbinas especiales (ruedas que giran por el paso del agua o algún gas entre ellas), son formas de aprovechar la fuerza resultante de la energía del agua para bombear ésta a la altura a la que se le necesita. Por su parte, estas tecnologías tienen sus propias limitaciones, por ejemplo los arietes y las turbinas chinas necesitan mucha agua para trabajar, y en consecuencia, cuando no se tiene disponible un caudal grande, estos no pueden aplicarse.

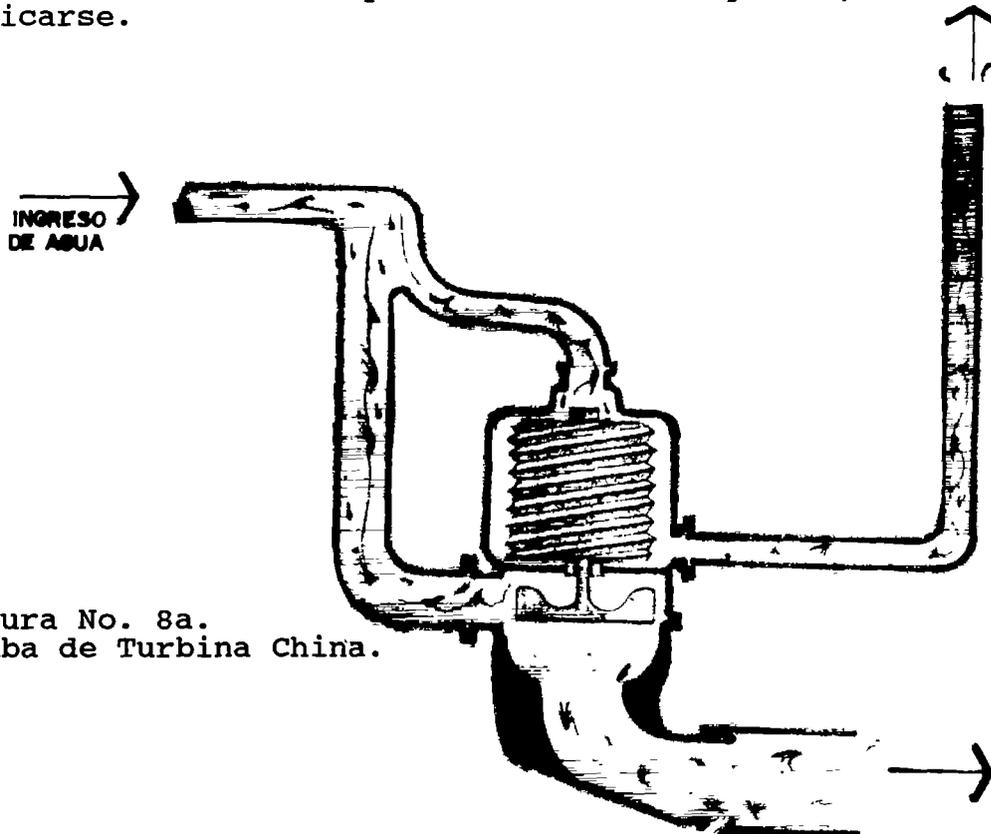


Figura No. 8a.
Bomba de Turbina China.

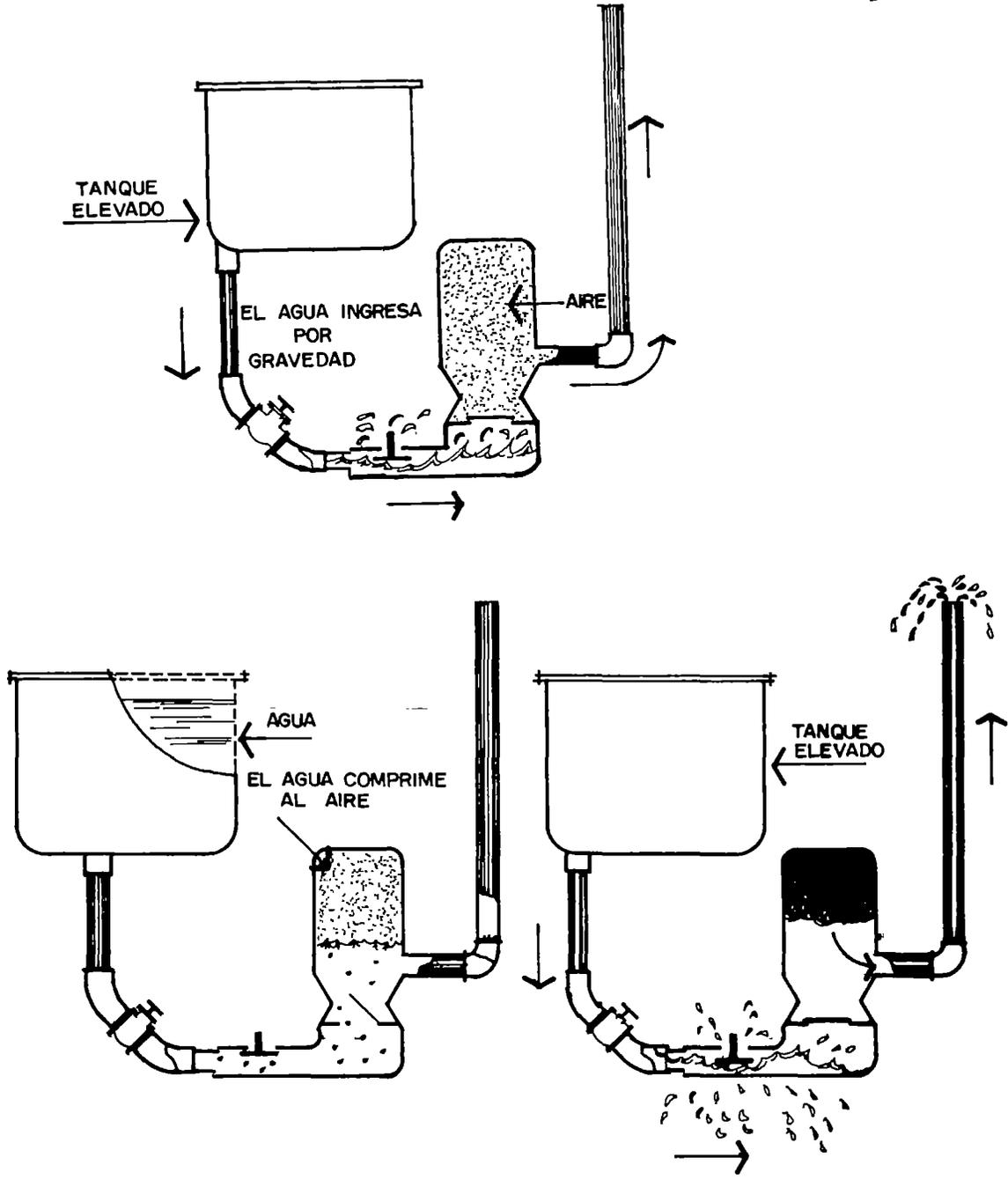


Figura No. 8b. Funcionamiento de un ariete.

En el caso del viento se ha diseñado una amplia variedad de mecanismos para que se pueda transformar la fuerza del viento en el movimiento necesario para accionar una bomba o cualquier otra máquina. La limitación de esta fuente de poder es que está condicionada al régimen de vientos y éste es variable, dependiendo del área geográfica, de la estación del año, de la hora del día, etc. Esta situación hace necesario contar con depósitos en los cuales se almacena el agua que se bombea en los períodos de viento para disponer de ella cuando se necesita.

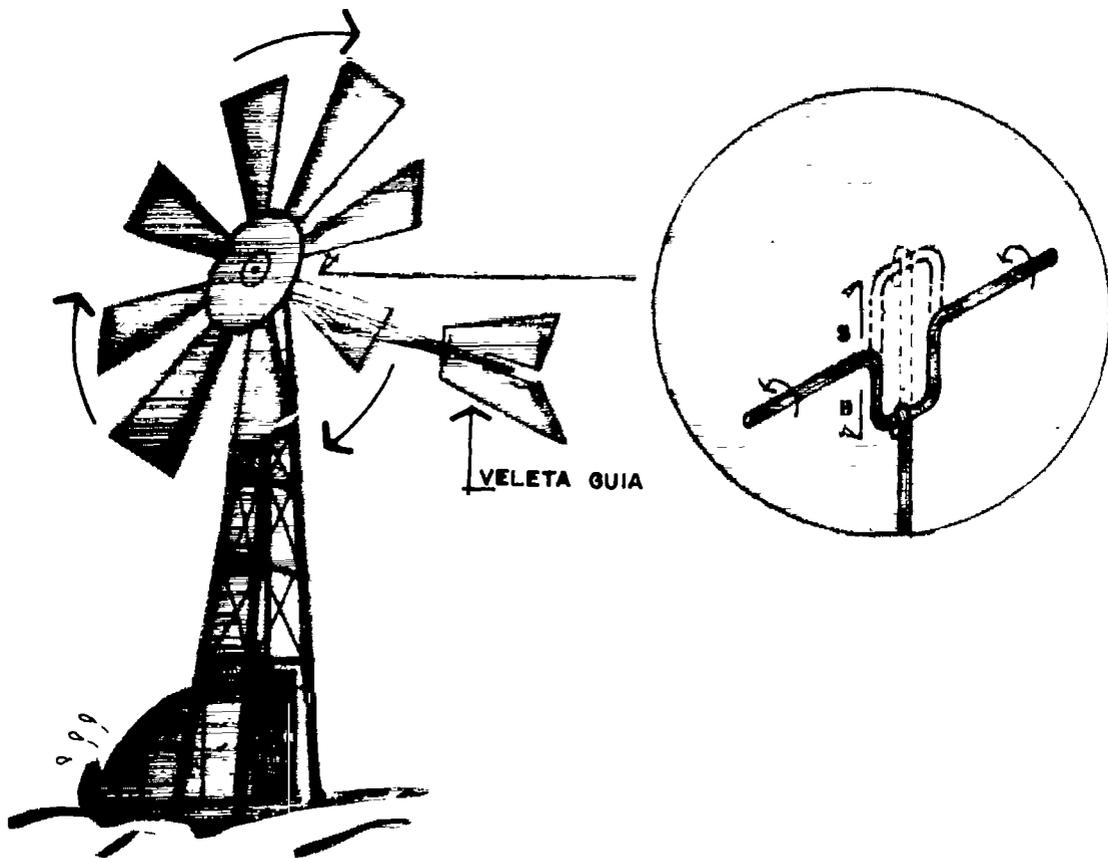


Figura No. 9. Bomba activada por la fuerza del viento.

El sol es la mayor fuente de energía, este da vida al mundo vegetal del cual obtenemos la leña y nuestra propia energía que viene como los alimentos que consumimos, el ocasiona las corrientes de aire que podemos aprovechar como energía y también, es responsable porque el agua se movilise de las partes bajas y caiga como lluvia en las parte altas, el sol también ha dado lugar a que se haya formado el petróleo del cual hoy dependemos en gran medida. Recientemente se ha inventado una forma de aprovechar la energía del sol de forma directa, mediante un "panel fotovoltaico" el calor que vienen del sol se transforma en energía eléctrica. Con esta energía eléctrica es posible accionar un motor y mover una bomba. Sus principiplies limitaciones consisten en que no siempre puede disponerse de la luz solar y que los costos de los paneles y el resto del equipo son muy caros.

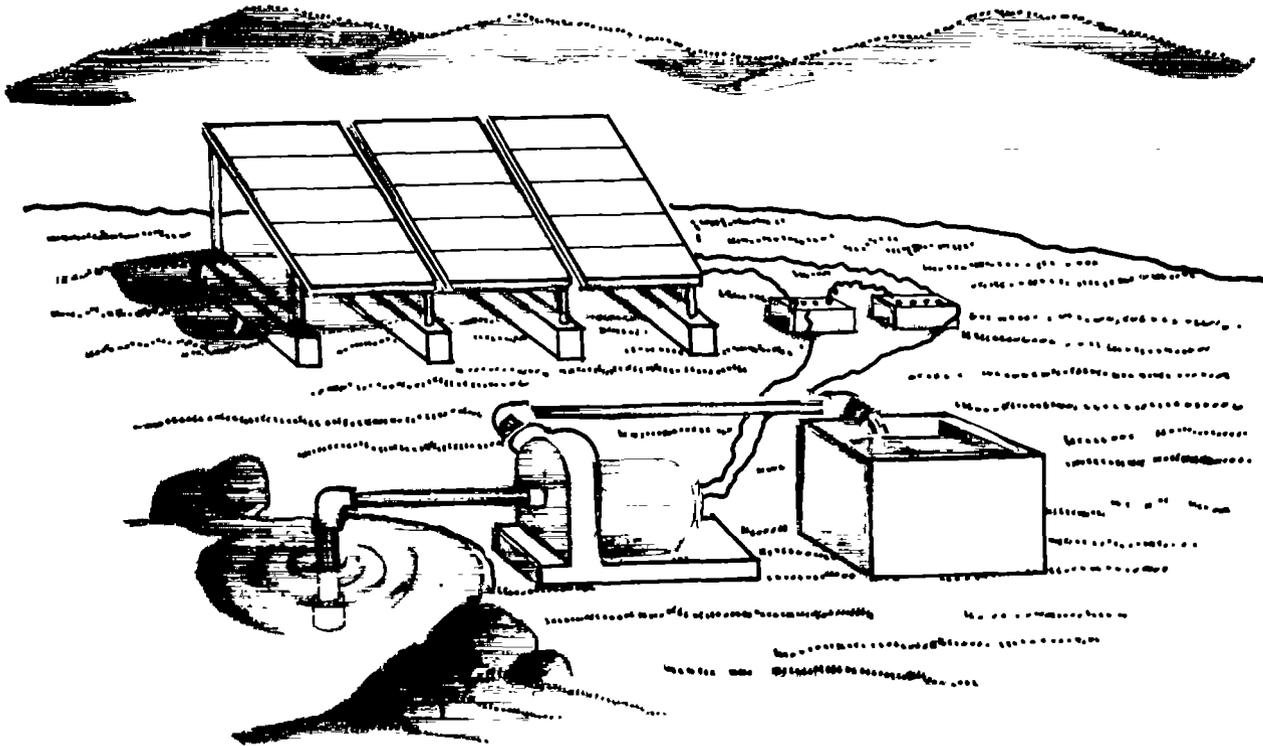


Figura No. 10 Sistema de bombeo de agua
a base de energía solar.

6 LA BOMBA DE LAZO

6.1 DESCRIPCION

La mejor descripción de una bomba de lazo es la que nos da Agustín y dice: "...es una máquina construida con productos renovables al alcance de todos: hecho con una rueda de madera, una llanta usada, tres campanas, una candela para recibir el agua, un lazo con válvulas, una plancha, un burrito hecho de block y tubo de PVC." Aunque en la actualidad solamente se emplea una campana debido a que, la que estaba ubicada en la parte inferior del pozo, fue sustituida por una pieza de madera llamada "ojo" y la que guiaba el lazo de retorno al pozo lo fue por un pedazo de tubo de PVC de ϕ 2". Posteriormente se dará más información a éste respecto.

En la visión de alguien que ha trabajado con este tipo de bomba, podemos comprender que su mejor característica es su sencillez y facilidad de construcción. La bomba de lazo es considerada como una bomba poco tradicional, que no requiere de los elementos metálicos y los complicados mecanismos que generalmente están presentes en las bombas hasta ahora conocidas. La bomba de lazo funciona para subir el agua en base a un principio muy simple y el uso de partes y materiales poco complicados.

La bomba de lazo es una variante de las bombas de desplazamiento. Se trata de un lazo con empaques atados a cada 45-50 centímetros, que se suben adentro de un tubo empujando el agua desde la parte inferior hacia la superficie. La bomba tiene una rueda en la que está conectado el lazo mencionado, al girar la misma, el lazo con los empaques se mueve de forma continua, empujando el agua adentro del tubo hacia la parte de arriba en donde sale como un chorrito regular. Ver figura No. 11.

En el capítulo anterior se describieron las varias formas que puede tener esta bomba de lazo, de acuerdo con el país y grupo que la ha difundido; pero recuérdese que estas variaciones, por lo general, solamente se refieren a cambios del material empleado. A continuación se describirán los elementos más importantes que conforman la bomba de lazo.

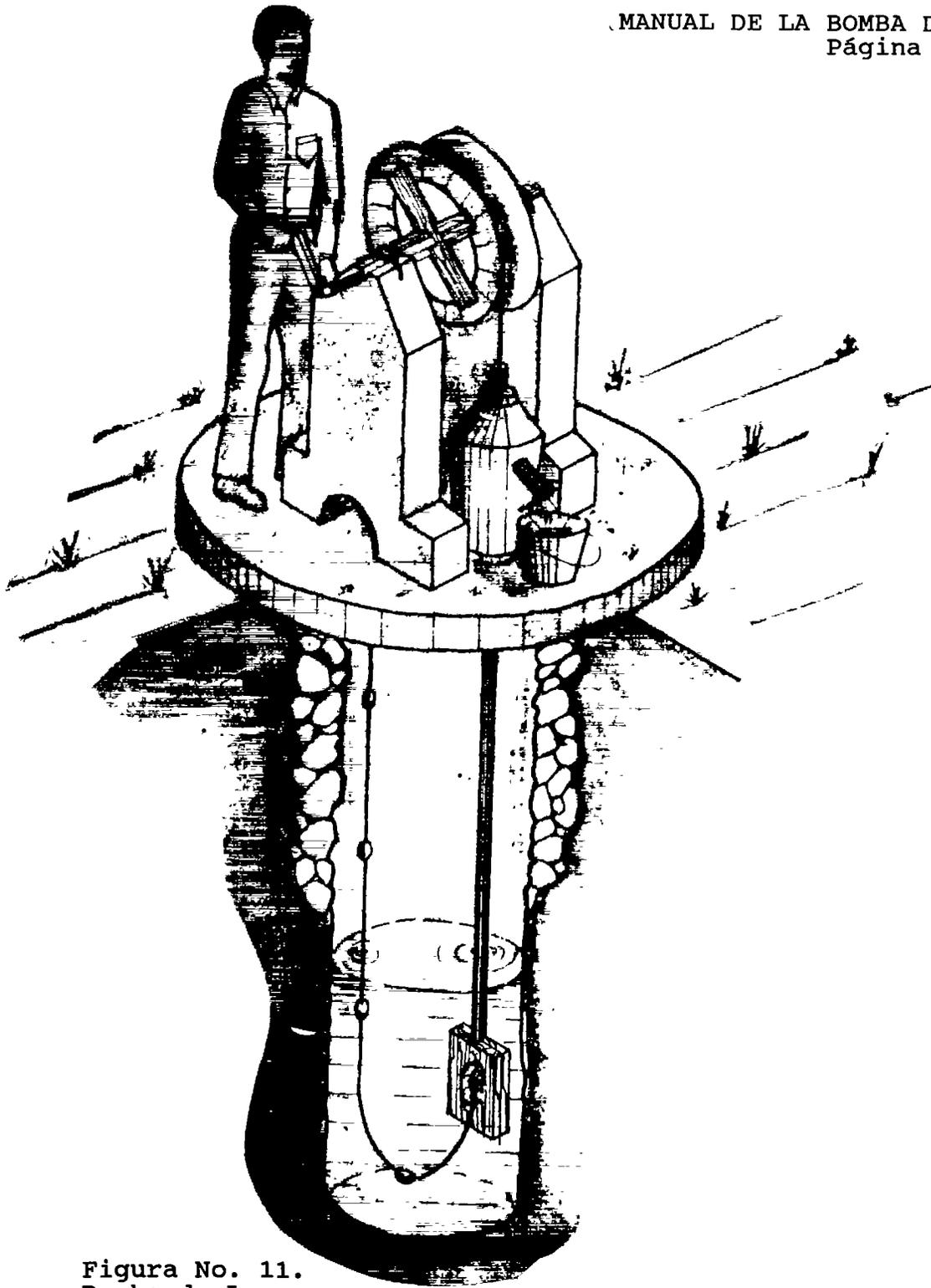


Figura No. 11.
Bomba de Lazo.

LA RUEDA:

Esta consiste en una cruz de madera conectada a un eje central. Las reglas de la cruz tienen en cada punta un bocado cuadrado en donde se sujetan y clavan dos costados de una llanta de automovil. Ver figura a continuación:

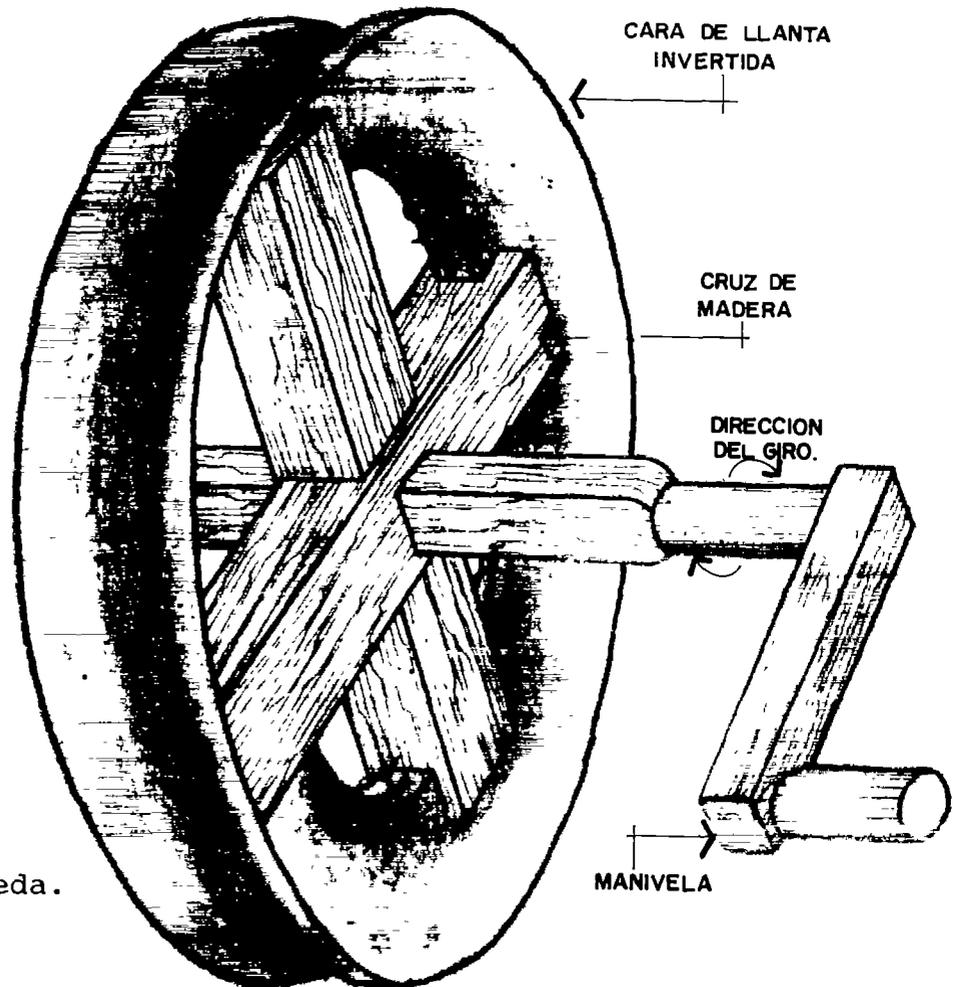


Figura 12.
Figura de la rueda.

El tamaño de la rueda es variable, de acuerdo al tamaño de la llanta que se emplee (tamaño conocido como el "rin"). Los dos costados de la llanta se colocan poniendo en contacto la parte inferior y abriéndola hacia los extremos, de manera que queda en el centro de la rueda una figura con la forma de una "V". El lazo con los empaques se asienta en la parte angosta de la "V" de manera que al girar la rueda hacia adelante, éste es arrastrado

en la dirección del movimiento produciéndose el "jalón" que se necesita para subir el agua. Para girar la rueda se da vuelta a una manivela colocada en el extremo del eje al que está conectada la rueda. A continuación se muestra una figura de la rueda conectada en la estructura de la bomba.

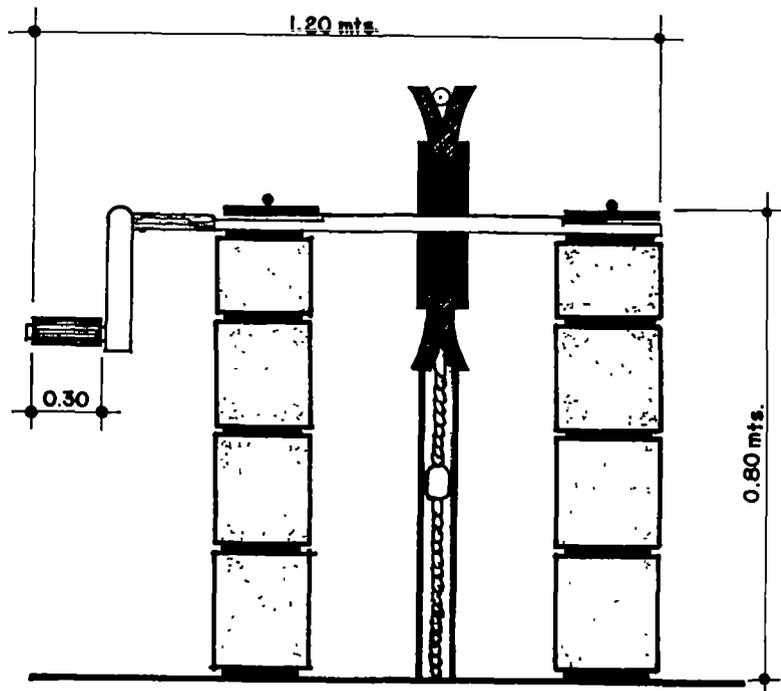


Figura No. 13. Rueda conectada en la bomba de lazo.

LA "PLANCHA" y EL "BURRITO":

Estos forman la armazón básica sobre la cual se sostiene la rueda. La plancha es una losa de concreto armado que se coloca sobre el agujero de la boca del pozo, tiene dos agujeros por donde sube y baja el lazo con empaques. El burrito consiste en dos apoyos que se levantan desde la plancha hasta una altura aproximada de 4 hileras de block (unos 80 centímetros). En la parte superior de estos dos apoyos es donde descansa el eje central de la rueda. Estos apoyos deben trabajarse de tal manera, que el eje quede seguro, pero con posibilidad de dar vueltas y sin que se dé mucho desgaste; por ejemplo, esto podría lograrse con un forro de cuero con bastante grasa, o con un pedazo de tubo de PVC.

El burrito suele ser construido con madera rolliza (a manera de horcones) o colocando 4 hiladas de bloc. Esta última solución parece más durable y segura.

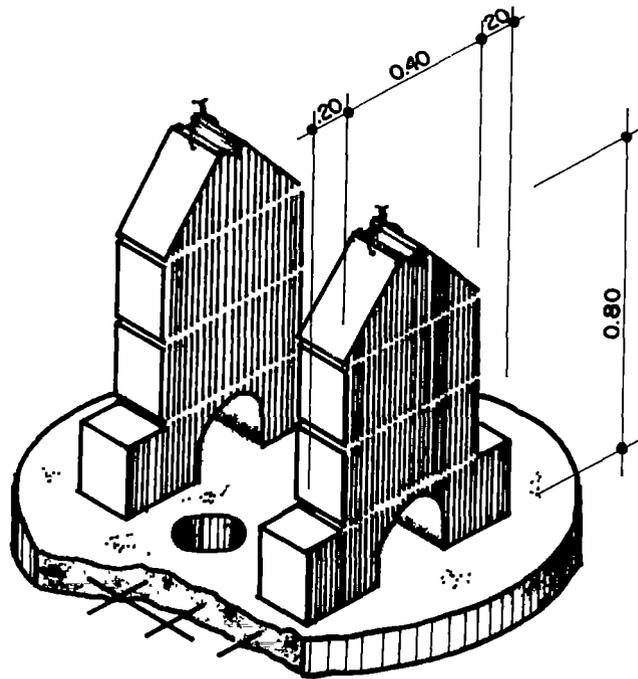


Figura No. 14. Plancha y burro.

LA "CAMPANA":

Es una parte de cemento que tienen forma de embudo. Está colocada sobre la candela y antes de que el lazo llegue a la rueda. Su función es facilitar y guiar el paso del lazo hacia la rueda y reducir el desperdicio de agua. La campana se hace a partir de una mezcla de una parte de cemento y tres partes de arena; se hace un acabado en la superficie para tratar de lograr que quede lo más lisa posible.

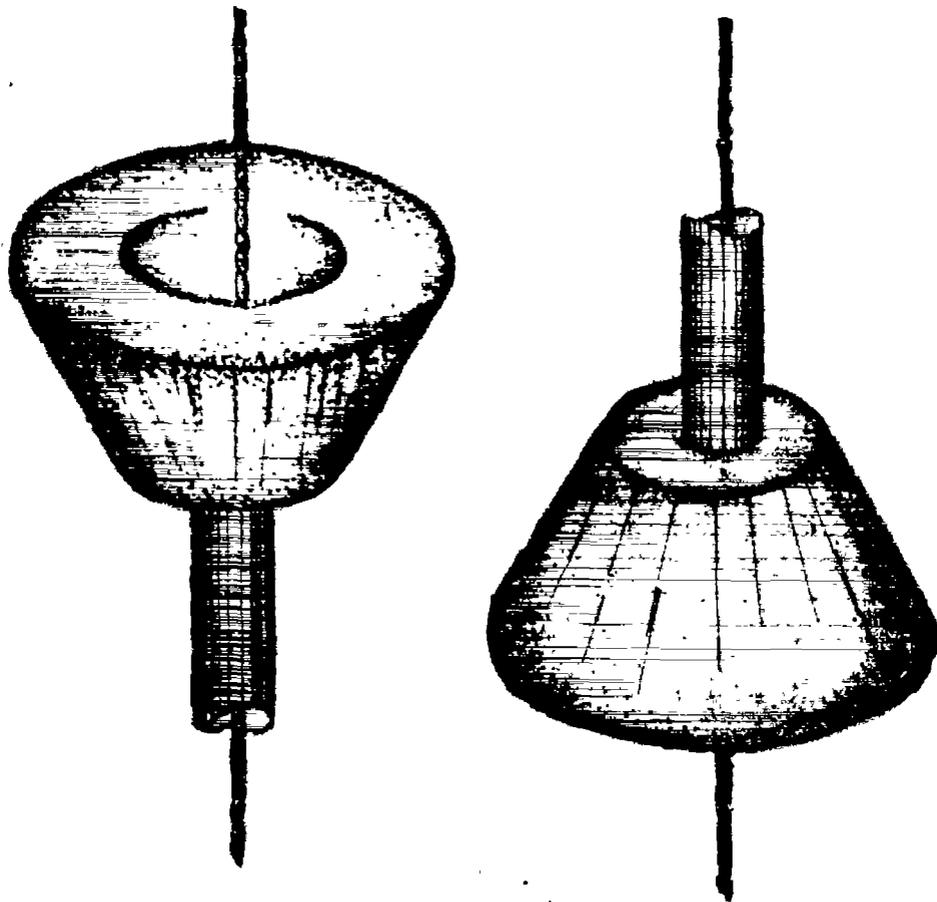


Figura No. 15. La campana.

LA CANDELA O EMBUDO:

Esta parte también es fabricada de cemento y su función es permitir que el agua que está subiendo, pueda enviarse hacia la salida en donde se necesita. La candela va unida en su parte de abajo con el tubo que trae el agua y en un lado, lleva conectado un tubo para la salida del agua. En la parte superior va cerrada con una campana. Por dentro y a nivel de la salida del agua, la candela se ensancha para permitir que el agua salga con facilidad.

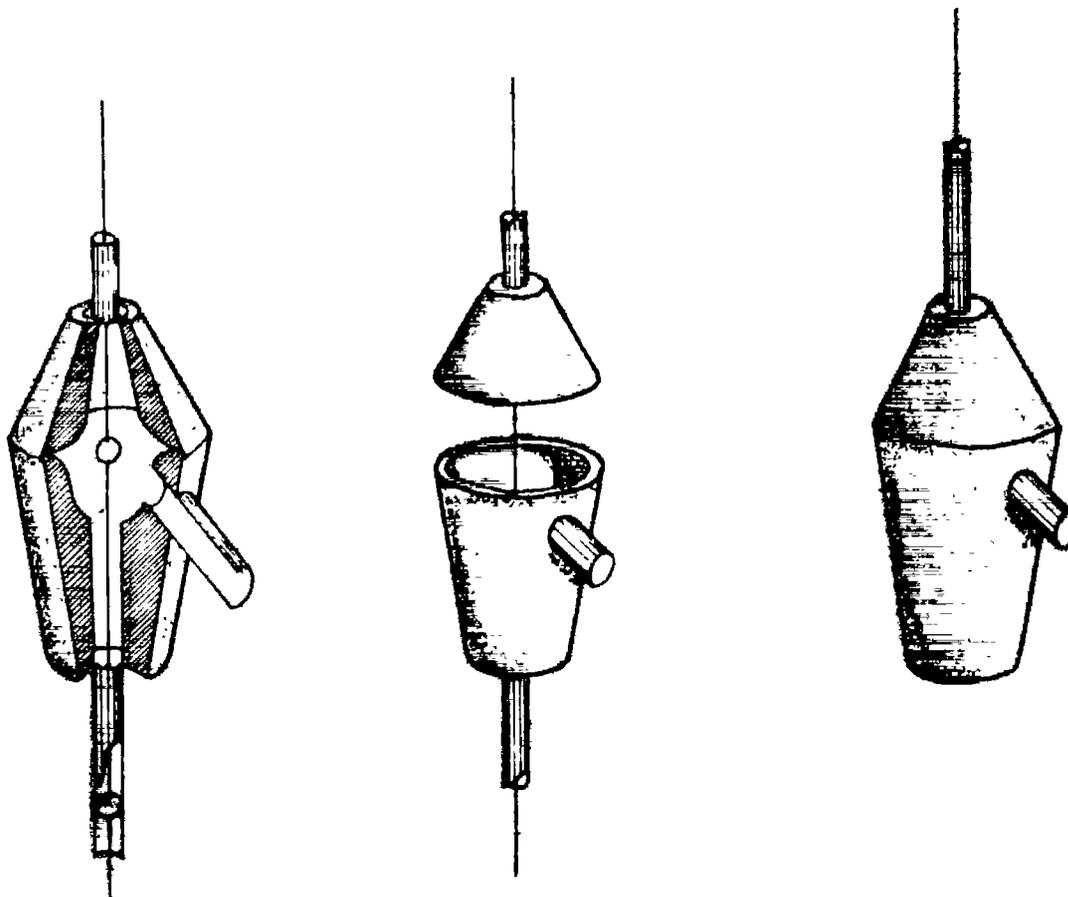


Figura No. 16. El embudo.

EL OJO:

Es una pieza de madera doble, que ha sido tallada dejando en medio la parte final del tubo que es donde entra el lazo con los empaques. La función de la pieza es guiar al lazo de vuelta cuando ha llegado al fondo del pozo y le corresponde reingresar al tubo. Originalmente esta pieza se hacía con una campana, sin embargo, las observaciones efectuadas en la bombas instaladas hacen suponer que el desgaste del lazo es mayor cuando roza con concreto roza con madera. El ojo puede ser construido con dos tapas completas o sólo con una y la mitad según se muestra en el dibujo correspondiente. Cada parte de madera tiene que ser tallada para ajustar la forma del tubo y una de ellas, perforada y redondeada lateralmente para permitir al lazo entrar suavemente al interior del tubo.

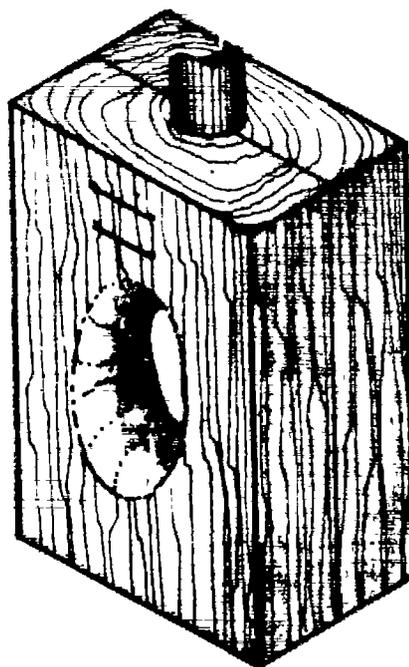
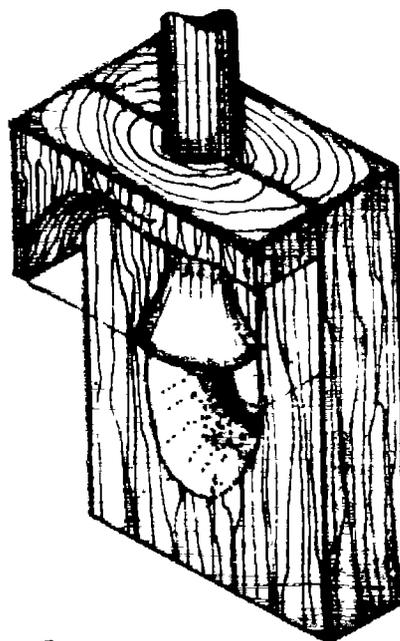


Figura No. 17. El ojo.

LAZO CON LOS EMPAQUES:

Este circula dentro de un tubo PVC y gracias a ello es posible movilizar el agua. Al lazo que se utiliza, del tipo plástico, se le hacen nudos que están separados entre sí aproximadamente cincuenta centímetros. El empaque tiene un orificio central por el cual atraviesa el lazo y es justamente el nudo el que permite empujar el empaque hacia arriba dentro del tubo. Cuando el empaque pasa por el tubo va empujando el agua que está adentro del mismo y el empaque siguiente. Los empaques con que se ha experimentado en el CCM son fabricados de madera de un tipo especial por su dureza y que se le conoce con el nombre de guachipilín. También se recomiendan el ciprés y el cedro y maderas duras resistentes al agua. Inicialmente fue utilizada una forma de cono y posteriormente la forma de cilindro-esfera.

La experiencia de otros programas ha sido con empaques de hule hechos con parte de llantas usadas. En Nicaragua se ha experimentado con empaques de plástico fundido. Recientemente se conoció la experiencia de una fabrica en Estados Unidos "Cincinnati Pump MFG.CO" que fabrica una bomba parecida que en lugar de lazo emplea cadena y empaques de hule sujetos en una pieza de aluminio. Podría ser considerado en un futuro la fabricación de este tipo de empaques.

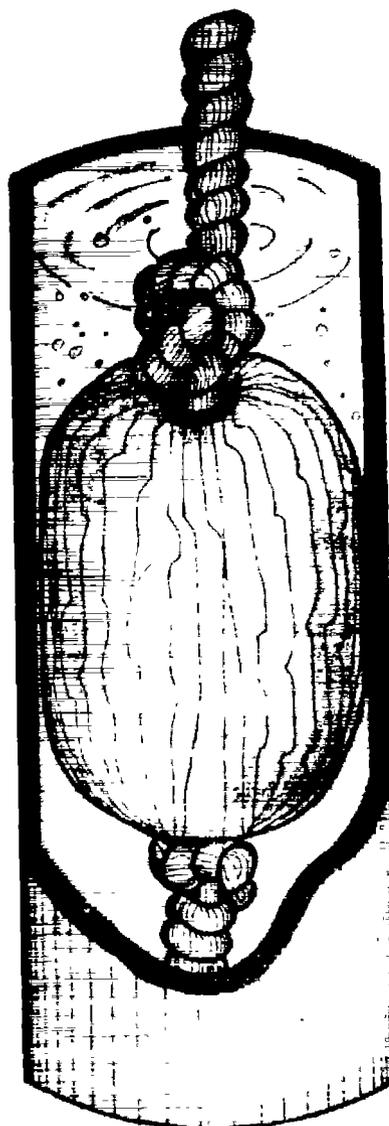


Figura No.18. Lazo con empaques

6.2 MODALIDADES

La bomba de lazo desarrollada hasta ahora por el TPS puede funcionar adecuadamente en profundidades desde 1 hasta 30 metros, que equivale a pozos de hasta 38 varas de profundidad; sin embargo, se sabe que en Guatemala y Nicaragua se han desarrollado experiencias con este sistema en las que se alcanzan hasta 60 metros de profundidad, para ello se hace necesario contar con motores. En este documento se hará referencia únicamente a las experiencias del TPS en Guatemala de 30 metros o menos, aunque no quiere decir que con el tiempo no se vayan ampliando las aplicaciones.

De acuerdo con la profundidad a la que la bomba estará sacando el agua, se tendrá que trabajar con un diferente diámetro de tubería y por lo tanto con diferente tamaño de empaque. En el cuadro siguiente se muestra el diámetro de la tubería según la profundidad:

Cuadro No. 2: Diámetro de la tubería recomendada para utilizar en diferentes alturas.

PARA PROFUNDIDAD DE	DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO REAL	
	Pulgada	Centim	Pulgada	centim
- de 1 a 8 metros (de 1 a 10 varas)	1	2.5	1 3/16	3
- de 8 a 16 metros (de 10 a 20 varas)	3/4	1.9	29/32	2.3
- de 16 a 30 metros (de 20 a 38 varas)	1/2	1.3	5/8	1.6

El que vaya reduciéndose cada vez más el diámetro de la tubería, según se va alcanzando mayor profundidad, ayuda a que se pueda trabajar con el mismo ritmo de bombeo, esto es debido a que cuando es mayor profundidad se bombea menor cantidad de agua por cada vuelta de manivela en el diámetro de tubería más pequeño. La menor cantidad de agua que se bombea cuando se utiliza tubería de menor diámetro viene a compensar, en parte, el esfuerzo debido a la mayor profundidad desde donde debe subirse el agua.

Es posible establecer la cantidad de agua contenida en un metro de tubería, para ello debe tomarse en consideración el diámetro de la tubería y el propio volumen que ocupan lazo y

empaques, el cual para efectos de cálculo se estima en el 4% del volumen total. En la tabla a continuación se muestra el valor estimado para cada caso:

Cuadro No. 3. Volumen de agua estimado en un metro de tubería.

DIAMETRO DE TUBERIA	VOLUMEN AGUA	
	pulgadas	centímetros cúbicos
1	679	0.68
3/4	399	0.4
1/2	193	0.19

En cada vuelta de la manivela se hace pasar por el tubo un determinado largo del lazo y esto representa la cantidad de agua que puede bombearse. Normalmente el diámetro útil de la rueda (en donde toca efectivamente el lazo) es de 40 centímetros, lo cual significa que con cada vuelta se desplaza 1.25 metros de lazo. En el caso ideal, en donde lazo y empaques se acoplaran perfectamente con la paredes del tubo, se podría esperar que con una vuelta de manivela se bombearía toda el agua dentro del 1.25 metros de tubería, sin ninguna pérdida, por ejemplo, una vuelta de manivela en la tubería de 1" equivaldría a bombear 849 centímetros cúbicos (0.85 litros) de agua. En la realidad, la situación es distinta, los desajustes con que quedan los empaques entre el empaque y el tubo y entre el empaque y el lazo desde el momento en que se construye y que se van haciendo mayores por el desgaste que resulta del uso, hacen que una buena cantidad del agua se escurra de vuelta hacia abajo.

En base a las mediciones efectuadas en tres bombas diferentes pudo establecerse que el volumen de agua que puede perderse esta en función de:

- a la construcción,
- b el mantenimiento,
- c la profundidad del trabajo.
- d velocidad del trabajo

En el cuadro a continuación se muestran la diferencias encontradas:

Cuadro No. 4 Volumen de agua aprovechada en tres bombas diferentes probadas.

BOMBA	PROFUNDIDAD metros	ESTADO GENERAL	VOLUMEN DE AGUA	
			APROVECHADO %	PERDIDO %
BOMBA No. 1	1	bueno	99.1	0.9
BOMBA No. 2	17	malo	52.9	47.1
BOMBA No. 3	20	bueno	93.7	6.3

El cuadro anterior nos permite suponer que un margen de pérdidas de hasta un 10% de las bombas bien construidas y en correcto estado de funcionamiento. Los datos para la bomba No. 2 y en los que se puede notar que la misma pierde casi la mitad del agua nos demuestran la importancia de la correcta construcción y mantenimiento de la bomba. Para este caso sería muy recomendable un cambio de empaques.

Durante las pruebas hechas también se puso de manifiesto que la velocidad con que se bombea es importante. En el siguiente cuadro se muestran los efectos de la velocidad en la operación de la bomba No. 3:

Cuadro No.5 Efectos de la velocidad en el funcionamiento de la bomba.

PRUEBA	VUELTAS No.	(1) TIEMPO segundos	VOLUMEN DE AGUA	
			APROVECHADO %	PERDIDO %
PRUEBA No. 1	54	45	65.6	34.4
PRUEBA No. 2	67	73	52.9	47.1
PRUEBA No. 3	80	104	44.2	55.8

(1) Con bomba a 17 metros de profundidad, tubería de 3/4" y para llenar una tinaja de 17.67 litros.

Es importante considerar que entre más lento es el proceso resultan mayores pérdidas, para efectos de cálculos hemos asumido el tiempo promedio que representa la prueba número dos y que corresponde al tiempo logrado por una persona joven y fuerte, sin experiencia previa en esta actividad.

En base a lo anterior, los resultados de funcionamiento esperado, se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 6 Funcionamiento esperado de las diferentes modalidades de la bomba de lazo

DIAMETRO TUBERIA pulgadas	PROFUNDIDAD DE - HASTA metros	AGUA 1 VUELTA		LATA (5 GAL)		BARRIL (55 GAL)	
		Cant. litros	tiempo seg.	Vuelta No.	tiempo min+se	Vuelta No.	tiempo min+se
1	1 - 8	0.764	0.81	25	21s	275	3m43s
3/4	8 - 16	0.449	1.09	42	46s	462	8m24s
1/2	16 - 30	0.217	1.40	87	2m2s	957	22m20s

- (1) El tiempo es calculado sin tomar en consideración el cansancio natural de la persona que hace el trabajo. En la realidad el tiempo será mayor.

6.3 EXPERIENCIAS ACUMULADAS

En el país, el Comité Central Menonita, CCM, es una de las instituciones con mayor experiencia en el desarrollo y experimentación con la bomba de lazo. ECOTEC ha compartido parte de este proceso. La primera unidad se encuentra instalada en el Centro Experimental, del TPS de esa institución. En esta unidad se ha probado el diseño basado en el modelo nicaraguense, se han evaluado diferentes materiales, ensayado modificaciones de algunos de los elementos de la bomba y se ha comprobado el funcionamiento de la misma. Esta unidad también ha sido de utilidad para que vecinos y personas que visitan el centro puedan observar la tecnología.

Desde el inicio se definió al lazo y los empaques como aquellos elementos más importantes de la bomba, porque en ellos descansa el compromiso del buen funcionamiento y durabilidad de la misma. Para obtener un funcionamiento satisfactorio del

empaque, en el TPS se ha tratado de utilizar maderas especiales tales como el Guachipilín, y el palo volador, apropiadas por su resistencia y también porque no generan color ni olor en el agua. De acuerdo con el conocimiento popular, este es un tipo de madera que resulta bastante resistente a la acción destructiva de la humedad y la constante fricción de los empaques.

También se ha experimentado con la forma de los mismos y con el proceso de fabricarlos. Inicialmente, se fabricaban de una forma cónica. Actualmente, se ha optado por una forma cilíndrica con los extremos esféricos; parece que resulta más resistente a la fricción. También se ha mejorado el método del torno manual, en el cual se fabrican.

En el caso de la campana que se utilizaba en la parte sumergida del tubo, de acuerdo con la opinión de algunos usuarios convenía sustituirla por una pieza hecha de madera, por lo que se diseñó la pieza que ahora llamamos "El ojo".

En cualquier caso, un poco para cumplir en parte con un elemento de la definición de la bomba que nos dió Agustín, "...construida con productos renovables al alcance de todos...", ha sido necesario desarrollar técnicas apropiadas para fabricar los elementos de la bomba bajo las condiciones que se presentan en el área rural, por ejemplo, el desarrollo de moldes para fabricar el embudo y las campanas de cemento. Otro caso importante en tal sentido, son los propios empaques. Como ya se anotó, de la calidad de los empaques depende la cantidad de agua que puede aprovecharse o desperdiciarse; y la calidad de los empaques se refiere a que tanto los mismos tienen las formas y tamaños definidos para el caso. Dado este hecho, se ha desarrollado un sistema de torno manual para lograr que los empaques queden bien contruidos.

Parte de las experiencias logradas en TPS, permite entender que la tecnología esta en un estado en el que aún pueden hacerse desarrollos importantes que mejoren el funcionamiento, las características y el costo de la bomba, pero por otra parte, también se han dado experiencias que permiten apreciar el grado de aceptación de la tecnología por parte de la gente.

Entre las personas que a diario visitan el TPS, en fechas recientes llegó un vecino del cercano municipio de Patzún, quien luego de ver y probar la bomba del centro, rápidamente determinó que esta era el tipo de tecnología que se requería en su comunidad para ayudarlos en el esfuerzo diario que se hace para sacar el agua de los pozos, que por esa zona son algo profundos (20 metros). Entusiasmado con esta posibilidad, tomo sus notas y medidas, pregunto a los técnicos los detalles que no quedaban claros, y marchó decidido a construir su propia bomba.

Con motivo de escribir este manual tuvimos que visitarlo cuando se suponía que la bomba tendría unos 6 meses de haberla instalado. En primer lugar, nos sorprendimos, porque en palabras de las mujeres de la casa, la bomba esta funcionando muy bien, ellas nos hicieron una demostración para que no quedaran dudas. En segundo lugar, nos sorprendió ver en la casa un torno manual, construido formalmente para fabricar empaques. La señora nos contó que los vecinos de la aldea y otras aldeas cercanas estaban muy interesados en obtener su propia bomba y que al momento ya habían sido construidas diez en otras casas.

La experiencia mencionada obliga a reflexionar en el sistema de difusión de las tecnologías, que aunque en este caso concreto parece que todo va sin problemas, la experiencia en otros campos apunta a que la persona que va a difundir una tecnología de este tipo debe antes participar en un proceso de capacitación en la magnitud y profundidad que garantice que no se producirán problemas. Por el otro lado, esta bomba ha funcionado bien durante un período de seis meses, obteniendo un promedio de 300 litros diarios (la familia utiliza una parte del agua para el riego de una hortaliza) y la familia se ha acostumbrado a ella sin ningún problema. Esto último puede considerarse como una experiencia que indica el potencial de la bomba.

6.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Con lo escrito anteriormente, se puede resumir algunas de las ventajas más evidentes de la bomba de lazo. Es una bomba de relativo bajo costo, que emplea materiales de la localidad y que no requiere un trabajo de especialistas. En cuanto a su funcionamiento, los propietarios de la unidad se sienten satisfechos y conformes con los resultados obtenidos por su inversión económica.

Durante las mediciones efectuadas se pudo establecer que para una persona que no tiene experiencia, el trabajo de extraer una tinaja (17.7 litros) desde unos 20 metros puede resultar un trabajo agotador; sin embargo, personas que han adquirido experiencia estan de acuerdo en que el trabajo es más sencillo y menos pesado que el sistema utilizado tradicionalmente y el cual consiste en subir el agua en cubetas amarradas con un lazo y con ayuda de una garrucha o polea.

Una ventaja importante es que la bomba puede ser construida con materiales locales, y en el caso de ser necesario, pueden efectuarse reparaciones cuando sea necesario.

La vida útil de la bomba es un aspecto que no pudo establecerse claramente, las experiencias de Guatemala no son suficientes y de la magnitud necesaria para predecir la vida útil de la unidad. Todo lleva a pensar que la parte más susceptible al desgaste y deterioro es el lazo con empaques.

7 PROCESO DE FABRICACION DE LA BOMBA DE LAZO

7.1 LA RUEDA

Hay muchas modalidades de construir la rueda y está muy bien hacerla con los materiales que se encuentren a mano en cada caso. En este documento se va a describir la rueda construida por el equipo del TPS, que es sencilla y ha dado buenos resultados.

La rueda se fabrica con una cruz de madera hecha de reglas de 3" x 2" que son clavadas entre si. Cada punta de la regla lleva un saque de 1" de ancho y 1" de profundidad en el cual quedan prensados dos costados (cachetes) de una llanta usada de carro cortada con tal propósito.

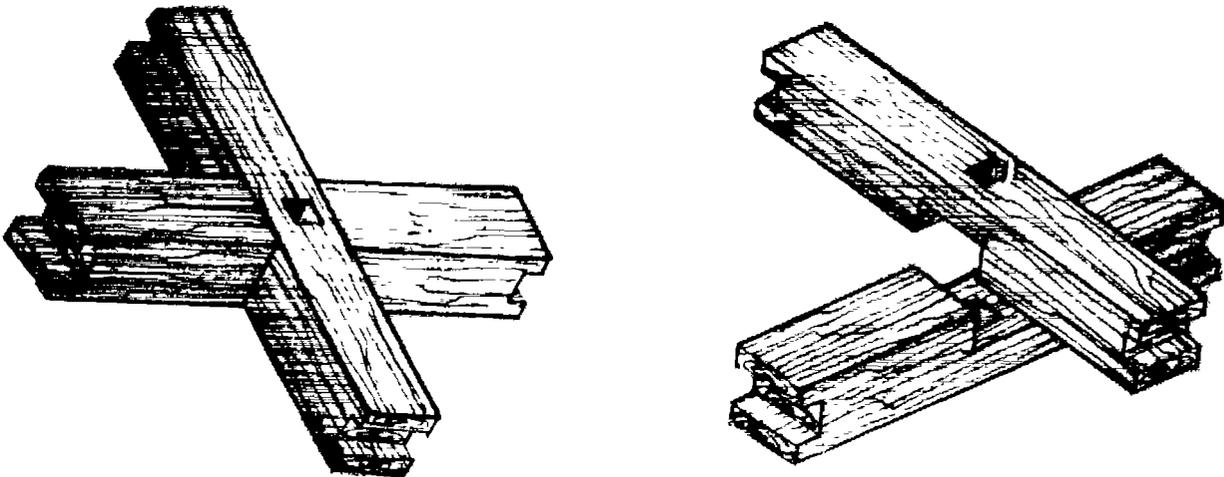


Figura No. 19. Cruz de madera usada para fabricar la rueda

La cruz de madera se construye tomando en cuenta el tamaño interior de la llanta que se consiga para hacer la rueda. Se recomienda que el largo de la cruz sea por lo menos dos pulgadas mayor que el tamaño de la llanta, de manera que quede espacio (una pulgada de cada lado) para sujetar bien las partes de la llanta con la madera.

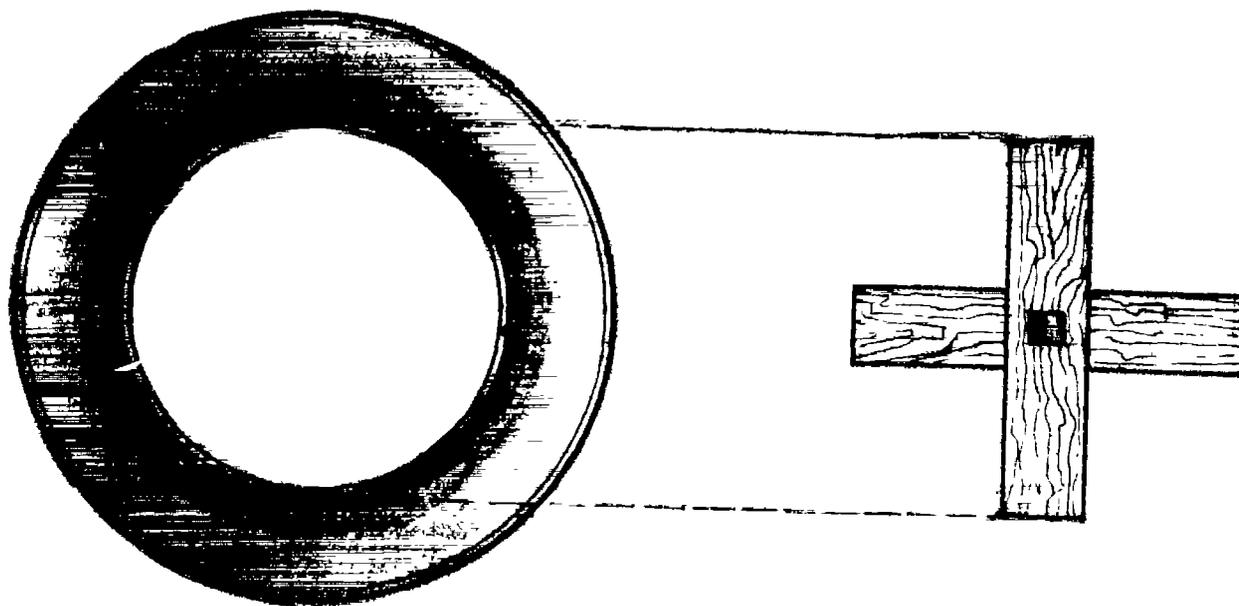


Figura No. 20. La cruz de madera debe ser mayor que el tamaño de la llanta

Debe conseguirse una llanta usada, del tipo que no tiene alambres (llanta corriente). Debe preferirse la llanta de tamaño mediano, la que no es tan grande ni muy pequeña, como la que usan los pick up pequeños ("rin" 14). Una llanta de mayor tamaño podría ser mejor cuando se trata de pozos muy profundos. Con un machete o cuchillo con filo debe cortarse la llanta tratando de que los costados o cachetes queden lo mejor posible.

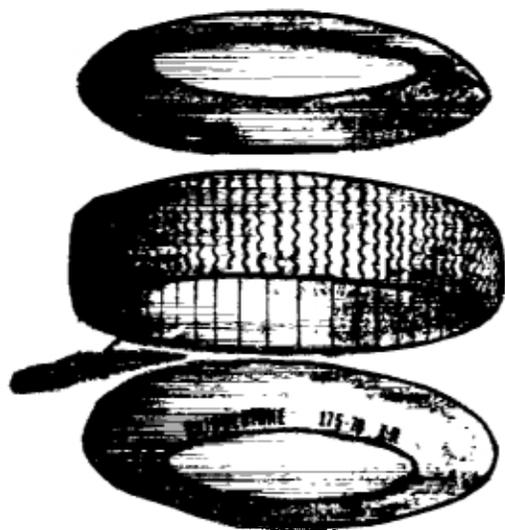
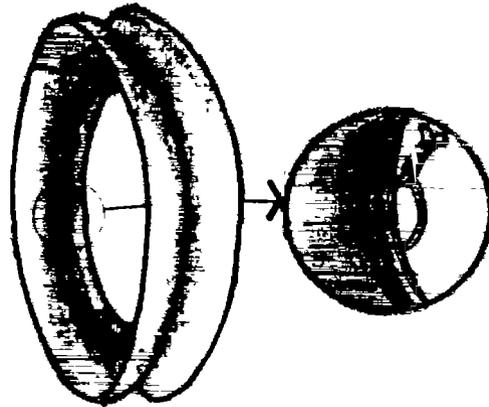


Figura No. 21 Corte de los costado de una llanta.

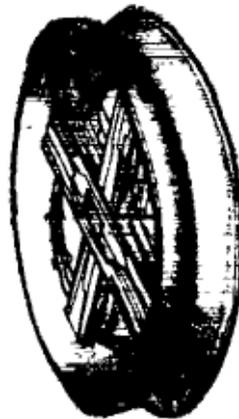
Una vez se cuenta con los costados de la llanta se recomienda colocarlos abiertos hacia afuera, o sea invertidos y unirlos con alambre de amarre en la orilla de adentro.

Figura No. 22.
Costados de la llanta unidos entre sí con alambre y listos para ser colocados en la cruz.



Se montan las partes de la llanta en la cruz cuidando que coincida con los desgastes hechos en los extremos. Para lograr una agarre fuerte se aseguran las partes con clavos.

Figura 23. La rueda se forma con la unión de las partes de la llanta y la cruz de madera.



El eje puede ser construido de madera o con tubo de hierro. En el primer caso, la regla de 1 1/2 x 1 1/2 pulgadas debe ajustarse con el agujero cuadrado hecho a propósito en el centro de la rueda. Las partes del eje que hacen contacto con los cargadores (parte de arriba de los "burritos") deberán redondearse. Para prevenir el desgaste del eje por el rozamiento con los cargadores se recomienda evitar el contacto de la madera directamente con el cemento. Una manera de hacerlo es que las paredes del canal en donde estará girando el eje de madera este recubiertos de un pedazo de cuero bien engrasado o colocar un pedaso de tubo de PVC.

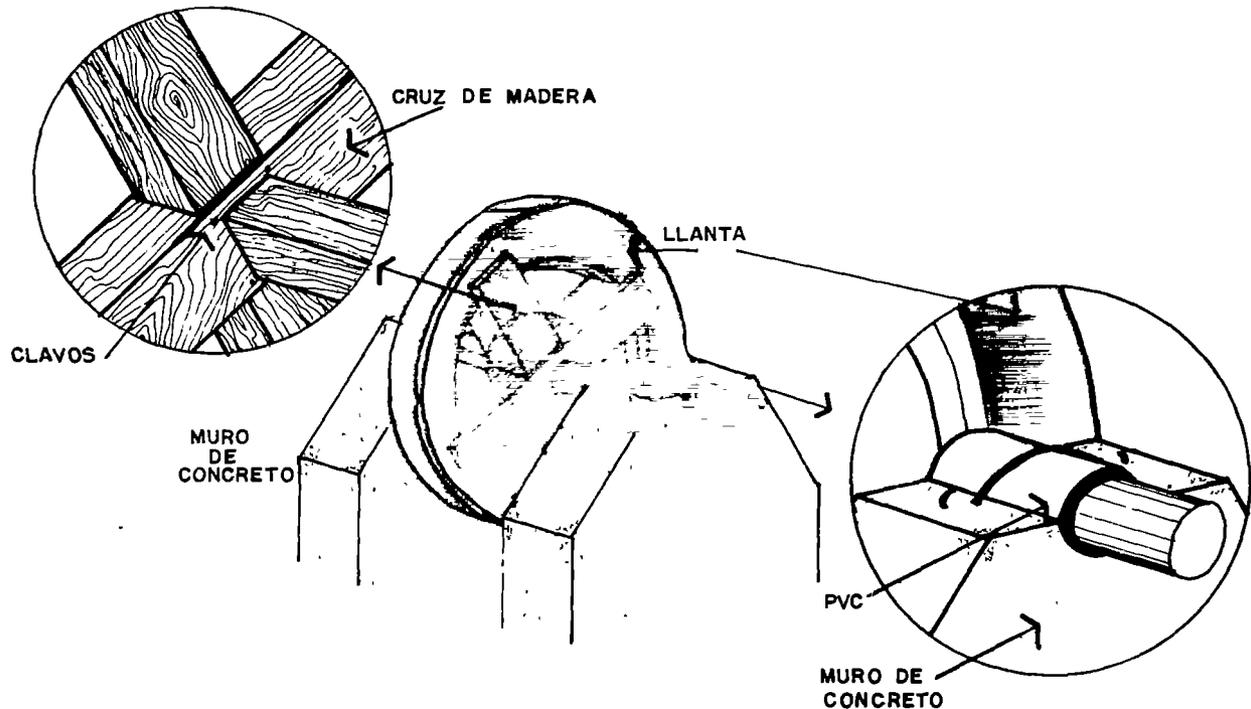


Figura No. 24 Forma como queda la rueda con el eje de madera ensamblado y apoyado en los burros respectivos.

En el caso que se prefiera colocar un eje hecho con tubo de hierro, el agujero en la rueda deberá hacerse redondo, del tamaño del tubo y unirse a la rueda con un sistema de pasador. En este caso, se prefiere dejar empotrado, en los soportes del burro, en el lugar en donde estará el eje, un pedazo de tubo de PVC, un poquito más grande que el tamaño exterior del tubo y que servirá para reducir el desgaste.

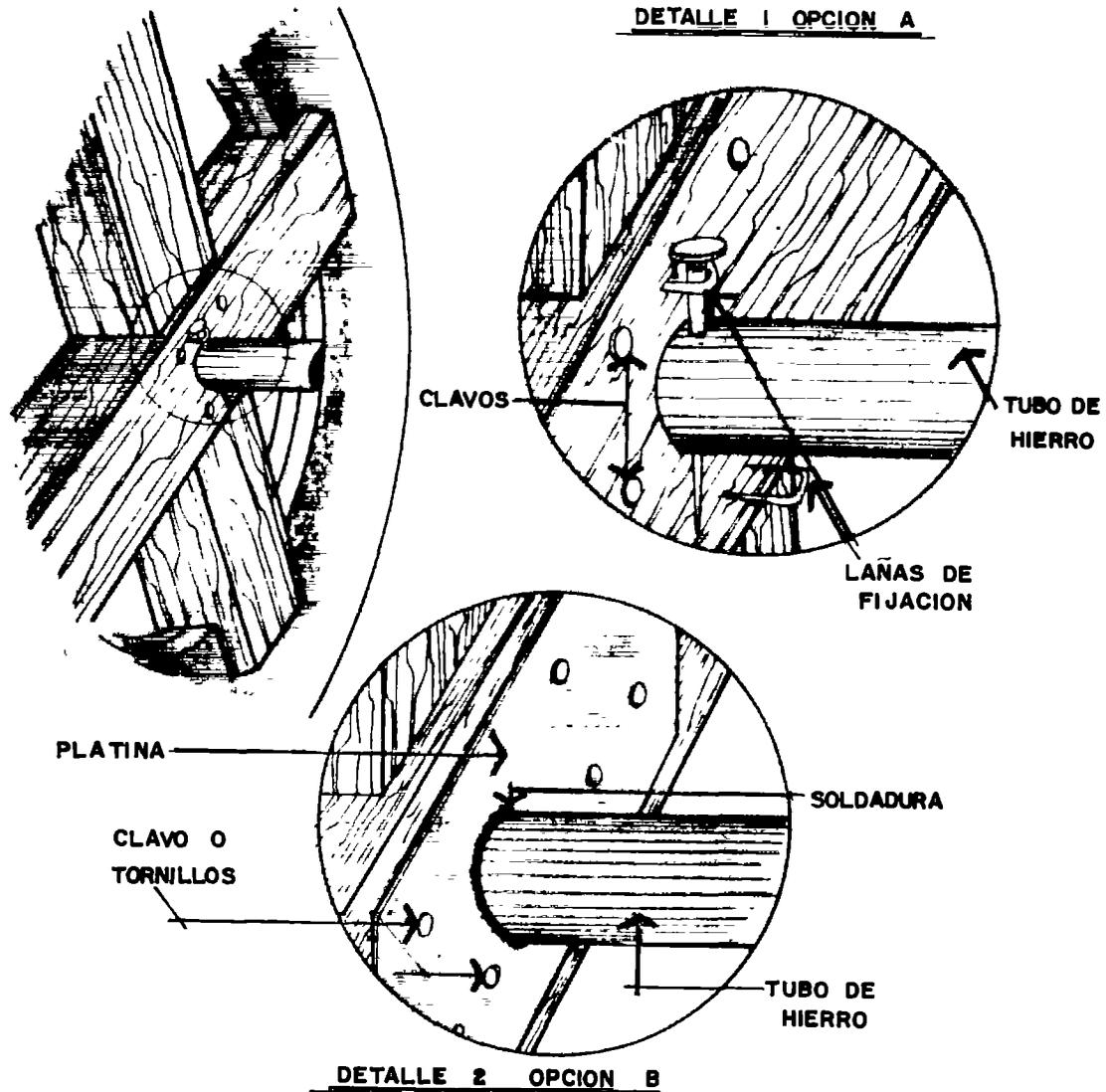


Figura No. 25. Rueda de la bomba conectada a un eje construido de tubo de hierro

7.2 LOS EMPAQUES

Esta es la parte de la bomba que resulta más complicada de construir debido a que se requiere que los empaques queden bien ajustados a las medidas y la forma que se necesita. Las medidas más importantes en los empaques son:

- (a) El grueso del empaque en su parte más ancha, tiene que ser un poco menor que el tamaño por dentro, del tubo que se va a utilizar, y
- (b) El tamaño del agujero del centro del empaque, debe ser sólo lo suficientemente grande para que entre el lazo, no esta bien permitir que el lazo quede flojo.

Lo primero que se necesita es obtener la madera en reglas, un poco más grandes del tamaño que se construirán los empaques. La madera debe estar de preferencia seca y debe seleccionarse de la mejor calidad y sin defectos (quebraduras, nudos, torceduras, etc.). La madera deberá tornearse para obtener una sólo pieza redonda, con el grueso de los empaques. El torneado puede hacerse en cualquier torno para madera, sin embargo, como estos son escasos, en el CCM se ha previsto la utilización de un torno tradicional simple, el cual es movido en forma manual y puede construirse sin mucha dificultad en el campo.

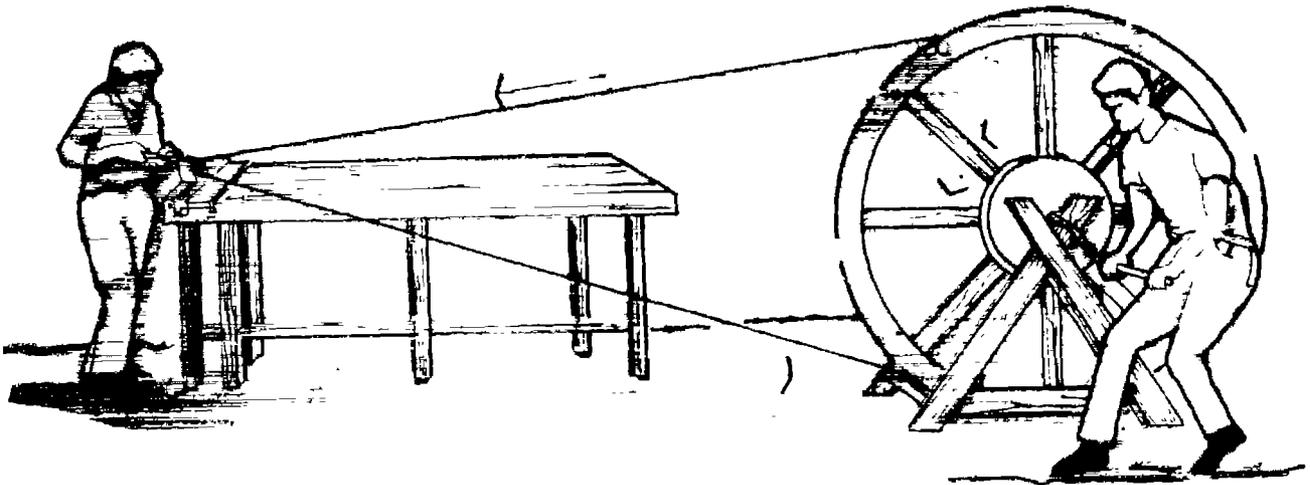


Figura No. 26. Torneado de la madera para la fabricación de los empaques

Una vez que la madera tiene el grueso deseado, se marca a lo largo el tamaño de los empaques y se hacen los talles respectivos para que cada empaque quede bien definido. En cuanto al largo del empaque (1) en todos los casos se recomienda $3/4$ de pulgada (aproximadamente 2 centímetros). En esta medida no importa ser muy exactos.

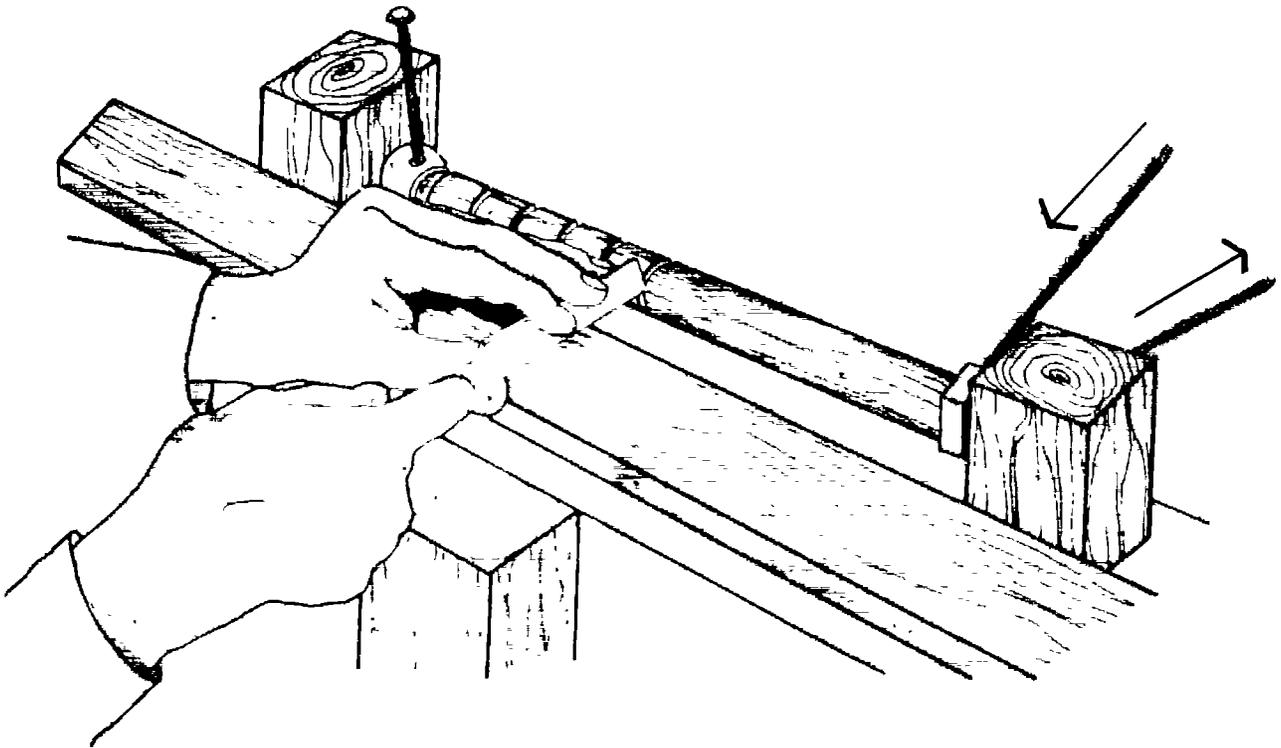


Figura No. 27. Torneado de los empaques.

Al concluir el torneado, se separa con un serrucho cada uno de los empaques. Los empaques cortados se colocan en forma vertical y se procede a la perforación de los agujeros en el centro. Esta operación es mejor hacerla con una barreno eléctrico utilizando una broca de diámetro bastante cercano al diámetro real del lazo a utilizar. En cuanto al tamaño del agujero (d) en el empaque, debe hacerse a la medida del lazo disponible en el mercado, la cual es de $5/32$ " (4 milímetros); sin embargo, en cada

caso debe cuidarse hacer el agujero del tamaño real del lazo que se consiga. Entre más ajustado queda el lazo mejor va a funcionar la bomba.

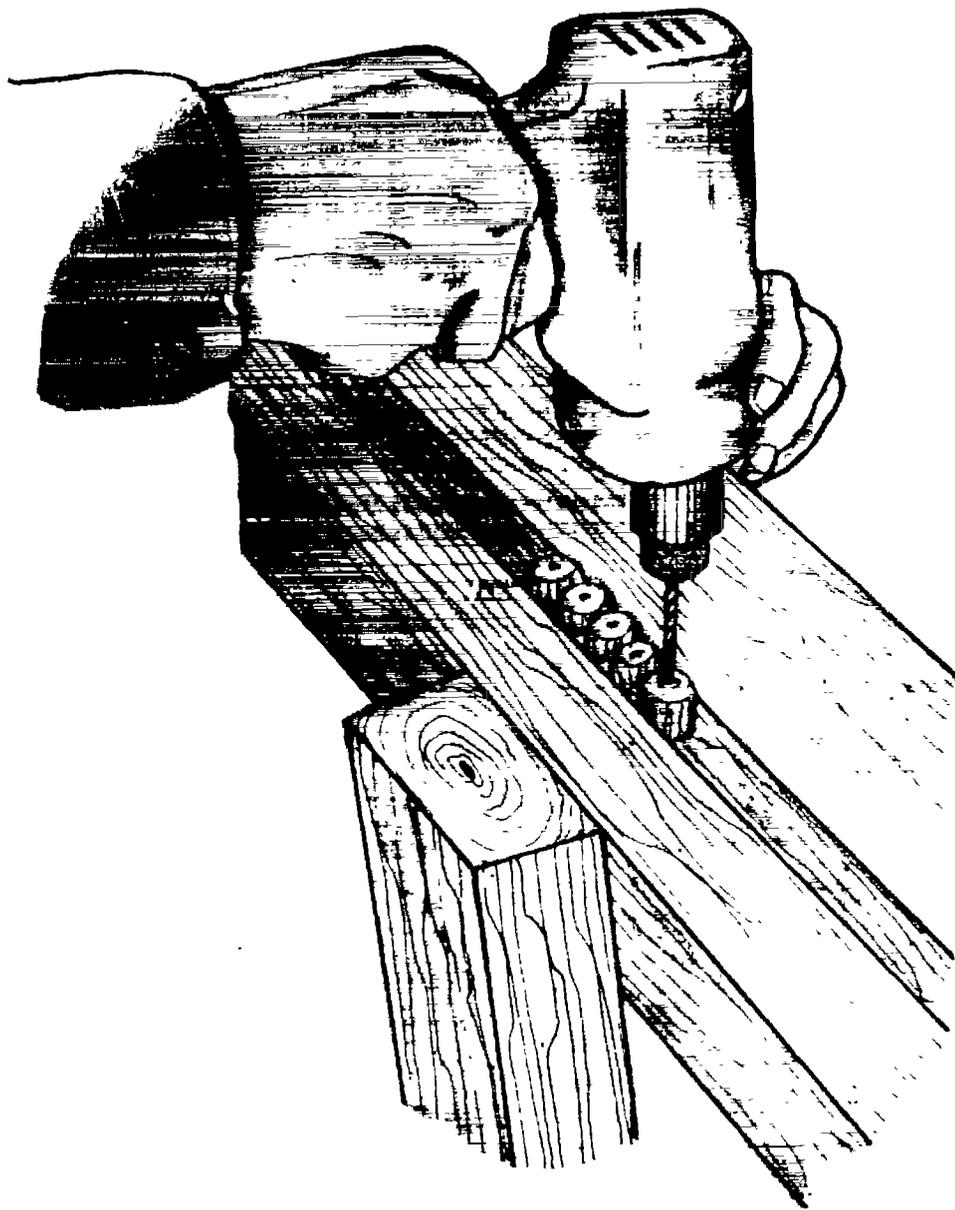


Figura No. 28. Separación de empaques y perforación de agujeros.

En cuanto al ancho, se recomienda que el empaque sea un poco más pequeño que la medida real del tubo, $3/64$ de pulgada más pequeño (aproximadamente 1 milímetro), debido a que el mismo aumenta un poco de tamaño debido a agua. En la tabla siguiente se muestran los gruesos del empaque (g) calculado para los diferentes tamaños de tubería.

Cuadro No. 7. Diámetro del empaque en los distintos tamaños de tubería

TUBERIA PULGADAS	DIAMETRO PULGADAS		DIAMETRO CENTIMETROS	
	REAL TUBERIA	EMPAQUES	REAL TUBERIA	EMPAQUES
1	1 3/16	1 9/64	3.0	2.9
3/4	29/32	55/64	2.3	2.2
1/2	5/8	37/64	1.6	1.5

Otra medida del empaque, que debe tomarse en cuenta, es la parte del mismo que esta en contacto con el tubo. La forma del empaque es la de un tubito (cilindro) con los dos extremos redondeados, de tal manera, que siempre existe una parte recta del empaque que esta en contacto con la pared del tubo. Si esta parte es muy grande, el trabajo de sacar el agua va a ser más pesado porque la parte del empaque que toca al tubo va a frenar un poco el movimiento, por otro lado, si ésta parte es muy angosta, se va a desgastar muy rápidamente (debido al desgaste natural de la madera al frotarse con el tubo y las campanas), y entonces, rápidamente la bomba va a dejar escapar mucha agua. En la figura siguiente se muestran los diferentes tamaños de los empaques.

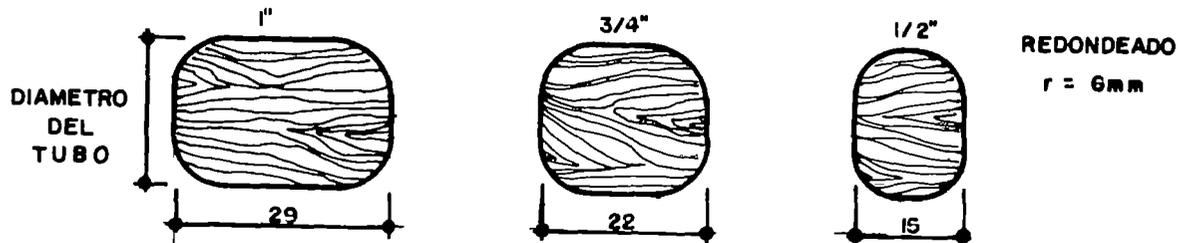


Figura No. 29. Empaques de la bomba para tres tamaños diferentes de tubería. Están dibujados en la forma y tamaño real.

Al estar fabricados los empaques deben colocarse en el lazo. Los empaques guardan su posición debido a que se le hace al lazo dos nudos, uno antes, luego de lo cual se coloca el empaque y otro nudo después. A una distancia de cuarenticinco (45) centímetros, para que tomando en cuenta el estiramiento del lazo, ya en operación quede en cincuenta centímetros (50) se hace de nuevo la misma operación y se repite sucesivamente hasta lograr hacerle nudos a todo el lazo que se necesita.

Para establecer la cantidad de lazo que se necesita, debe tomarse en cuenta la profundidad a donde el lazo va a llegar dentro del pozo (debe calcularse que el lazo quede a 60 centímetros o 24 pulgadas abajo del nivel del agua), y la altura a donde va a subir (encima de la rueda). Esta distancia se duplica, por la subida y la bajada del lazo. La distancia en metros que se obtiene debe multiplicarse por 1.14 ya que debido a los nudos, se necesita 1.14 metros de lazo para lograr 1 metro de lazo con los empaques ya puestos.

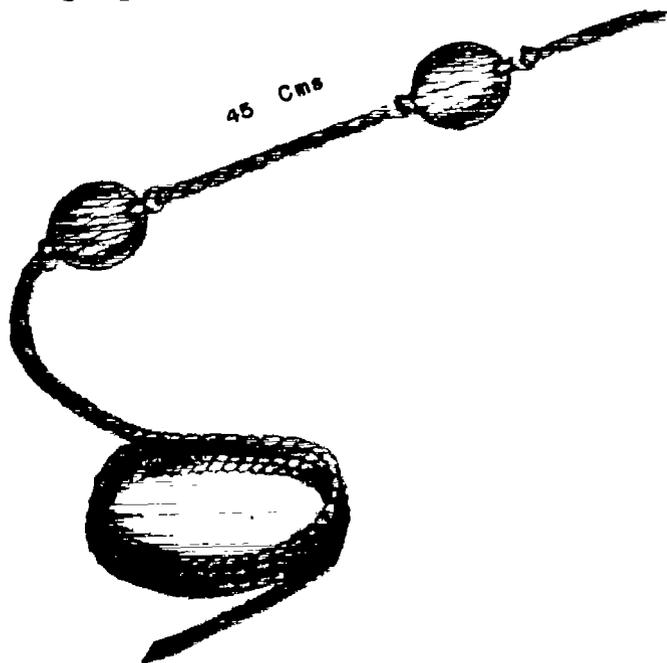


Figura No. 30. Armando el lazo con los empaques correspondientes.

7.3 LOS ACOPLEROS DE CONCRETO

Las partes de concreto que deben fabricarse son: el embudo y la campana. Ambos pueden hacerse moldeando una mezcla de 1 parte de cemento y dos de arena, sobre un molde hecho, a propósito, de barro. Cada una de estas piezas se funden dejando dentro de ellas un pedazo del tubo de PVC de la misma medida que se utilizará en la bomba.

El pedazo de tubo que se va a emplear debe ser deformado a manera que la parte que va dentro del concreto tenga la forma de un embudo. En la figura siguiente se muestra el trabajo a hacer con el tubo.

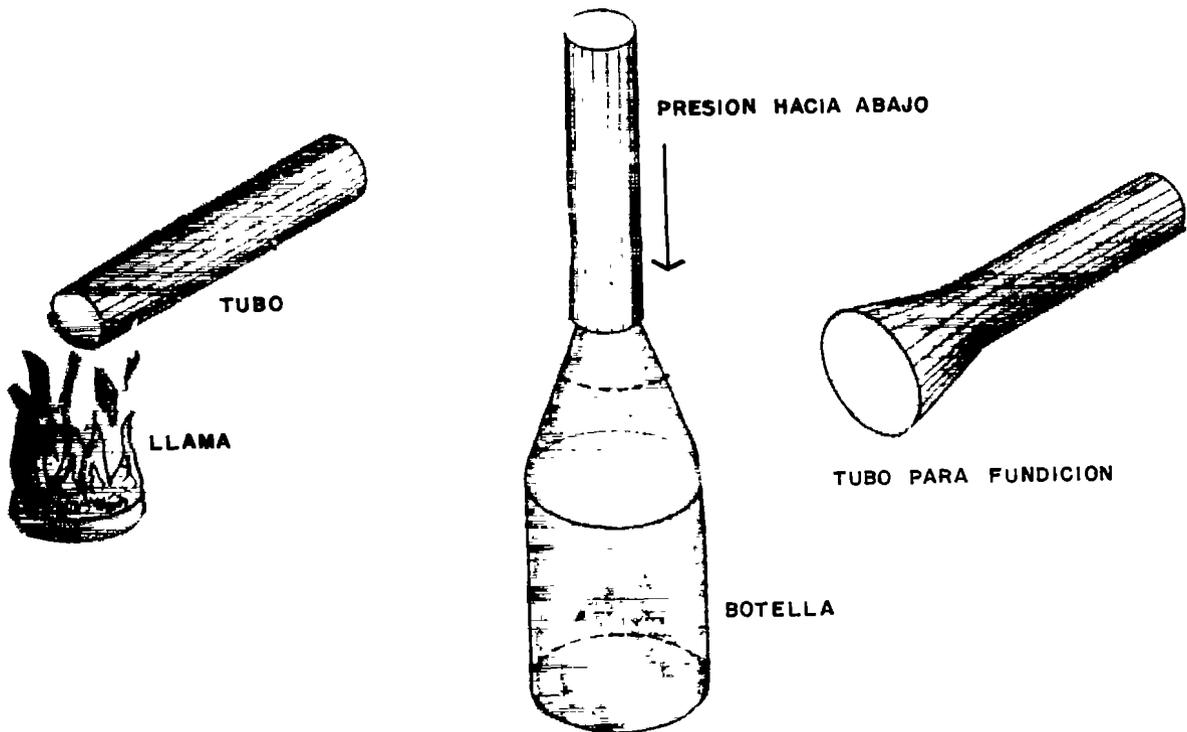


Figura No. 31. Forma que debe dársele al pedazo de tubo de PVC que se utilizará para hacer la campana y el embudo.

La fundición se hace en moldes hechos especialmente para el caso. La experiencia del CCM es que los moldes hechos de barro funcionan bien para hacer las piezas de una bomba. Cuando es el caso de hacer piezas para varias bombas, es mejor fabricar contramoldes del propio cemento. En las figuras a continuación se muestra la forma de fundir la campana y el embudo.

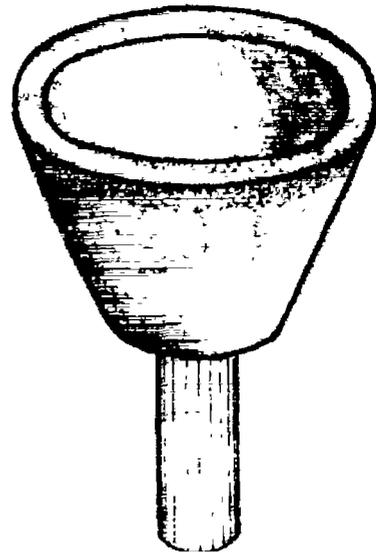
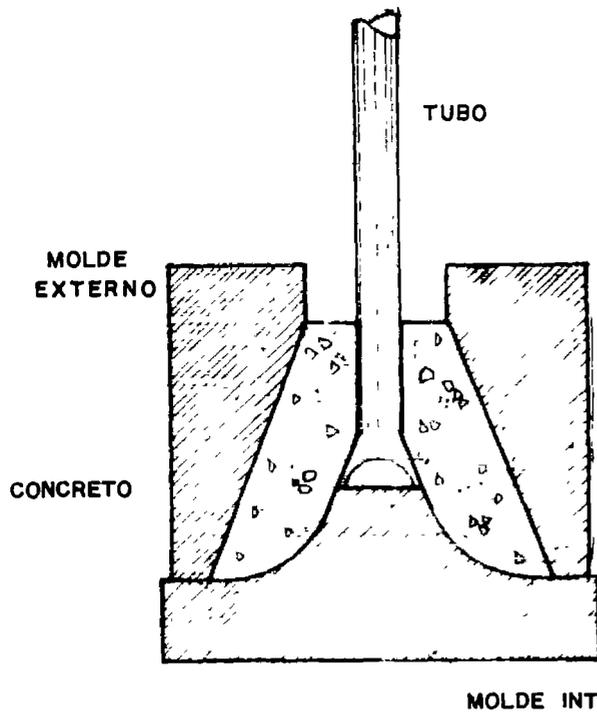


Figura No. 32. Fundición de la campana.

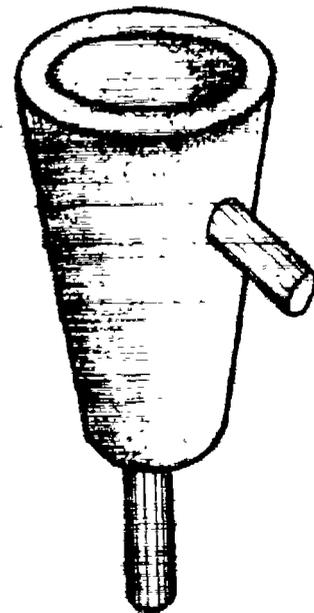
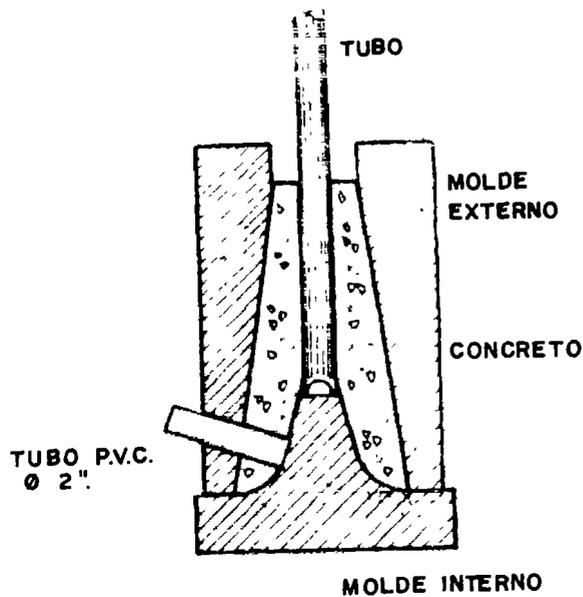


Figura No. 33. Fundición del embudo

8 COSTOS Y RENTABILIDAD DE LA BOMBA DE LAZO

(1 US\$ = 5 QETZALES)

<u>MEDIO METRO DE LAZO CON EMPAQUES PARA USAR EN TUBO DE 1"</u>		COSTOS DE FABRICACION			BENEFICIO PARA FABRICANTE 30%	TOTAL
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	días-trab. material	valor unitario Q.	costo/unidad Q.	Q.	
Tornear empaques	2 personas tornean 25 empaques en 1/2 día	1/25 día	15.00	0.60	0.18	0.78
Broquear empaques	1 personas broquea 50 empaques en 1 día	1/50 día	15.00	0.30	0.09	0.39
Fabricar empaques	1 pie de madera produce 15 empaques	1/15 pie	2.00	0.13	0.04	0.17
Lazo plástico	2/3 de yarda para 1/2 metro de lazo	2/3 yda	1.00	0.67	0.20	0.87
Arreglar lazo y emp.	1 persona arregla 8 metros/hora	1/128 día	15.00	0.12	0.04	0.16

TOTAL POR 1/2 METRO DE LAZO (incluye lazo, y empaques) Q 2.37

Cuadro No. 8. Distribución de costos de mano de obra y materiales para fabricar lazo con empaques para 1".

<u>MEDIO METRO DE LAZO CON EMPAQUES PARA USAR EN TUBO DE 3/4"</u>		COSTOS DE FABRICACION			BENEFICIO PARA FABRICANTE 30%	TOTAL
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	días-trab. material	valor unitario Q.	costo/unidad Q.	Q.	
Tornear empaques	2 personas tornean 30 empaques en 1/2 día	1/30 día	15.00	0.50	0.15	0.65
Broquear empaques	1 personas broquea 50 empaques en 1 día	1/50 día	15.00	0.30	0.09	0.39
Fabricar empaques	1 pie de madera produce 20 empaques	1/20 pie	2.00	0.10	0.03	0.13
Lazo plástico	2/3 de yarda para 1/2 metro de lazo	2/3 yda	1.00	0.67	0.20	0.87
Arreglar lazo y emp.	1 persona arregla 6 metros/hora	1/96 día	15.00	0.16	0.05	0.21

TOTAL POR 1/2 METRO DE LAZO (incluye lazo, y empaques) Q 2.25

Cuadro No. 9. Distribución de costos de mano de obra y materiales para fabricar el lazo con empaques para 3/4"

<u>MEDIO METRO DE LAZO CON EMPAQUES PARA USAR EN TUBO DE 1/2"</u>		COSTOS DE FABRICACION			BENEFICIO PARA FABRICANTE 30%	TOTAL
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	días-trab. material	valor unitario q.	costo/unidad q.	q.	
Tornear empaques	2 personas tornean 40 empaques en 1/4 día	1/40 día	15.00	0.38	0.11	0.49
Broquear empaques	1 personas broquea 50 empaques en 1 día	1/50 día	15.00	0.30	0.09	0.39
Fabricar empaques	1 pie de madera produce 25 empaques	1/25 pie	2.00	0.08	0.02	0.10
Lazo plástico	2/3 de yarda para 1/2 metro de lazo	2/3 yda	1.00	0.67	0.20	0.87
Arreglar lazo y emp.	1 persona arregla 4 metros/hora	1/64 día	15.00	0.23	0.07	0.30

TOTAL POR 1/2 METRO DE LAZO (incluye lazo, y empaques) **Q 2.15**

Cuadro No. 10. Distribución de costos de mano de obra y materiales para fabricar el lazo con empaques para 1/2"

PARA 8 METROS DE PROFUNDIDAD

PARTE DE LA BOMBA	COSTOS DE FABRICACION-INSTALA			BENEFICIOS Y MANEJO		
	días-trab material	valor un tario q	costo/par q.	%	q.	TOTAL
LAZO, EMPAQUES Y TUBO					11.28	168.02
-LAZO sobre plancha y bajo el agua (mtr)	7	5.18	36.26	0	0	36.26
-LAZO 2 veces profundidad del pozo (mtr)	16	5.18	82.88	0	0	82.88
-TUBO tubo PVC 1" (metros)	8	4.70	37.60	30	11.28	48.88
PLANCHA Y TAPADERA					1.62	29.47
-PLANCHA 1 metro diametro	1	22.44	22.44	0	0	22.44
-TAPADERA fundición (1/20 de día)	.05	15	.75	30	.23	.98
-TAPADERA cemento (libras)	9	.14	1.26	30	.38	1.64
-TAPADERA malla (pie ²)	2	1.70	3.40	30	1.02	4.42
CANDELA Y CAMPANAS					5.98	25.92
-CANDELA fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CANDELA cemento (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CANDELA tubo PVC, blanco, de 1" (pies)	2	1.41	2.82	30	.85	3.67
-CANDELA tubo PVC, naranja, de 2" (pies)	2	2.44	4.88	30	1.46	6.34
-CAMAPANA, 2 x fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CAMPANA, Cemento [para 2] (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CAMPANA, tubo fundido 1½"(pies)	1	2.50	2.50	30	.75	3.25
OJO					2.21	9.56
-hechura (día-hombre)	.50	15	6.25	30	1.88	8.13
-madera (pie tablar)	.60	2	.60	30	.18	.78
-tubo (pie)	.50	1.41	.50	30	.15	.65
RUEDA					7.34	41.79
-hechura, (día-hombre)	1	15	15	30	4.50	19.50
-cruz madera 2 de 2"x2"x1½" (pies tab)	1	1.75	1.75	30	.53	2.28
-manecilla, 1 de 2"x2"x2" (pies tab)	.67	1.75	1.17	30	.35	1.52
-eje, 1 de 2"x2"x4" (pies tab)	1.33	1.75	2.33	30	.70	3.03
-tubos, PVC de 1½" (naranja)	2	1.75	3.50	30	1.05	4.55
-tubo manecilla, PVC de 1", (pies)	.50	1.41	.71	30	.21	.92
-llanta usada	1	10	10	0	0	10
BURRO					27.02	117.10
-hechura, (días-instructor)	2	15	30	30	9	39
-hechura, (días-ayudante)	2	10	20	30	6	26
-block [15x20x40] (unidad)	8	.96	7.68	30	2.30	9.98
-varilla 7/32" (metro)	6	.65	3.90	30	1.17	5.07
-cemento para mezcla y repello (qq)	1	13.50	13.50	30	4.05	17.55
-arena para mezcla y repello (costales)	3	5	15	30	4.50	19.50
Sub-total					55.46	391.87
transporte y otros (10%)					5.55	39.19
T O T A L					61.00	431.06

PARA 12 METROS DE PROFUNDIDAD

PARTE DE LA BOMBA	COSTOS DE FABRICACION-INSTALACION			BENEFICIOS Y MANEJO PARA EL FABRICANTE		
	días-trab material	valor unitario Q	costo/par Q.	%	Q.	TOTAL
LAZO, EMPAQUES Y TUBO					<u>13.82</u>	<u>199.40</u>
-LAZO sobre plancha y bajo el agua (mtr)	7	4.50	31.50	0	0	31.50
-LAZO 2 veces profundidad del pozo (mtr)	24	4.50	108	0	0	108
-TUBO tubo PVC 3/4" (metros)	12	3.84	46.08	30	13.82	59.90
PLANCHA Y TAPADERA					<u>1.62</u>	<u>29.47</u>
-PLANCHA 1 metro diámetro	1	22.44	22.44	0	0	22.44
-TAPADERA fundición (1/20 de día)	.05	15	.75	30	.23	.98
-TAPADERA cemento (libras)	9	.14	1.26	30	.38	1.64
-TAPADERA malla (pie²)	2	1.70	3.40	30	1.02	4.42
CANDELA Y CAMPANAS					<u>5.42</u>	<u>23.49</u>
-CANDELA fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CANDELA cemento (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CANDELA tubo PVC, blanco, de 3/4" (pies)	2	1.15	2.30	30	.69	2.99
-CANDELA tubo PVC, naranja, de 2" (pies)	2	2.44	4.88	30	1.46	6.34
-CAMPANA, 2 x fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CAMPANA, Cemento [para 2] (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CAMPANA, tubo fundido (pies)	1	1.15	1.15	30	.35	1.50
OJO					<u>2.21</u>	<u>9.56</u>
-hechura (día-hombre)	.50	15	6.25	30	1.88	8.13
-madera (pie tablar)	.60	2	.60	30	.18	.78
-tubo (pie)	.50	1.15	.50	30	.15	.65
RUEDA					<u>7.34</u>	<u>41.79</u>
-hechura, (día-hombre)	1	15	15	30	4.50	19.50
-cruz madera 2 de 2"x2"x1½" (pies tab)	1	1.75	1.75	30	.53	2.28
-manecilla, 1 de 2"x2"x2" (pies tab)	.67	1.75	1.17	30	.35	1.52
-eje, 1 de 2"x2"x4" (pies tab)	1.33	1.75	2.33	30	.70	3.03
-tubos, PVC de 1½" (naranja)	2	1.75	3.50	30	1.05	4.55
-tubo manecilla, PVC de 1", (pies)	.50	1.41	.71	30	.21	.92
-llanta usada	1	10	10	0	0	10
BURRO					<u>27.02</u>	<u>117.10</u>
-hechura, (días-instructor)	2	15	30	30	9	39
-hechura, (días-ayudante)	2	10	20	30	6	26
-block [15x20x40] (unidad)	8	.96	7.68	30	2.30	9.98
-varilla 7/32" (metro)	6	.65	3.90	30	1.17	5.07
-cemento para mezcla y repello (qq)	1	13.50	13.50	30	4.05	17.55
-arena para mezcla y repello (costales)	3	5	15	30	4.50	19.50
Sub-total					57.44	420.82
transporte y otros (10%)					5.74	42.08
T O T A L					63.18	462.91

PARA 16 METROS DE PROFUNDIDAD

PARTE DE LA BOMBA	COSTOS DE FABRICACION-INSTALACION			BENEFICIOS Y MANEJO PARA EL FABRICANTE		
	dfas-trab	valor un	costo/par	%	q.	TOTAL
	material	tario q	q.			
LAZO, EMPAQUES Y TUBO					18.43	255.37
-LAZO sobre plancha y bajo el agua (mtr)	7	4.50	31.50	0	0	31.50
-LAZO 2 veces profundidad del pozo (mtr)	32	4.50	144	0	0	144
-TUBO tubo PVC 3/4" (metros)	16	3.84	61.44	30	18.43	79.87
PLANCHA Y TAPADERA					1.62	29.47
-PLANCHA 1 metro diámetro	1	22.44	22.44	0	0	22.44
-TAPADERA fundición (1/20 de día)	.05	15	.75	30	.23	.98
-TAPADERA cemento (libras)	9	.14	1.26	30	.38	1.64
-TAPADERA malla (pie²)	2	1.70	3.40	30	1.02	4.42
CANDELA Y CAMPANAS					6.23	27.00
-CANDELA fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CANDELA cemento (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CANDELA tubo PVC, blanco, de 1½" (pies)	2	2.50	5	30	1.50	6.50
-CANDELA tubo PVC, naranja, de 2" (pies)	2	2.44	4.88	30	1.46	6.34
-CAMPANA, 2 x fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CAMPANA, Cemento [para 2] (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CAMPANA, tubo fundido (pies)	1	1.15	1.15	30	.35	1.50
OJO					2.21	9.56
-hechura (día-hombre)	.50	15	6.25	30	1.88	8.13
-madera (pie tablar)	.60	2	.60	30	.18	.78
-tubo (pie)	.50	1.15	.50	30	.15	.65
RUEDA					7.34	41.79
-hechura, (día-hombre)	1	15	15	30	4.50	19.50
-cruz madera 2 de 2"x2"x1½" (pies tab)	1	1.75	1.75	30	.53	2.28
-manecilla, 1 de 2"x2"x2" (pies tab)	.67	1.75	1.17	30	.35	1.52
-eje, 1 de 2"x2"x4" (pies tab)	1.33	1.75	2.33	30	.70	3.03
-tubos, PVC de 1½" (naranja)	2	1.75	3.50	30	1.05	4.55
-tubo manecilla, PVC de 1", (pies)	.50	1.41	.71	30	.21	.92
-llanta usada	1	10	10	0	0	10
BURRO					27.02	117.10
-hechura, (dfas-instructor)	2	15	30	30	9	39
-hechura, (dfas-ayudante)	2	10	20	30	6	26
-block [15x20x40] (unidad)	8	.96	7.68	30	2.30	9.98
-varilla 7/32" (metro)	6	.65	3.90	30	1.17	5.07
-cemento para mezcla y repello (qq)	1	13.50	13.50	30	4.05	17.55
-arena para mezcla y repello (costales)	3	5	15	30	4.50	19.50
Sub-total					62.86	480.30
transporte y otros (10%)					6.29	48.03
T O T A L					69.14	528.33

PARA 20 METROS DE PROFUNDIDAD

PARTE DE LA BOMBA	COSTOS DE FABRICACION-INSTALACION			BENEFICIOS Y MANEJO PARA EL FABRICANTE		
	días-trab material	valor unitario Q	costo/par Q.	%	Q.	TOTAL
LAZO, EMPAQUES Y TUBO					<u>18.18</u>	<u>280.88</u>
-LAZO sobre plancha y bajo el agua (mtr)	7	4.30	30.10	0	0	30.10
-LAZO 2 veces profundidad del pozo (mtr)	40	4.30	172	0	0	172
-TUBO tubo PVC 1/2" (metros)	20	3.03	60.60	30	18.18	78.78
PLANCHA Y TAPADERA					<u>1.62</u>	<u>29.47</u>
-PLANCHA 1 metro diámetro	1	22.44	22.44	0	0	22.44
-TAPADERA fundición (1/20 de día)	.05	15	.75	30	.23	.98
-TAPADERA cemento (libras)	9	.14	1.26	30	.38	1.64
-TAPADERA malla (pie²)	2	1.70	3.40	30	1.02	4.42
CANDELA Y CAMPANAS					<u>6.23</u>	<u>27.00</u>
-CANDELA fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CANDELA cemento (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CANDELA tubo PVC, blanco, de 1½" (pies)	2	2.50	5	30	1.50	6.50
-CANDELA tubo PVC, naranja, de 2" (pies)	2	2.44	4.88	30	1.46	6.34
-CAMPANA, 2 x fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CAMPANA, Cemento [para 2] (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CAMPANA, tubo fundido (pies)	1	1.15	1.15	30	.35	1.50
OJO					<u>2.21</u>	<u>9.56</u>
-hechura (día-hombre)	.50	15	6.25	30	1.88	8.13
-madera (pie tablar)	.60	2	.60	30	.18	.78
-tubo (pie)	.50	1.15	.50	30	.15	.65
RUEDA					<u>7.34</u>	<u>41.79</u>
-hechura, (día-hombre)	1	15	15	30	4.50	19.50
-cruz madera 2 de 2"x2"x1½" (pies tab)	1	1.75	1.75	30	.53	2.28
-manecilla, 1 de 2"x2"x2" (pies tab)	.67	1.75	1.17	30	.35	1.52
-eje, 1 de 2"x2"x4" (pies tab)	1	3.33	2.33	30	.70	3.03
-tubos, PVC de 1½" (naranja)	2	1.75	3.50	30	1.05	4.55
-tubo manecilla, PVC de 1", (pies)	.50	1.41	.71	30	.21	.92
-llanta usada	1	10	10	0	0	10
BURRO					<u>27.02</u>	<u>117.10</u>
-hechura, (días-instructor)	2	15	30	30	9	39
-hechura, (días-ayudante)	2	10	20	30	6	26
-block [15x20x40] (unidad)	8	.96	7.68	30	2.30	9.98
-varilla 7/32" (metro)	6	.65	3.90	30	1.17	5.07
-cemento para mezcla y repello (qq)	1	13.50	13.50	30	4.05	17.55
-arena para mezcla y repello (costales)	3	5	15	30	4.50	19.50
Sub-total					62.60	505.81
transporte y otros (10%)					6.26	50.58
T O T A L					68.86	556.39

PARA 24 METROS DE PROFUNDIDAD

PARTE DE LA BOMBA	COSTOS DE FABRICACION-INSTALACION			BENEFICIOS Y MANEJO PARA EL FABRICANTE		
	días-trab	valor un	costo/par	%	q.	TOTAL
	material	tario q	q.			
LAZO, EMPAQUES Y TUBO					43.63	425.57
-LAZO sobre plancha y bajo el agua (mtr)	7	4.30	30.10	0	0	30.10
-LAZO 2 veces profundidad del pozo (mtr)	48	4.30	206.40	0	0	206.40
-TUBO tubo PVC 1/2" (metros)	48	3.03	145.44	30	43.63	189.07
PLANCHA Y TAPADERA					1.62	29.47
-PLANCHA 1 metro diámetro	1	22.44	22.44	0	0	22.44
-TAPADERA fundición (1/20 de día)	.05	15	.75	30	.23	.98
-TAPADERA cemento (libras)	9	.14	1.26	30	.38	1.64
-TAPADERA malla (pie²)	2	1.70	3.40	30	1.02	4.42
CANDELA Y CAMPANAS					6.23	27.00
-CANDELA fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CANDELA cemento (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CANDELA tubo PVC, blanco, de 1½" (pies)	2	2.50	5	30	1.50	6.50
-CANDELA tubo PVC, naranja, de 2" (pies)	2	2.44	4.88	30	1.46	6.34
-CAMPANA, 2 x fundición (1/4 de día)	.25	15	3.75	30	1.13	4.88
-CAMPANA, Cemento [para 2] (libras)	8	.14	1.12	30	.34	1.46
-CAMPANA, tubo fundido (pies)	1	1.15	1.15	30	.35	1.50
OJO					2.21	9.56
-hechura (día-hombre)	.50	15	6.25	30	1.88	8.13
-madera (pie tablar)	.60	2	.60	30	.18	.78
-tubo (pie)	.50	1.15	.50	30	.15	.65
RUEDA					7.34	41.79
-hechura, (día-hombre)	1	15	15	30	4.50	19.50
-cruz madera 2 de 2"x2"x1½" (pies tab)	1	1.75	1.75	30	.53	2.28
-manecilla, 1 de 2"x2"x2" (pies tab)	.67	1.75	1.17	30	.35	1.52
-eje, 1 de 2"x2"x4" (pies tab)	1.33	1.75	2.33	30	.70	3.03
-tubos, PVC de 1½" (naranja)	2	1.75	3.50	30	1.05	4.55
-tubo manecilla, PVC de 1", (pies)	.50	1.41	.71	30	.21	.92
-llanta usada	1	10	10	0	0	10
BURRO					27.02	117.10
-hechura, (días-instructor)	2	15	30	30	9	39
-hechura, (días-ayudante)	2	10	20	30	6	26
-block [15x20x40] (unidad)	8	.96	7.68	30	2.30	9.98
-varilla 7/32" (metro)	6	.65	3.90	30	1.17	5.07
-cemento para mezcla y repello (qq)	1	13.50	13.50	30	4.05	17.55
-arena para mezcla y repello (costales)	3	5	15	30	4.50	19.50
Sub-total					88.06	650.50
transporte y otros (10%)					8.81	65.05
T O T A L					96.86	715.55

9 MANTENIMIENTO Y VIDA UTIL DE LA BOMBA DE LAZO

9.1 PARTES QUE SE DETERIORAN Y CUIDADOS BASICOS

Como todo lo que conocemos, y principalmente aquellos objetos que siempre estan en movimiento, se descomponen o deterioran si no se les da un adecuado cuidado.

Las máquinas o los objetos con los que hacemos los trabajos se descomponen si no sabemos cuidarlos, por lo que es sumamente importante conocer cuales son los cuidados que debemos tener para repararlas, cambiarles piezas o hacerles el cuidado que necesitan antes de que dejen de trabajar al descomponerse.

En el caso de la bomba de lazo, aunque los materiales que utilicemos sean los mejores y que tengamos mucho cuidado para hacer la bomba y aunque los empaques los fabriquemos muy cuidadosamente, siempre van a necesitar que hagamos reparaciones despues de un tiempo de uso.

La parte de la bomba que debemos mantener en observación es el lazo, porque es el que mas rápido va a deteriorarse y se deteriora exactamente en la unión entre él y el empaque de madera. Entre estas dos piezas se observará un desgaste y habrá una separación entre ellas debido a que constantemente estan moviéndose.

Generalmente, se detectará que estas piezas estan gastadas a simple vista y también se detectará que cuando éstas estan gastadas, el caudal de agua que se bombea es menor al que se bombeaba al principio.

Una forma de determinar cuando estan gastados el lazo y los empaques es a traves de la medición del tiempo que tarda en vaciarse el tubo lleno de agua, (se da vuelta a la manivela para que descargue agua y cuando el tubo esté lleno, se sujeta la manivela para que no se mueva y el agua se quede en el tubo). Si el tubo se vacía más rápido de lo que se vaciaba cuando se instaló la bomba, es una señal de que existe el desgaste. Una forma de medir si el tiempo de vaciarse el tubo es más rapido del que debiera, puede ser tomando en cuenta el largo del tubo (en metros) y si se vacía a una razón de un segundo por metro o menos de un segundo por metro, será señal de que debe cambiarse el lazo y los empaques.

El período de tiempo que tardará sin desgaste los empaques y el lazo, dependerá de la frecuencia de uso de la bomba, de la madera que se use para fabricar el empaque y del ajuste que se haga. Si el uso es frecuente, puede pensarse que durarán en

perfectas condiciones alrededor de 18 meses. Es posible contribuir a que la vida del lazo y las valvulas sea mayor si estos no quedan expuestas directamente al sol.

Adicionalmente, debe tenerse otros cuidados, por ejemplo, debe engrasarse frecuentemente la manivela, para evitar el desgaste y que sea difícil darle vuelta.

Debe protegerse el paso del lazo y empaques en la entrada del pozo o sea en las campanas y en el embudo. La protección debe hacerse para evitar alguna contaminación del agua o el ingreso de algún tipo de suciedad por arrastre de los empaques hacia el pozo.

En general, se recomienda cuidar adecuadamente cada una de las partes de la bomba, tanto las internas como las externas, ya que el deterioro de alguna de ellas requeriría su remplazo tan pronto como sea posible.

9.2 VIDA UTIL DE LA BOMBA

El período de tiempo que puede mantenerse en pleno funcionamiento la bomba de lazo, en la actualidad es indeterminado ya que se han monitoreado algunas unidades que se han instalado, y después de un período de 18 meses de uso continuo, únicamente se ha detectado que el volumen de agua bombeado se ha reducido a un 52% del volumen inicial (ver cuadro No. 3). La causa de la reducción del volumen bombeado, es el desgaste sufrido por los empaques y el lazo.

Al cambiar estas piezas, la bomba vuelve a tener un pleno funcionamiento y vuelve a prestar el mismo servicio de cuando estaba recién instalada.

Los otros elementos que constituyen partes de la bomba no sufren desgaste tan rápido y no requieren cambios periódicos.

9.3 GLOSARIO

Aguas

Subterráneas:

En el subsuelo, o sea en el interior del suelo, por debajo de la tierra que conocemos, se encuentran corrientes de agua, que se forman a partir del agua que se introduce por infiltración proveniente de la lluvia que cae.

Ariete:

Es una máquina hidráulica (para trabajar con agua) que sirve para bombear (subir) el agua, mediante un sistema de martilleo, que se produce debido a la misma presión del agua que cae dentro de la máquina, lo cual la hace funcionar. No utiliza ningún combustible (gasolina o energía eléctrica).

Aspirar:

Significa jalar, en este caso quiere decir, jalar o "chupar" el agua, dentro del tubo.

Area

Geográfica:

Se refiere a una región o lugar de nuestro país o de algún otro.

Bomba:

Es una máquina hidráulica (para trabajar con agua) que sirve para subir el agua de un sitio bajo a uno alto.

Bombeo:

Significa poner a funcionar la bomba y hacer que el agua suba.

Broquear

Empaques:

Perforar los empaques con la broca indicada.

Broca:

Herramienta de un grosor (diámetro) determinado que se utiliza con un aparato llamado Barreno o taladro, también se puede utilizar en el trepano. Al girar la broca se logra hacer un agujero uniforme del diámetro de la broca.

Brotar como un

Nacimiento de

Agua:

Hacer salir el agua, tal como lo podríamos ver en un nacimiento natural de agua.

Caballo de

Vapor:

Es una medida de la potencia que se utiliza para hacer un trabajo, o sea: Subir el agua es un trabajo, para subirla se necesita una fuerza que la haga subir y necesitamos subirla una

distancia determinada. Significa que se tiene que hacer una fuerza durante una distancia para subir el agua hasta donde la queremos. También significa que necesitamos potencia para subirla. La cantidad de potencia se expresa en caballo de vapor (también se usa el término hp)

- Cachetes:** Son dos piezas pequeñas, generalmente de madera, que se utilizan para unir o ensamblar otras dos más grandes,
- Calidad:** Palabra que se utiliza para indicar que un objeto o un trabajo es bueno o malo. Sirve para comparar entre varios objetos o trabajos.
- Cedro:** Arbol de madera preciosa, de color miel o café claro, muy cotizada para usarse en muebles y artículos finos.
- Centrífuga:** Es una fuerza que aparece cuando un objeto da una o muchas vueltas al rededor del mismo punto. La fuerza centrífuga hace que el objeto salga hacia afuera del círculo por donde da la vuelta.
- Centrifugadora:** Máquina que hace dar muchas vueltas a un objeto o líquidos, haciendo que algunas partes de él se separen.
- Cilindro:** Es un objeto que tiene una base circular y es de un determinado alto (como un tonel, drum o estañón)
- Esfera:** Es un objeto totalmente redondo, la distancia de cualquier punto de su cuerpo es la misma hacia el centro (como una pelota).
- Cilindro-esfera:** Es un objeto que mezcla la forma de un cilindro y el de una esfera.
- Cilíndrica:** Es indicación de que debe tener la forma de un cilindro.
- Ciprés:** Arbol que produce una madera de color muy claro, suave, utilizada en la fabricación de muebles, machiembres, poste en cercos y otros usos, tiene mucha resistencia al clima y al ataque de insectos.

- Cono:** Objeto que tiene una base circular y que su altura termina en punta o pico (similar a un volcán)
- Consumo:** Palabra que significa usar o gastar algo, ya sea natural o fabricado, generalmente una vez que lo usa alguna persona no podrá volver a usarse.
- Contaminación:** Significa agregar algún producto dañino (como un veneno) a algo (como el agua).
- Contaminarse:** Ponerse en contacto o tocar el producto dañino.
- Costo:** Valor monetario (dinero) que debe usarse para producir o modificar un objeto u obra.
- Costos de la Instalación:** Valor monetario que debe usarse para hacer un trabajo.
- Costos de Mantenimiento:** Valor monetario que debe usarse para hacer que una máquina o un objeto se mantenga funcionando un determinado tiempo.
- Cuerda:** Se le conocen varios significados. Se refiere a una medida de superficie (una cuerda por una cuerda). Tiene equivalencia a la medida de longitud española (vara) y dependiendo de la región puede tener 20 o 25 varas (Cuerda: extensión que mide 20 x 20 varas ó 25 x 25 varas)
- Tambien, se le da el significado de un objeto delgado y largo que está formado de la unión de muchas fibras (maguey, algodón, lana, sintético) y cuyo uso común es asegurar objetos en transporte o estáticos (amarrar).
- Desgaste:** Disminución del grosor de una superficie debido a un contacto constante con otra superficie. En el caso del empaque y el tubo de pvc, ambos se gastan al estar en contacto o tocándose cuando se pone a funcionar la bomba. El material que sea más suave es el que más se gasta, en este caso, el que se gasta más es el empaque.

- Desplazamiento:** Es el espacio recorrido por un objeto en movimiento. El agua se desplaza desde el pozo a la superficie.
- Diesel:** Combustible líquido obtenido al procesar el petróleo.
- Distancia:** Medida (en centímetros, metros o pies) que se desplaza un objeto.
- Eje:** Es una pieza (generalmente larga y delgada) que se utiliza para que al dar vueltas (girar), haga que otra pieza de vueltas también.
- Electricidad:** Energía proveniente de un sistema de Generación ya sea local o nacional.
- Mantenimiento:** Son los cuidados que debe dársele a un aparato, máquina u objeto para que tarde más tiempo funcionando correctamente.
- Empaque:** Objeto elaborado de un material que no permite o reduce el paso de un líquido, como el agua.
- Energía:** Capacidad que se tiene para hacer un trabajo. (La electricidad, le da capacidad a una máquina para hacer un trabajo)
- Estación del año:** Período de tiempo en el que se divide un año, en el cual se manifiesta un determinado clima (la estación lluviosa).
- Estructura de la bomba:** Forma en la que están dispuestos los diferentes elementos que conforman la bomba.
- Frenar:** Parar o detener.
- Fricción:** Es una fuerza que se manifiesta cuando dos objetos se tocan y que hace que se desgasten.
- Fuentes Alternas de Energía:** Esta expresión se refiere a energía que no se utiliza o se utiliza muy poco en la actualidad, tal como el viento o el vapor natural los

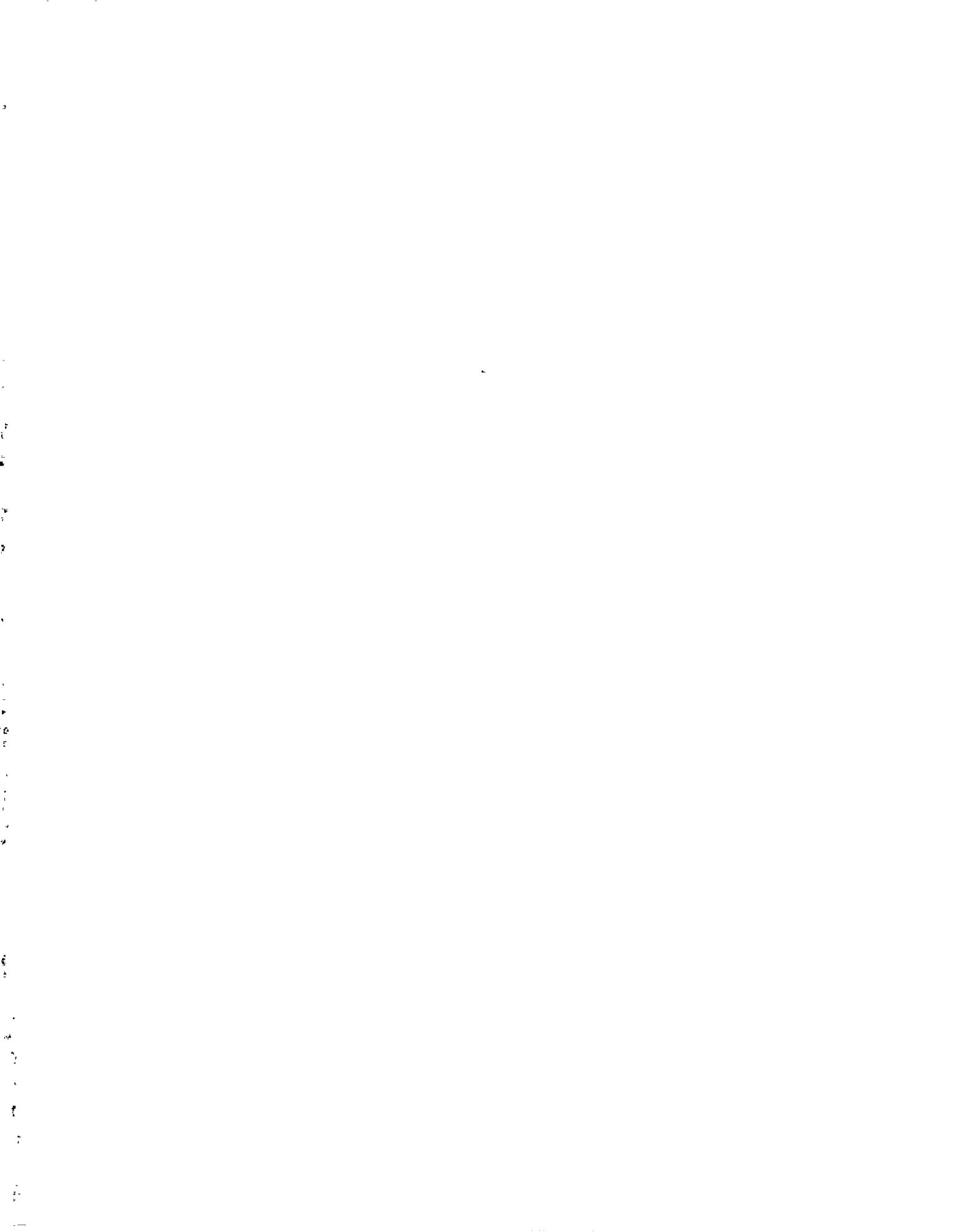
cuales son elementos naturales que poseen gran cantidad de energía y que si la utilizáramos, podríamos dejar de usar las que conocemos.

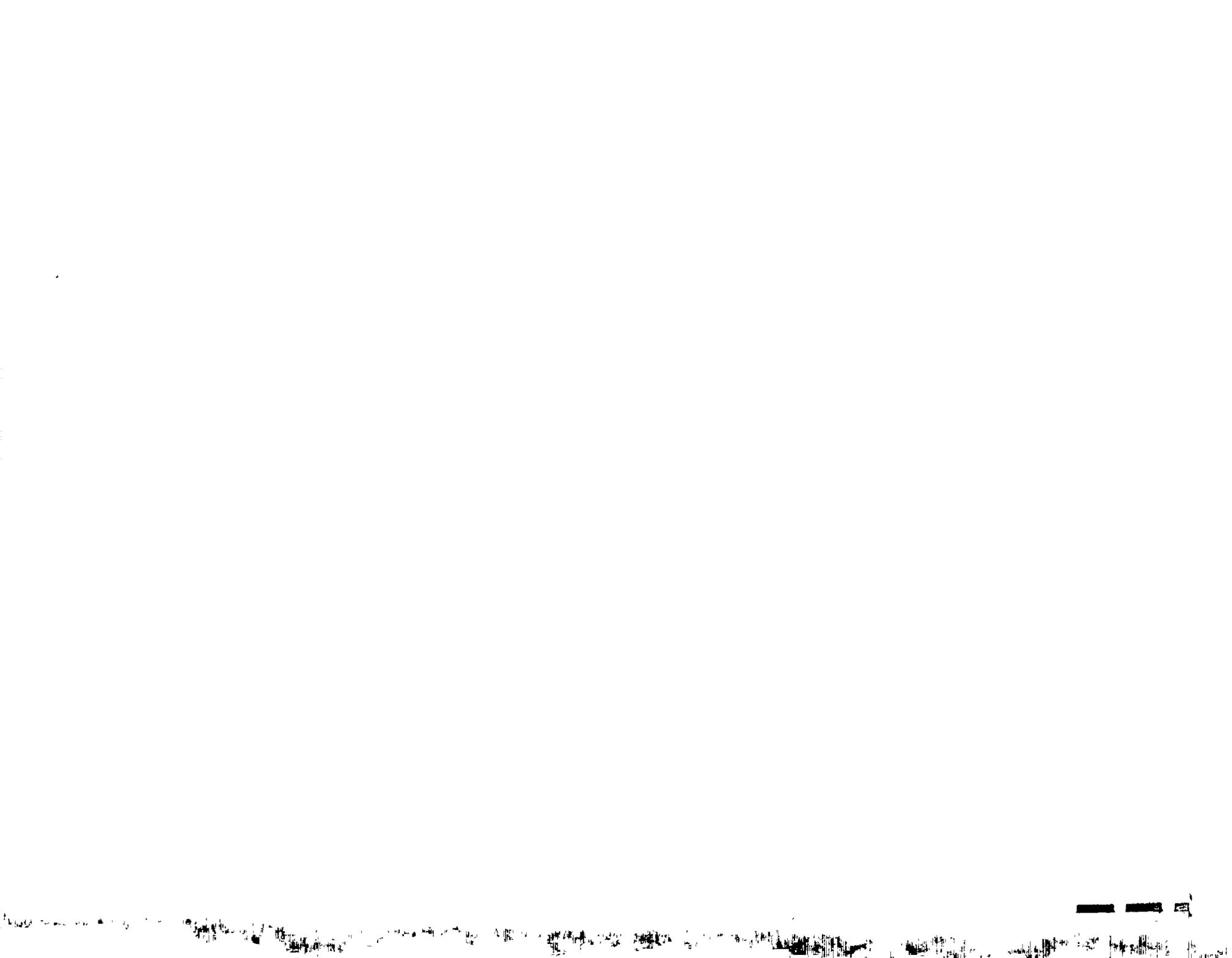
- Fuerza:** Es la acción que modifica el estado natural de un cuerpo, es el resultado de utilizar la energía que posee un cuerpo determinado.
- Funcionamiento:** Hacer que un objeto trabaje.
- Gasolina:** Combustible líquido proveniente del petróleo.
- Guachipilín:** Arbol que produce un tipo de madera que despues de seca se considera muy dura. Se utiliza para durmientes, carrocerías de camión, pisos y mueblería fina. Es de color veteado (franjas claras y oscuras).
- Impulsar:** Se refiere a empujar un objeto (empujar el agua).
- Justo Valor:** Dar un valor a un objeto sin sobrevalorarlo o quitarle lo que a juicio mayoritario le corresponde.
- Kilómetro:** Medida de longitud o de distancias entre dos sitios diferentes. (1,000 metros)
- Litro:** Medida de capacidad o de volumen, se utiliza comunmente para conocer cuanto líquido se tiene.
- Losa de Concreto:** Es una superficie fabricada con una mezcla de arena, pedrín o grava y cemento portland, generalmente se usa para cerrar una habitación, un pozo, cajas de drenaje o agua y otros usos.
- Máquina:** Conjunto de piezas, elementos y mecanismos que al combinarse se utilizan para producir un determinado movimiento, acción o un trabajo, utilizando o transformando energía.
- Mecanismos:** Unión de elementos o piezas que se utilizan para obtener o modificar un movimiento determinado o una fuerza determinada.
- Molino de Nixtamal:** Máquina que sirve para transformar el grano de maíz cocido (nixtamal) en masa.

- Motor:** Máquina que utiliza energía para producir movimiento circular a un eje, del cual "se toma la fuerza". Se les llama de acuerdo al combustible que utilizan: Motor eléctrico, motor diesel, motor de gasolina, motor de vapor, etc.
- Organización Mundial de la Salud:** Institución que fue creada por muchos países (mundial) y que se encarga de velar por la salud de todo el mundo.
- Potable:** El agua es potable, cuando no contiene microorganismos (microbios) dañinos o cuando no contiene materiales (minerales) tóxicos para las personas.
- Proceso:** Palabra que significa que para hacer un objeto o un trabajo se necesita de varios trabajos previos o anteriores que deben realizarse.
- Productos Renovables:** Son productos naturales, que si se utilizan correctamente, pueden seguirse aprovechando mucho tiempo o si no se utilizan correctamente pueden agotarse, tal como el agua. Si se cuidan las fuentes, las cuencas y los nacimientos, se puede asegurar la existencia del agua muchísimos años. Por el contrario si no se cuidan, el agua disminuirá paulatinamente hasta desaparecer.
- Programa Educativo:** Se refiere a enseñar y aprender acciones y cosas de una forma ordenada y con objetivos claros.
- Región Centroamericana:** Se llama así a la extensión de tierra que forman los países desde Guatemala en la frontera con México hasta Panamá en la frontera con Colombia, incluyéndose a El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Belice.
- Régimen de Vientos:** Es la forma como se presentan los vientos durante todo el año en una determinada región.

- Saque:** Hacer una incisión, hendidura o corte a un objeto para extraer una parte de él.
- Sistema de Bombeo de Agua:** Todo el conjunto de elementos que intervienen en el bombeo del agua.
- Soluciones Técnicas:** Ideas que involucran conocimientos específicos de un tema y que sirven para resolver un problema.
- Suelo:** Es la superficie sobre la cual caminamos. Es la superficie de tierra que aparece a la vista en cualquier terreno.
- Sumergida:** Que está totalmente abajo de la superficie del agua (o entre el agua).
- Tecnología:** Conjunto de conocimientos, procedimientos y métodos que se utilizan para ejecutar un trabajo determinado en el área industrial o artesanal.
- Tinaja:** Recipiente elaborado artesanalmente con arcilla (barro) y que una vez pasa por un proceso de quema u horneado adquiere una consistencia rígida e impermeable, que le permite servir como recipiente para trasladar agua. Con este mismo nombre se conoce a un recipiente de la misma forma que producen industrialmente con material plástico. La tinaja plástica tiene la ventaja de que es más resistente a los golpes y como desventajas más importantes, el hecho que debido a su forma permite el crecimiento de microorganismos que acaban por contaminar el agua y, además producir desechos que no se degradan.
- Tornear
Empaques:** Dar la forma cilíndrica o esférica a un objeto en el torno.
- Tornillo
Sin Fín:** Pieza que posee rosca, como un tornillo y que al girar, produce un desplazamiento de materiales u objetos.

- Torno:** Máquina que sirve para dar forma cilíndrica a piezas de madera o metal.
- Torno Manual:** Torno que utiliza la energía de un hombre para hacer el trabajo requerido.
- Trabajo:** Hacer una actividad, un esfuerzo, un movimiento, hacer cambiar el estado de un objeto o situación.
- Tradicional:** Hacer algo de acuerdo a la costumbre del lugar.
- Tubo de PVC:** Elemento cilíndrico y hueco fabricado de cloruro polivinil (material sintético)
- Turbinas:** Máquina que tiene por objeto dar un impulso a un fluido como el agua o el aire, utilizando la fuerza centrífuga.
- Varas:** Unidad de medida de longitud del sistema español de medidas, equivale a 91 centímetros.
- Válvulas:** Elementos que sirven para dejar pasar o no dejar pasar (abrir o cerrar) el agua u otro fluido.
- Velocidad de Trabajo:** Rapidez para hacer un trabajo (sirve como medida para comparar el trabajo en diferentes situaciones)
- Vida Util:** Es el tiempo que un objeto o máquina puede trabajar como máximo.
- Watts:** Es la unidad de medida de la potencia eléctrica.





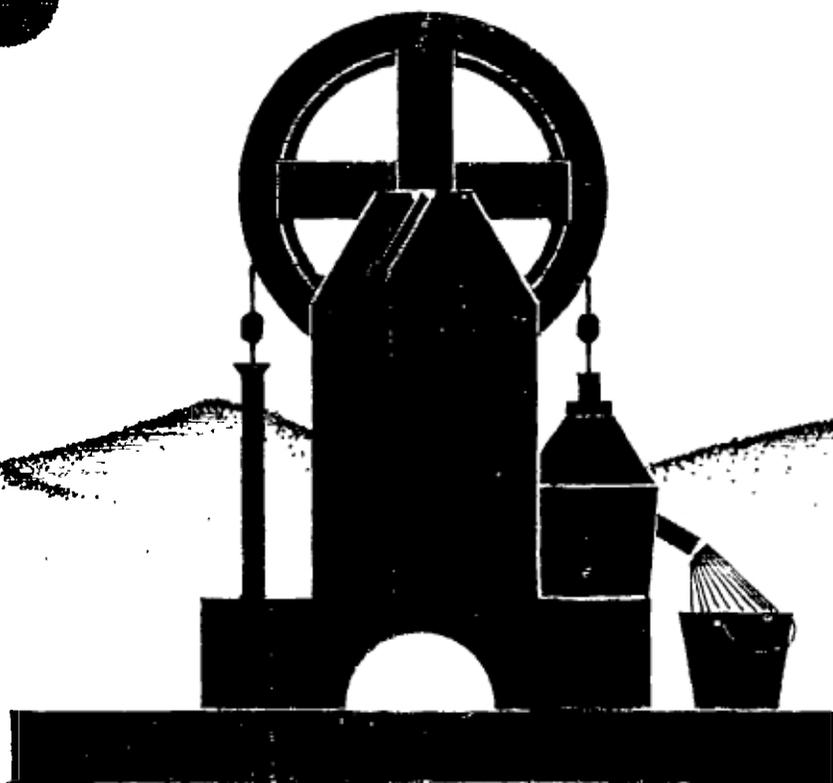


1

La realización de este documento ha sido una tarea muy interesante para ECOTEC, porque nos ha permitido compartir con los compañeros del Centro de Tecnología Para la Salud, TPS, del Comité Central Menonita, CCM, quienes con su amplia experiencia en el campo han desarrollado un conocimiento práctico que indudablemente será muy útil para aquella parte de la población que enfrente el problema de obtener agua de buena calidad y en cantidad suficiente para cubrir sus necesidades.

El documento contiene básicamente aspectos prácticos que facilitan la construcción y mantenimiento de la bomba de lazo, según el desarrollo que tal tecnología ha alcanzado hasta ahora. Estamos conscientes que con la práctica va a ser posible mejorar los aspectos aquí mencionados y creemos que sería muy valioso beneficiar con las nuevas ideas a la población meta. Estamos en la mejor disposición de apoyar este proceso.

Marco Augusto Recinos C.
ECOTEC



BOMBA DE LAZO