

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PRESUPUESTACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA DOS TIPOS
DIFERENTES DE BOMBAS MANUALES PARA EXTRACCIÓN DE AGUA
POTABLE Y SU APLICACIÓN PARA ESCUELAS DEL ÁREA RURAL**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

NERI ARMANDO NÁJERA ARGUETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1,999.



Honorable Tribunal Examinador

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

PRESUPUESTACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA DOS TIPOS DIFERENTES DE BOMBAS MANUALES PARA EXTRACCIÓN DE AGUA POTABLE Y SU APLICACIÓN PARA ESCUELAS DEL ÁREA RURAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de abril de 1,999.

Neri Armando Nájera Argueta.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL PRIMERO:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL TERCERO:	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL CUARTO:	Bachiller Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
VOCAL QUINTO:	Bachiller Mauricio Grajeda Mariscal
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
EXAMINADOR:	Ing. Julio Antonio Arreaga Solares
EXAMINADOR:	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

Guatemala, 9 de Septiembre de 1999

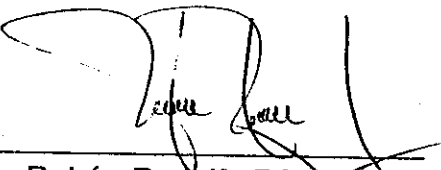
Ing. Pedro Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería USAC.

Señor jefe:

Atentamente hago de su conocimiento que he asesorado y revisado totalmente el trabajo de tesis "PRESUPUESTACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA DOS TIPOS DIFERENTES DE BOMBAS MANUALES PARA EXTRACCIÓN DE AGUA POTABLE Y SU APLICACIÓN PARA ESCUELAS DEL ÁREA RURAL", a cargo del estudiante universitario NERI ARMANDO NÁJERA ARGUETA.

Considerando que dicha tesis satisface los requisitos que exige la facultad de ingeniería, recomiendo que se continúe con los trámites para la aprobación de la misma.

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para suscribirme deferentemente.



Ing. Rubén Rodolfo Pérez Oliva.
Colegiado No. 3616
Asesor



FACULTAD DE INGENIERIA

27 de septiembre de 1,999

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

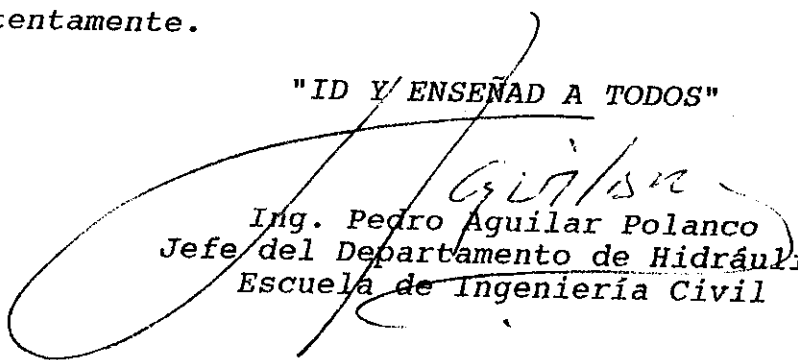
Señor Director:

Después de analizar y revisar el trabajo de tesis titulado **PRESUPUESTACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA DOS TIPOS DIFERENTES DE BOMBAS MANUALES PARA EXTRACCIÓN DE AGUA POTABLE Y SU APLICACIÓN PARA ESCUELAS DEL ÁREA RURAL**, desarrollado por el estudiante universitario **Neri Armando Nájera Argueta**, con carnet número 84-15716, quien contó con la asesoría del Ingeniero Rubén Rodolfo Pérez Oliva, tengo a bien manifestar que dicho trabajo ha sido ejecutado conforme a los requisitos establecidos, por lo que en mi calidad de Jefe del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil me permito solicitar se continúen los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Pedro Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Rubén Rodolfo Pérez Oliva y del Jefe del Departamento de Hidráulica Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco, del trabajo de tesis del estudiante Neri Armando Nájera Argueta, titulado PRESUPUESTACION Y ANALISIS DE COSTOS PARA DOS TIPOS DIFERENTES DE BOMBAS MANUALES PARA EXTRACCION DE AGUA POTABLE Y SU APLICACION PARA ESCUELAS DEL AREA RURAL, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, septiembre de 1,999

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis PRESUPUESTACION Y ANALISIS DE COSTOS PARA DOS TIPOS DIFERENTES DE BOMBAS MANUALES PARA EXTRACCION DE AGUA POTABLE Y SU APLICACION PARA ESCUELAS DEL AREA RURAL, del estudiante Neri Armando Nájera Argueta, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, octubre de 1,999

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS TODO PODEROSO

Al ingeniero Rubén Pérez Oliva, por la asesoría brindada en la elaboración de este trabajo de tesis.

Al ingeniero José Edmundo Rodríguez, por la amistad que me ha brindado y su colaboración en este trabajo de tesis.

Al técnico de INFOM Guillermo Duarte, por su colaboración en este trabajo de tesis.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo de tesis.

ACTO QUE DEDICO A:

Mis Padres:

**Eduardo Antonio Nájera Garza (Q.E.P.D.)
Fidelia de María Argueta Vda. de Nájera.**

Mis hermanos:

**Erty Marilú
María del Rosario
Rita**

Mis Amigos:

**Dilia Martinez
José Edmundo Rodríguez.**

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	i
LISTADO DE SÍMBOLOS	ii
GLOSARIO	iii
INTRODUCCIÓN	iv
OBJETIVOS	v
CAPÍTULO I	
1. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	1
1.1 Ciclo Hidrológico	2
1.1.1 Evaporación	2
1.1.2 Transpiración	2
1.2 Características Físico-Químicas y Bacteriológicas del Agua	5
1.2.1 Características físicas	5
1.2.1.1 Color	5
1.2.1.2 Sabor y olor	6
1.2.1.3 Temperatura	6
1.2.1.4 Turbiedad	6
1.2.2 Características químicas	7
1.2.2.1 Aluminio	7
1.2.2.2 Amoniaco	8
1.2.2.3 Cloruro	8
1.2.2.4 Cobre	8
1.2.2.5 Dureza	8
1.2.2.6 Hierro	9
1.2.2.7 Manganeso	9
1.2.2.8 Sulfato	9
1.2.2.9 Total de sólidos disueltos	10
1.2.2.10 Zinc	10
1.2.2.11 Detergentes aniónicos	10
1.2.3 Características bacteriológicas (Coliformes fecales y coliformes totales)	11
CAPÍTULO II	
2. FORMAS DE CONDUCCIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA	13
2.1 Por Gravedad	13
2.1.2 Captaciones	13
2.1.3 Líneas de conducción	14

2.1.4 Tanque de distribución	14
2.1.5 Caja distribuidora de caudales	14
2.1.6 Línea y red de distribución	15
2.2 Por bombeo	18
2.2.1 Bombeo manual	19
2.2.1.1 Bomba manual para pozo poco profundo	19
2.2.1.2 Bomba manual para pozo profundo	20

CAPÍTULO III

3. TIPOS DE BOMBAS MANUALES UTILIZADAS EN COMUNIDADES	21
3.1 Bomba manual India Mark II	21
3.1.1 Operación y Mantenimiento	25
3.1.2 Costos de Fabricación e Instalación	25
3.2 Bomba manual Remadora	26
3.2.1 Operación y Mantenimiento	31
3.2.2 Costos de Fabricación e Instalación	31
3.3 Bomba manual Maya	32
3.3.1 Operación y Mantenimiento	33
3.3.2 Costos de Fabricación e Instalación	33
3.4 Bomba Manual de Lazo	37
3.4.1 Operación y Mantenimiento	37
3.4.2 Costos de Fabricación e Instalación	39
3.5 Bomba Manual de PVC	43
3.5.1 Operación y Mantenimiento	43
3.5.2 Costos de Fabricación y de Instalación	44
3.6 Otras Bombas Manuales	45
3.7 Cálculo de Costos de Instalación de Bombas Manuales Utilizadas en Comunidades	49
3.7.1 Cálculo de Costos de Instalación de la Bomba Manual India Mark II para un Pozo de 20 metros de Profundidad	49
3.7.2 Cálculo de Costos de Instalación de la Bomba Manual Remadora para un Pozo de 7 metros de Profundidad	52
3.7.3 Cálculo de Costos de la Bomba Manual Maya	55
3.7.4 Cálculo de Costos de Instalación de la Bomba Manual de Lazo para un Pozo de 25 metros	58
3.7.5 Cálculo de Costos de Instalación de la Bomba Manual de PVC	61

CAPÍTULO IV

4	SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA A APLICAR EN LAS ESCUELAS IDENTIFICADAS EN BASE A LA OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES, INSTALACIÓN, MANO DE OBRA, TIEMPO DE COLOCACIÓN Y DESINFECCIÓN	65
4.1	Materiales	65
4.2	Instalación	65
4.3	Mano de obra calificada	66
4.4	Tiempo de colocación	67
4.5	Análisis de calidad del Agua	67
4.5.1	Procedimiento	67
4.6	Aplicación de la Desinfección en Proyectos que Utilizan Bombas Manuales	68
4.6.1	Desinfección con Cloro	69
4.6.2	Desinfección del Sistema Pozo-Bomba	69
4.7	Planificación y Desarrollo de Trabajo de Instalación de Bombas Manuales en las escuelas	70
4.7.1	Identificación de las escuelas donde se ejecutarán los proyectos	70
4.7.1.1	Primer proyecto	71
4.7.1.1.1	Acceso	71
4.7.1.1.2	Población beneficiada	71
4.7.1.1.3	Fuente	71
4.7.1.1.4	Tecnología a utilizar	72
4.7.1.1.5	Estimación del costo del proyecto	72
4.7.1.1.6	Ejecución del proyecto	72
4.7.2	Procedimiento de Instalación de las Bombas manuales en las escuelas identificadas	73
4.7.2.1	Procedimiento de Instalación de la Bomba Manual India Mark III en la Escuela Oficial Rural Mixta "Luis Adolfo Juárez Toledo"	74
4.7.2.2	Segundo Proyecto	75
4.7.2.2.1	Acceso	75
4.7.2.2.2	Población beneficiada	76
4.7.2.2.3	Fuente	76
4.7.2.2.4	Tecnología a utilizar	76
4.7.2.2.5	Estimación del costo del proyecto	76
4.7.3	Cálculo del Cloro para la desinfección del sistema Pozo-Bomba en las Escuelas	77
4.7.3.1	Cálculo del Cloro para el Pozo Ubicado en el Predio de la "Luis Adolfo Juárez Toledo"	78
4.7.3.2	Cálculo del Cloro para el Pozo Ubicado en el Predio de La Escuela Oficial Rural Mixta del caserío Estancia El Rosario	78

CAPÍTULO V

5. COMPARACIÓN DE COSTOS DE DOS TIPOS DE BOMBAS MANUALES PARA LAS ESCUELAS DEL ÁREA RURAL	80
5.1 Costos de las Bombas Manuales a Utilizar en el Proyecto	80
5.2 Comparación de Costos de las Bombas Manuales Instaladas	81
5.3 Mantenimiento de las Bombas Manuales a Utilizar en Cada Proyecto	82
5.3.1 Mantenimiento de la Bomba Manual India Mark III	82
5.3.2 Mantenimiento de la Bomba Manual de Lazo	82
CONCLUSIONES	vi
RECOMENDACIONES	vii
BIBLIOGRAFÍA	ix
ANEXOS	
ANEXO 1: Resultados de los análisis de laboratorio	
ANEXO 2: Solicitud de la bomba manual India Mark	
ANEXO 3: Fotografía de los proyectos	



ÍNDICE DE FIGURAS

No. de Figura	Contenido	Pag.
1.	Ciclos del agua en la naturaleza	4
2.	Abastecimientos de agua por gravedad	16
3.	Nomenclatura de las bombas manuales	17
4.	Bomba India Mark II	23
5.	Instalación de la bomba India Mark II	24
6.	Bomba remadora	29
7.	Instalación de la bomba remadora	30
8.	Bomba maya	35
9.	Instalación de la bomba maya	36
10.	Bomba de lazo	41
11.	Instalación de la bomba de lazo	42
12.	Bomba de PVC	46
13.	Instalación de la bomba de PVC	47
14.	Fórmulas utilizadas en el cálculo de volúmenes de las estructuras de instalación de las bombas manuales	48

LISTA DE SÍMBOLOS

No.	=	Número
"	=	Pulgada
'	=	Pie
pp	=	Pie de página
m	=	metros
PVC	=	Cloruro de Polivinilo
g	=	Gramo
V	=	Volumen
mm	=	Milímetro
m ³	=	Metros cúbicos
Q.	=	Quetzales

GLOSARIO

AEROBIOS	Condición en la cual existe aire u oxígeno libre.
ANAEROBIO	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
ASPIRAR	Significa Jalar o succionar el agua dentro del tubo.
BOMBA	Es una máquina hidráulica (trabaja con agua) que sirve para desplazar el agua, venciendo una altura determinada.
BOMBEO	Acción mediante la cual se hace funcionar la bomba impulsando el agua, desde el fondo del pozo hasta la superficie del mismo.
CEBAR	Llenar la bomba de agua para eliminar posibles vacíos en su interior.
COSTO	Valor monetario requerido para producir o modificar un objeto u obra.
DESGASTE	Disminución del grosor de una superficie debido a un contacto constante con otra superficie.
DUREZA	Contenido de carbonatos de calcio en el agua.
EMPAQUE	Objeto elaborado de un material que no permite o reduce el paso del agua u otro líquido.
SUMIDERO	Agujero que se construye al final de un canal de desagüe, capta el agua de desperdicio al utilizar la bomba.
REJILLA	Es un filtro ubicado en la estructura de las bombas para impedir el paso de basura o cualquier otro sólido indeseable.
TECNOLOGÍA	Conjunto de conocimientos, procedimientos y métodos que se utilizan para ejecutar un trabajo determinado.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala existe una alta tasa de mortalidad infantil y una de las causas principales la constituyen las enfermedades gastrointestinales.

Estas enfermedades son transmitidas principalmente por la ingestión de agua contaminada. Este trabajo presenta una alternativa para que los niños de las escuelas tengan acceso al agua apta para el consumo humano, así también se presenta el aporte de la instalación de dos tipos de bombas manuales en escuelas del área rural, beneficiando a dos comunidades del interior de la república.

El trabajo es desarrollado en escuelas oficiales rurales que cuentan con un pozo excavado a mano, las mismas se ubican en aldeas del municipio de san Juan Sacatepéquez.

La instalación de bombas manuales en las escuelas identificadas, surge de la necesidad de contar con una tecnología de bajo costo que solucione el problema de abastecimiento de agua.

Aunque el proyecto es para escuelas del área rural, también es cierto que parte de las comunidades se benefician ya que las mismas no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua adecuado.

OBJETIVOS

- ◆ Comparar los costos de diferentes tecnologías de bombas manuales y proponer la mejor alternativa para escuelas del área rural.
- ◆ Con tecnología de bajo costo ayudar a pequeñas comunidades a abastecerse de agua potable.
- ◆ Disminuir los índices de enfermedades transmitidas por el agua al utilizar una tecnología apropiada de bajo costo.



CAPÍTULO 1

1. CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

El agua es un elemento esencial para la vida, y ha sido utilizada siempre por el hombre, pero hasta hace poco tiempo se ha tomado conciencia de su importancia y del peligro que puede representar para la salud. Investigaciones epidemiológicas han demostrado la relación que existe entre la calidad del agua y su comportamiento en la transmisión de algunas enfermedades. El agua puede ser el vehículo de los agentes de ciertas infecciones intestinales de origen bacteriano.

Cualquier agua, no obstante sea tratada, puede contaminarse en cualquier momento. Por lo tanto, la posibilidad de contaminación de un acueducto es muy alta y puede ocurrir en la captación misma o a lo largo de la red de distribución. Es necesario que toda agua que vaya destinada al consumo humano se depure y proteja desde el punto de vista químico y bacteriológico¹.

Para que el agua sea potable debe de ser uniformemente clara o exenta de turbiedad, fresca, en lo posible con temperatura que varíe de 8 a 15 °C, sin olor, agradable al paladar y no tener gérmenes de enfermedades infecciosas. Es decir, debe reunir características físico-químicas y bacteriológicas aceptables.

¹ OMS Programa de vigilancia de la calidad del agua potable en la república de Guatemala. Guatemala: 1981. P.p. 9

1.1 CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo hidrológico o ciclo del agua, constituye uno de los grandes ciclos de la tierra.

El agua se mueve constantemente desde la atmósfera a la tierra, a los mares y luego nuevamente a la atmósfera. Cuando llueve, una parte del agua de lluvia se evapora, otra se escurre sobre el suelo, por lo cual se incrementan las corrientes superficiales, una tercera parte del agua de lluvia se infiltra, formando las aguas subterráneas.

Del agua infiltrada, una parte queda cerca de la superficie, otra es aprovechada por las plantas. El agua va desde la superficie de la tierra a la atmósfera, en dos formas:

1.1.1 EVAPORACIÓN: La energía solar determina la evaporación del agua y ésta se eleva a la atmósfera como vapor de agua. La mayor parte de la evaporación se presenta en el principal depósito que es el océano. Se realiza una evaporación en menor proporción sobre las aguas continentales tales como lagos y ríos.

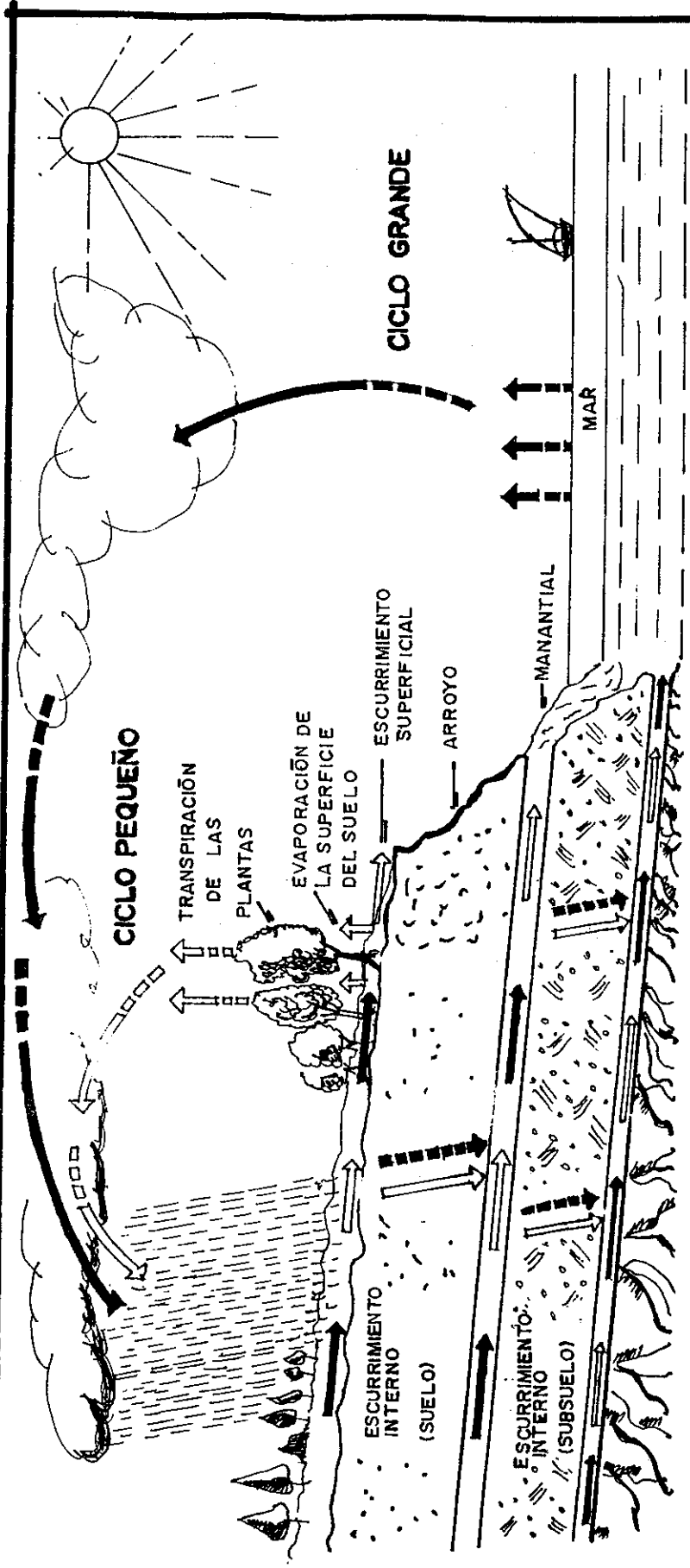
1.1.2 TRANSPIRACIÓN: El agua almacenada en los tejidos vegetales se difunde a través de sus membranas y entra a la atmósfera como vapor de agua.

El vapor de agua en la atmósfera atraviesa grandes distancias. Cuando se enfría el aire que conduce el vapor, éste se condensa . La condensación se observa en forma de nubes. Si la condensación continúa, las gotas de agua aumentan de tamaño y se determina la PRECIPITACIÓN o lluvia².

Cuando se presenta la precipitación o lluvia, ésta se distribuye en escurrimientos como escurrimiento superficial, donde parte del agua de lluvia se desplaza por la superficie del suelo hacia ríos y plantas, se presenta también el escurrimiento interno, donde parte del agua de lluvia se infiltra en el suelo formando los arroyos y manantiales, finalmente se presenta el escurrimiento interno en el subsuelo (ver figura No.1).

En el ciclo también se presenta la asociación de evaporación y transpiración, esta asociación recibe el nombre de evapotranspiración.

² B. Sutton y P. Harmon. Fundamentos de ecología. Editorial Limusa, Mexico: 1980. P.p. 126



CICLOS DEL AGUA EN LA NATURALEZA

FIGURA No 1

1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA.

El agua para consumo humano debe reunir características de calidad, ya que la misma puede constituirse en el vehículo que transmite agentes patógenos. El agua debe reunir características físicas, químicas y bacteriológicas aceptables y tolerables por el consumidor.

1.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

1.2.1.1 COLOR:

El color del agua se debe generalmente a la presencia de materias orgánicas coloreadas (sobre todo ácidos húmicos y fúlvicos) relacionados con el húmus del suelo. Influye considerablemente en el color la presencia de hierro y otros metales. El color también puede ser consecuencia de la contaminación de la fuente de agua por afluentes industriales.

Los colores superiores a 15 UCV (unidades de color verdadero) pueden detectarse en un vaso con agua pero los colores inferiores a 15 UCV son aceptables para los consumidores.

1.2.1.2 SABOR Y OLOR:

El sabor y olor proceden de fuentes o procesos naturales y biológicos, de la contaminación por sustancias químicas o de la formación en el agua de productos secundarios como cloración.

1.2.1.3 TEMPERATURA:

El agua fresca es generalmente más agradable que el agua caliente. Las elevadas temperaturas favorecen el aumento de microorganismos y pueden agravar los problemas de sabor, olor, color y corrosión. La temperatura adecuada para el agua fresca se presenta en la tabla No. 1.

1.2.1.4 TURBIEDAD:

La turbiedad del agua para consumo humano es debida a la presencia de partículas. En el caso de algunas aguas subterráneas, puede deberse también a la presencia de partículas de materia inorgánica. Si los niveles de turbiedad son elevados, pueden proteger a los microorganismos y estimular el aumento de bacterias. Generalmente, una turbiedad inferior a 5 unidades nefelométricas es aceptable para el consumo humano.

Las características físicas pueden medirse a través de límite máximo aceptable y límite máximo permisible y se resumen en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	LMA	LMP
Color	5.1 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Potencial de Hidrógeno (2)	7.0-7.5	6.5-8.5
Sólidos totales	500.0 mg/L	1000.0 mg/L
Temperatura	15.0 - 25.0 °C	34.0 °C
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT o UJT (3)	15.0 UNT o UJT

Tabla No 1: Características físicas. Límite máximo aceptable y límite máximo permisible que debe tener el agua potable.

- (1) Unidades de color en la escala de platino – cobalto
- (2) En unidades de pH
- (3) Unidades de turbiedad, ya sea en unidades Jackson (UTJ) o unidades nefelométricas (UTN)³.

1.2.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

1.2.2.1 ALUMINIO:

La presencia de aluminio en concentraciones superiores a 0.2 mg/L puede generar muchos problemas ya que acentúa la coloración del agua por el hierro. La presencia de aluminio debe ser en concentraciones menores a 0.1 mg/L.

³NORMA GUATEMALTECA OBLIGATORIA. COGUANOR N60 29 001. Guatemala:1997. P.p. 3

1.2.2.2 AMONIACO

Con un pH alcalino, la concentración del olor amoníaco es aproximadamente de 1.5 mg/L. Debido a que el amoníaco no tiene importancia inmediata para la salud es aceptable la concentración de 1.5 mg/L.

1.2.2.3 CLORURO:

Las concentraciones elevadas de cloruro hacen que el agua y las bebidas tengan un sabor desagradable. Las concentraciones de cloruro aceptable son del orden de 200 a 300 mg/L.

1.2.2.4 COBRE:

El cobre contenido en un sistema de abastecimiento de agua aumenta la corrosión de los accesorios de hierro galvanizado. Cuando las concentraciones de cobre son superiores a 1 mg/L ocasionan la aparición de manchas en la ropa lavada. En concentraciones superiores a 5 mg/L el cobre también colorea el agua y le da un sabor amargo.

1.2.2.5 DUREZA:

La dureza está en función de las condiciones locales y es del orden de 100 a 300 mg/L, según el anión asociado. El agua de dureza superior a 200 mg/L puede causar la aparición de incrustaciones en el sistema de abastecimiento. En

algunos casos el consumidor puede tolerar una dureza de más de 500 mg/L, pero una dureza aceptable varía de 100 a 500 mg/L.

1.2.2.6 HIERRO:

Generalmente las aguas subterráneas anaeróbicas pueden contener hierro en concentraciones de varios mg/L, sin que el agua, cuando se bombea de un pozo esté coloreada o turbia. Sin embargo, al quedar expuesto a la atmósfera, el hierro ferroso se oxida, transformándose en hierro férrico que da al agua un color marrón rojizo desagradable. La concentración de hierro de 1 a 3 mg/L es aceptable para el consumidor.

1.2.2.7 MANGANESO:

Las concentraciones de manganeso pueden variar según las circunstancias del lugar, pero en concentraciones inferiores a 0.1 mg/L es aceptable en los consumidores. En concentraciones superiores a 0.1 mg/L el manganeso contenido en el agua mancha la ropa y fontanería y da a las bebidas un sabor desagradable.

1.2.2.8 SULFATO:

La presencia de sulfato en el agua en concentraciones inferiores a 250 mg/L no altera considerablemente el sabor.

1.2.2.9 TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS:

El total de sólidos disueltos puede tener importantes efectos en el sabor del agua. El total de sólidos disueltos en concentraciones inferiores a 600 mg/L dan al agua un sabor agradable.

1.2.2.10 ZINC:

Le da al agua un sabor astringente desagradable. El agua que contiene más de 5 mg/L puede tener una apariencia opalescente y quedar cubierta, al hervir, una película grasosa. El agua potable pocas veces contiene zinc en concentraciones superiores a 0.1 mg/L, pero es aceptable 3 mg/L.

1.2.2.11 DETERGENTES ANIÓNICOS:

Los detergentes aniónicos en concentraciones superiores a 1 mg/L, pueden llegar a causar problemas de sabor, olor o formación de espuma en el agua. La concentración de detergentes aniónicos es aceptable si varía de 0.20 a 1 mg/L. Las características químicas del agua potable se indican en la siguiente tabla:

<u>CARACTERÍSTICAS</u>	<u>LMA en miligramos/litro</u>	<u>LMP en miligramos/litro</u>
Detergentes aniónicos	0.20	1.00
Aluminio (Al)	0.05	0.10
Amoniaco	-----	1.50
Bario (Ba)	-----	1.00
Calcio (Ca)	75.00	150.00

Cinc (Zn)	3.00	7.00
Cloruro (Cl)	100.00	250.00
Cobre (Cu)	0.05	1.50
Dureza total (CaCO ₃)	100.00	500.00
Flúor	-----	0.001
Hierro total (Fe)	0.10	1.00
Magnesio (Mg)	50.00	100.00
Manganeso (Mn)	0.05	0.50
Níquel (Ni)	0.01	0.02
Nitrato	-----	45.00
Nitrito	-----	0.01
Substancias fenóicas	0.001	0.002
Sulfato (SO ₄)	100.00	250.00

Tabla No 2. Sustancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles⁴.

1.2.3 CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS:

Estas características se relacionan con la presencia de bacterias en el agua. Generalmente se toman en cuenta dos grupos de bacterias: grupo coliforme (coliformes totales) y grupo coliforme fecal (termoresistentes).

⁴ NORMA GUATEMALTECA OBLIGATORIA. COGUANOR N60 29 001. Guatemala:1997. P.p. 3

Grupo coliforme (coliformes totales):

Pertenece a este grupo las bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a 35 ± 0.5 C en un período de 24h a 48h.

Grupo coliforme fecal (termoresistentes) :

Estas bacterias fermentan la lactosa con producción de gas a $44 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en un período de 18h a 24h⁵.

TODA EL AGUA DE BEBIDA	
<u>Organismos</u>	<u>Límites</u>
Coliformes fecales (termo-resistentes)	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml
AGUA TRATADA QUE LLEGA AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
Coliformes fecales (termo-resistentes)	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml
Coliformes totales	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml

Tabla No. 3. características bacteriológicas para la calidad del agua potable

⁵ NORMA GUATEMALTECA OBLIGATORIA. COGUANOR N60 29 001. Guatemala: 1997. P.p.

CAPÍTULO II.

2. FORMAS DE CONDUCCIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Dentro de las formas de conducción de agua, para el abastecimiento de la misma existen: por gravedad, por bombeo y por bombeo manual.

2.1 POR GRAVEDAD.

El abastecimiento de agua por gravedad es un sistema que utiliza la fuerza de la gravedad para distribuir el agua potable en una población. El sistema de abastecimiento de agua por gravedad comprende generalmente las siguientes partes: captación, líneas de conducción, tanques de distribución, caja distribuidora de caudales y línea y red de distribución.

2.1.2 CAPTACIONES:

Las captaciones son estructuras realizadas con el fin de coleccionar el agua de las fuentes. Las estructuras deben construirse de concreto o mampostería de piedra, pues así se evita que el agua se contamine. Al construir las captaciones debe cumplirse lo siguiente:

- a- Los materiales a usarse no deben alterar la calidad del agua.
- b- Tener rebalse para darle salida a excesos de agua en invierno.

- c- Debe protegerse de la entrada de aguas superficiales así como de la entrada de insectos y contaminaciones exteriores.
- d- La captación también debe contar con una tapadera de visita para efectuar inspecciones y limpieza.

2.1.3 LÍNEAS DE CONDUCCIÓN

Se le llama así al conjunto de tuberías forzadas o a presión que vienen desde las obras de captación al tanque de distribución. En un sistema de abastecimiento por gravedad, generalmente se utiliza la tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC), y en los lugares donde la tubería no se puede enterrar se usa hierro galvanizado (Hg).

2.1.4 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Es una estructura construida generalmente de concreto o mampostería, cuya función es almacenar el agua para no interrumpir el servicio si se hacen reparaciones en la línea de conducción o captación así como compensar variaciones de consumo diario y regular presiones en la red de distribución.

2.1.5 CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES.

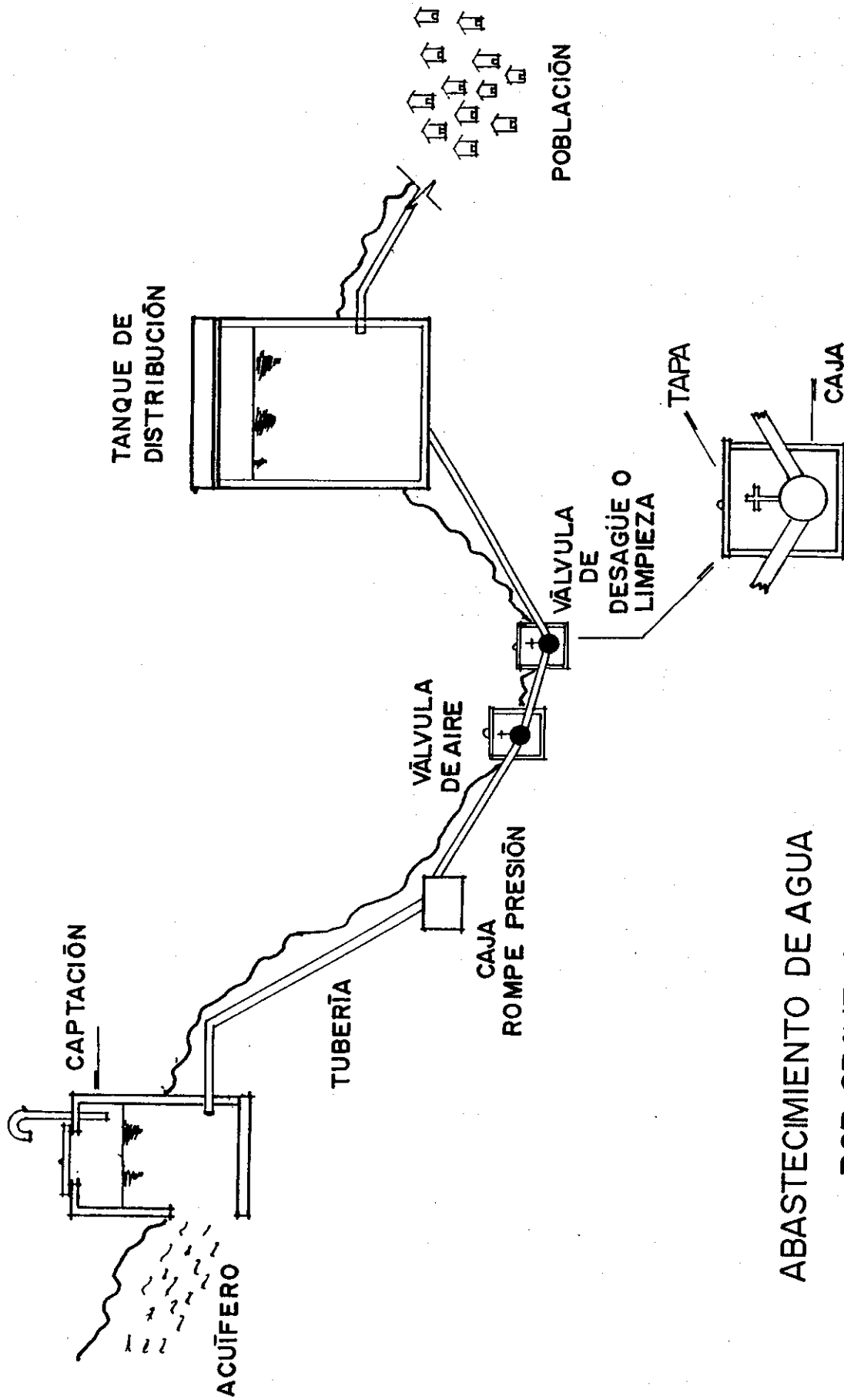
Es una estructura construida de concreto o mampostería, cuya función es distribuir adecuadamente los caudales que demandan los consumidores.



2.1.6 LÍNEA Y RED DE DISTRIBUCIÓN.

Es el sistema de tuberías que conduce el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor, a través de tuberías de hierro galvanizado (Hg) y tuberías de cloruro de polivinilo (PVC)⁶.

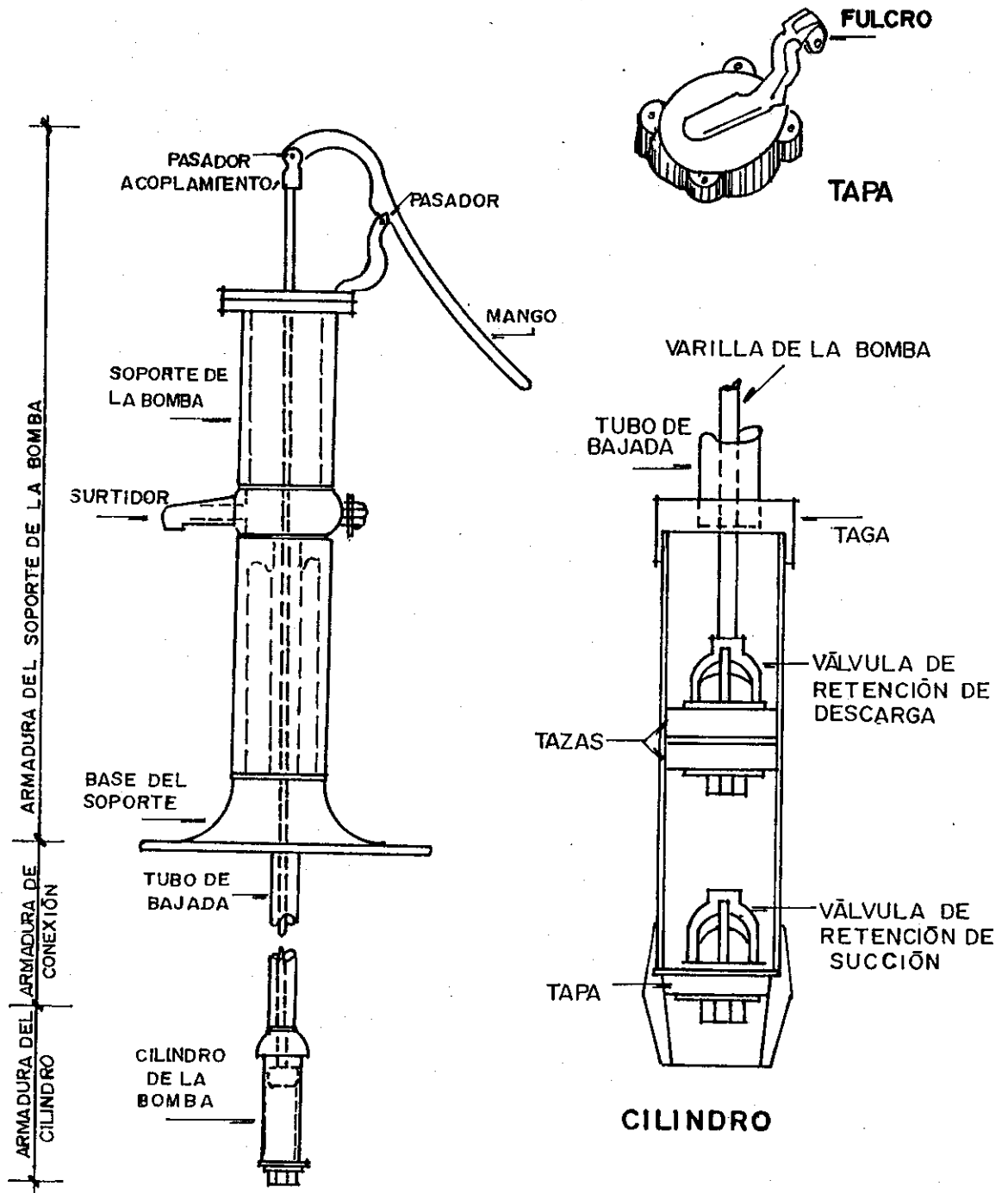
⁶ MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimiento de agua potable. Guatemala: 1991. P.p. 72



ABASTECIMIENTO DE AGUA

POR GRAVEDAD (SIN ESCALA)

FIGURA No 2



NOMENCLATURA DE LAS BOMBAS MANUALES

FIGURA No 3

2.2 POR BOMBEO.

Una bomba es definida como un dispositivo para elevar agua. Existen muchas razones por las cuales se utiliza el bombeo. Cuando razones económicas, topográficas y de localización no permiten usar la fuerza de la gravedad para distribuir el agua potable en una población, es necesario recurrir a medios artificiales para elevar el agua hasta una altura conveniente, es entonces cuando se dispone de equipos elevadores, denominados bombas, y de equipos auxiliares que suministran el trabajo necesario para vencer la fuerza de la gravedad, denominados motores.

El uso de bombas para el funcionamiento de un sistema de agua es muy diverso:

- a- Elevar el agua desde las fuentes productoras (manantiales, pozos, etc.), cuando éstos están situados a elevaciones inferiores a los de distribución, o a elevaciones no suficientes para que permitan el flujo total a los sitios de consumo.
- b- Para elevar el agua parcialmente en el sistema mismo, cuando las presiones disponibles suministradas por otros medios no alcanzan las especificadas por las normas correspondientes.

El suministro de agua a los usuarios es uno de los campos más amplios de aplicación para las bombas. Tanto el agua subterránea de pozos profundos o poco profundos, afloramientos de los mismos a través de manantiales o nacimientos, así como el agua superficial de ríos, lagos o agua proveniente de la lluvia, que se almacena en depósitos artificiales, se usan como fuente de abastecimiento.

2.2.1 BOMBEO MANUAL

El bombeo manual, como su nombre lo indica requiere de la energía humana para accionar la bomba. La bomba más común y difundida es conocida como bomba de simple efecto, recíproca, de desplazamiento positivo, llamada también bomba de mano. La bomba de mano consta de un pistón que alternativamente succiona y lanza agua a un cilindro para luego empujarla fuera, a través de la descarga, ver figura No. 3.

El bombeo manual es aplicable en pozos profundos y poco profundos. La bomba de mano puede subdividirse en dos tipos:

- a- Bombas de mano para pozo poco profundo
- b- Bombas de mano para pozos profundos.

2.2.1.1 BOMBA MANUAL PARA POZO POCO PROFUNDO:

El émbolo y su cilindro se encuentran ubicados por encima del nivel de agua, usualmente dentro del propio soporte de la bomba. Esta bomba depende

de la presión atmosférica para elevar el agua hasta el cilindro, por lo tanto está limitada a una altura de elevación de unos 6 a 7 metros.

2.2.1.2 BOMBA MANUAL PARA POZO PROFUNDO:

Se caracteriza porque el cilindro y el émbolo están ubicados en el pozo por debajo del nivel de agua. Esta bomba puede elevar agua de pozos con una profundidad de hasta 80 metros.

Las fuerzas y el desgaste producidos por la carga hidráulica aumentan con la profundidad de la capa freática. Los problemas de mantenimiento y reparación que implican llegar hasta el cilindro, en lo profundo del pozo, son mucho más difíciles que en el caso de las bombas manuales para pozos poco profundos.

CAPÍTULO III.

TIPOS DE BOMBAS MANUALES UTILIZADAS EN COMUNIDADES

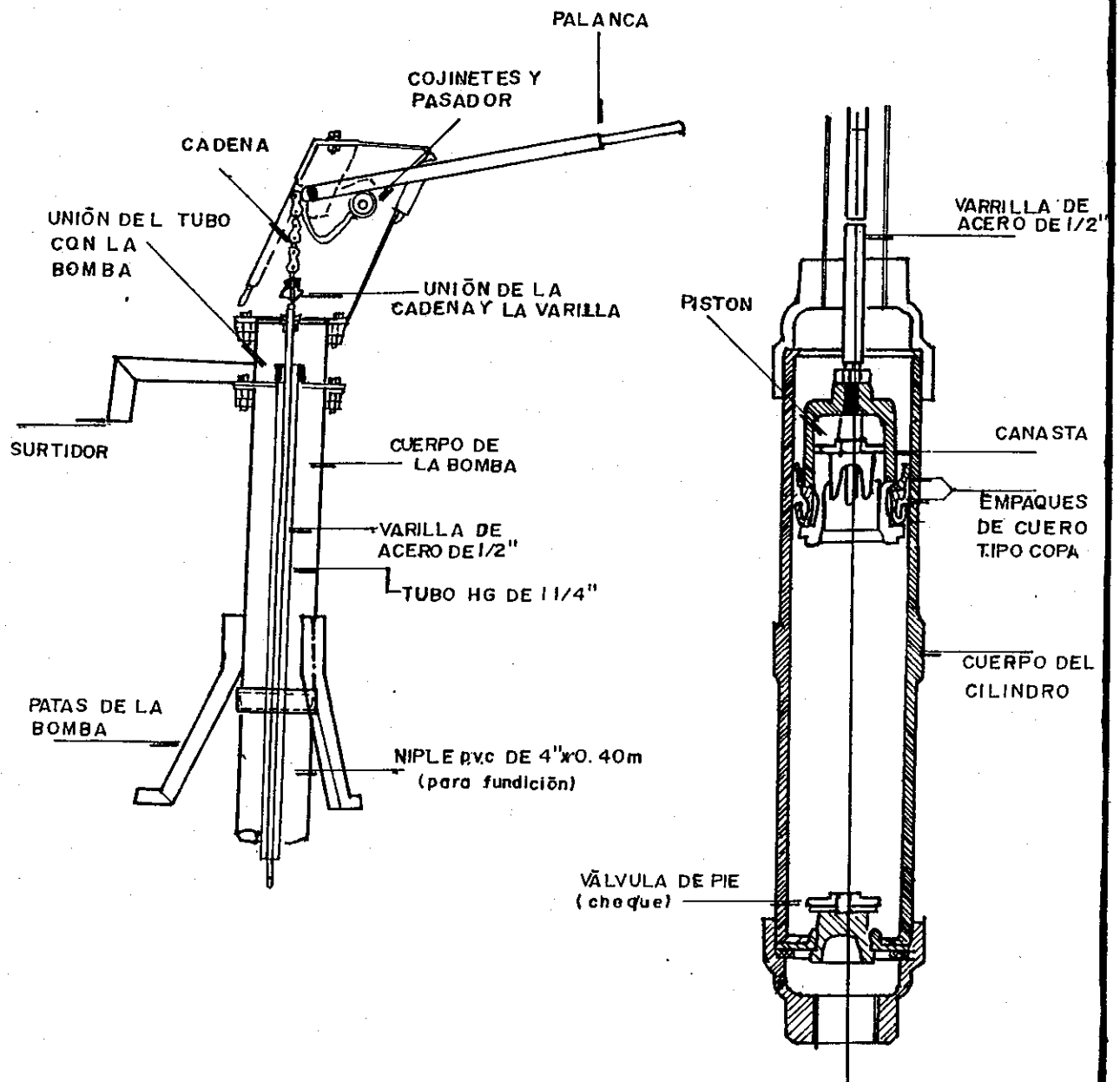
En las comunidades rurales, generalmente, se utilizan tipos de bombas manuales fabricadas localmente, esto facilita la adquisición de los accesorios, componentes y repuestos necesarios para el mantenimiento, de manera que permite la participación directa de las comunidades beneficiadas, así como la oportunidad de utilizar la mano de obra y materiales locales, lo cual crea autosostenibilidad del proyecto.

Dentro de los tipos de bombas manuales que se utilizan en comunidades se encuentran: India Mark II, Remadora, Maya, Mecate o Lazo y PVC.

3.1 BOMBA MANUAL INDIA MARK II.

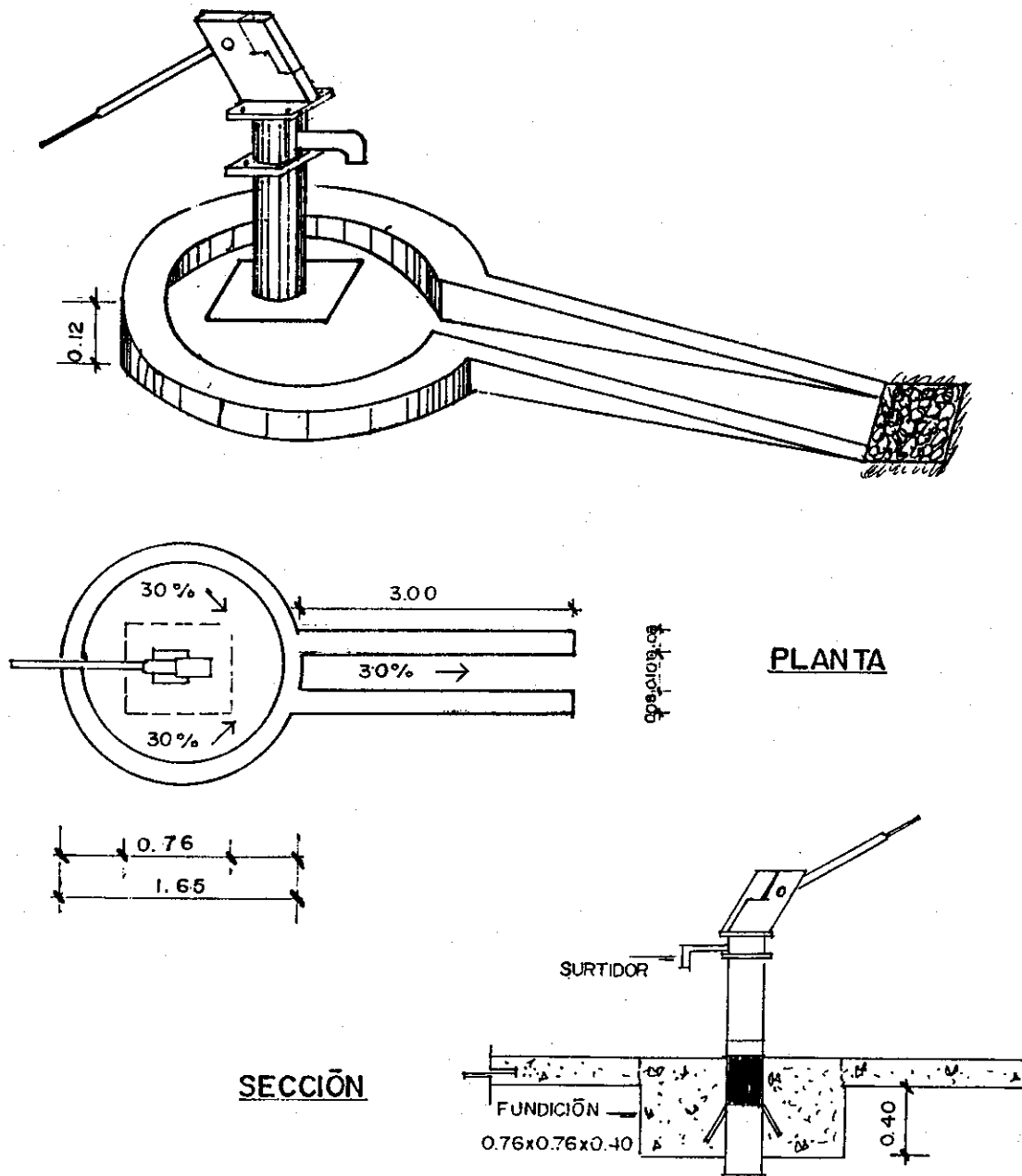
La bomba manual India Mark II es una bomba aspirante e impelente, fabricada en la India, de ahí su nombre. Es una bomba aplicable a pozos profundos, la estructura de la bomba es de acero galvanizado y está compuesta por un cabezal, varillas de la bomba, tubería principal y un cilindro, las varillas son de acero de $\frac{1}{2}$ " de diámetro por 10' de largo; la tubería principal es de hierro galvanizado de $1\frac{1}{4}$ " por 20' de largo. El cilindro de la bomba es de hierro fundido con revestimiento interno de latón, con una válvula de cheque en el fondo.

La bomba, dada su resistencia, es utilizada en pozos de 18 metros hasta 45 metros de profundidad, ya que dentro de este rango se logra un funcionamiento eficiente, ver figura No. 4.



BOMBA INDIA MARK II

FIGURA No 4



INSTALACIÓN DE LA BOMBA INDIA MARK II

(Escala en metros)

FIGURA No 5

3.1.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Para lograr un funcionamiento eficiente de la bomba manual India Mark II es necesario un buen mantenimiento. Para el mantenimiento de la bomba manual India Mark II debe extraerse el cilindro del fondo del pozo para realizar el cambio de empaques de émbolo, izando toda la tubería principal, sin mover la base del cabezal de su lugar.

El mantenimiento debe realizarse de la siguiente forma:

- a- Semanalmente se debe engrasar la cadena, engrasar cojinetes y ajustar el cabezal.
- b- Mensualmente revisar y ajustar el tornillo de la cadena, ajustar la cadena y la varilla, revisar y ajustar el pasador.
- c- Anualmente cambiar empaques de cuero, limpiar el cilindro, revisar la canasta y válvula, revisar varillas aceradas, revisar la tubería de hierro galvanizado y limpiar el cabezal.

3.1.2 COSTOS DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN.

El costo de fabricación de la bomba India Mark II es muy elevado, ya que los componentes de la misma están fabricados de hierro galvanizado. Y la bomba tiene un precio estandar. El costo total de la bomba está determinado por la profundidad del pozo, es decir, por el número de tubos y varillas que se usan para tal profundidad⁷:

⁷ UNICEF. Guía para la selección de bombas manuales usadas en Centro América. Guatemala: 1996. P.p 27.

$$\text{Costo total de la bomba} = \text{precio estandar} + \text{Número de tubos} \times \frac{\text{Precio}}{\text{tubo}} \\ + \text{Número de varillas} \times \frac{\text{precio}}{\text{Varilla}}$$

El costo de instalación de la bomba India Mark II está determinado por las siguientes actividades:

- a- Construcción de una losa de concreto sobre el pozo, fundiendo en ella la base del cabezal.
- c- Construcción de un canal de desagüe y sumidero.

Para determinar la cantidad de materiales a utilizar en la construcción de las estructuras anteriores, se necesitan calcular los volúmenes de las estructuras, los cuales se calculan en función de las estructuras de instalación correspondientes.

Nota: El cálculo de los volúmenes de las estructuras de instalación que se presentan para la determinación de los costos de instalación de las bombas manuales dependen del lugar de instalación, en este sentido los cálculos que se presentan a continuación son determinados suponiendo un lugar como san Juan Sacatepéquez.

3.2 BOMBA MANUAL REMADORA.

La bomba remadora es una bomba del tipo aspirante, utilizada en pozos superficiales. Se le llama bomba remadora debido a su funcionamiento, es decir, el operador puede accionar directamente la varilla del émbolo por medio de un

maneral en forma de "T" , en un ángulo que permita operarla como si fuera un remo.

Es utilizada en pozos excavados con una profundidad no mayor a 7 metros. EL cabezal de la bomba remadora es el cilindro de la misma y consiste en un tubo de PVC. de 2" de diámetro, con una válvula de pie en la parte inferior, una tee de PVC en la parte alta, que sirve para la salida del surtidor de la bomba y un capuchón de madera en la parte superior que cumple la función de tapadera.

La tubería principal, es decir la tubería de succión, consiste en un tubo de PVC de 2" de diámetro; con una válvula de pié en el extremo inferior, dentro del pozo. El émbolo está compuesto por dos componentes plásticos, entre los cuales se ubica un empaque de cuero tipo copa y sobre los mismos trabaja un diafragma de hule que sirve de válvula. La bomba lleva consigo una cámara impulsadora fabricada de tubo de PVC de 1¼" de diámetro, que trabaja junto a la misma⁸ (ver figuras Nos. 6 y 7).

Los componentes de la bomba manual remadora se presentan a continuación (ver figura No. 6.).

- a- Cabezal
- b- Maneral
- c- Émbolo

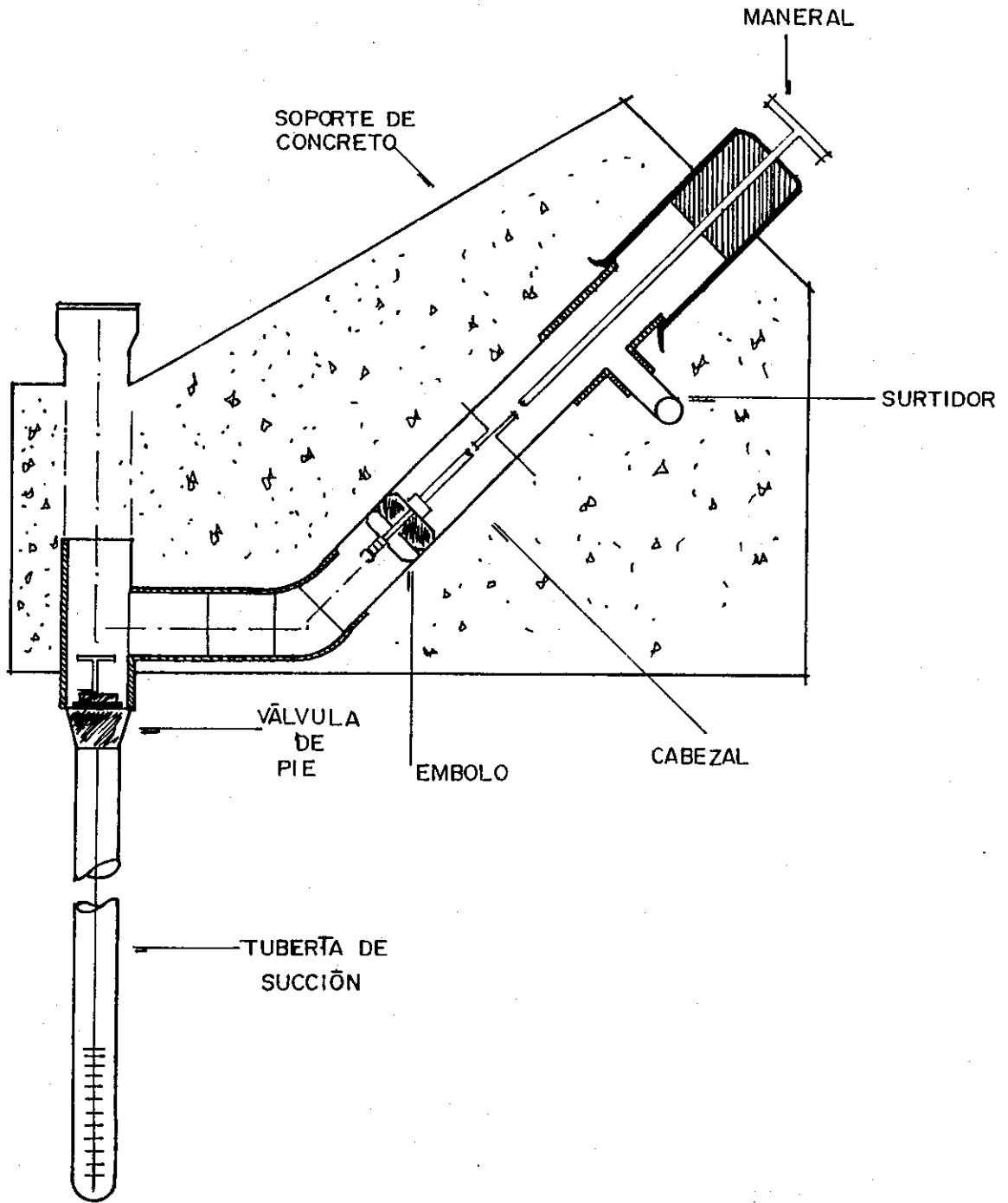
⁸ UNICEF. Guía para la selección de bombas manuales usadas en Centro América, Guatemala: 1996. P.p 23

d- Válvula de pie

e- Tubería de succión

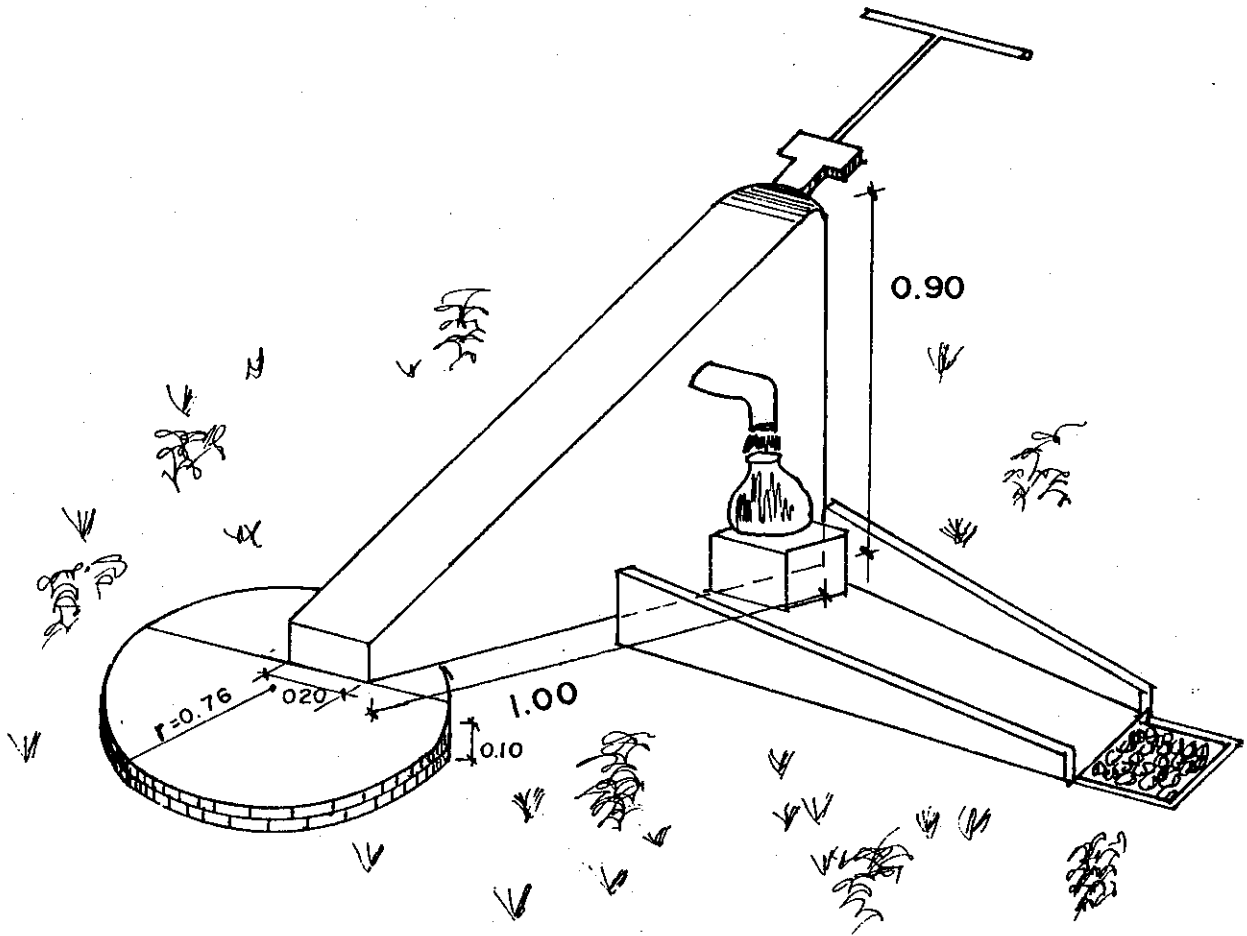
f- Surtidor

g- Soporte de concreto



BOMBA REMADORA

FIGURA No 6



INSTALACIÓN DE LA BOMBA REMADORA
(Escala en metros)

FIGURA No 7

3.2.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Para lograr una buena operación de la bomba remadora, debe darse un mantenimiento de la siguiente manera:

- a- Cambio de empaque del émbolo una vez cada seis meses.
- b- Cambiar cada año los diafragmas 1 y 2 del émbolo.
- c- Cambiar cada año las válvulas de descarga y pie.
- d- Cambiar cada año los o-rings de las válvulas de descarga.

El mantenimiento de la bomba remadora puede darlo la propia comunidad, pues no necesita conocimientos técnicos sofisticados.

3.2.2 COSTOS DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN.

El costo de fabricación de la bomba manual remadora es bajo, ya que es fabricada en Guatemala, utilizando producto nacional y los accesorios de la bomba son fabricados de PVC.

Como la bomba es aplicable a pozos poco profundos, es decir, hasta 7 metros de profundidad, entonces el costo total de la bomba será:

$$\text{Costo total de la bomba} = \text{precio de la bomba} + 1 \text{ tubo de PVC } 2'' \times \frac{\text{precio}}{\text{tubo}}$$

El costo de instalación de la bomba remadora se determina a través de las siguientes actividades:

- a- Construcción de una estructura de instalación con los materiales locales disponibles como piedra bola, piedrín, bloque para construcción, ladrillo, arena y cemento.
- b- Construcción de la tapadera del pozo.
- c- Traslado de la bomba al lugar.

Los materiales a utilizar en la instalación de la bomba remadora, están determinados por el volumen de la estructura de instalación y el volumen de la tapadera del pozo.

3.3 BOMBA MANUAL MAYA.

La bomba manual maya es una bomba de tipo de acción directa, es decir, que la acción del operador es aplicada directamente al émbolo. Se le denomina bomba manual maya porque se desarrolló en Guatemala. Es una bomba aspirante e impelente, de émbolo de acción recíproca de doble efecto, es decir, eleva agua tanto al subir como al bajar el maneral, es aplicable a pozos excavados con una altura máxima de bombeo de 14 metros.

Una de las características de la bomba manual maya es que para su funcionamiento no necesita cebarse, esto evita el riesgo de usar agua contaminada. De los componentes de la bomba, el cabezal es el único que está hecho de tubería de hierro negro de 2" y 2½" de diámetro, éste se protege contra la intemperie por medio de un baño galvanizado, lo cual lo hace resistente a las

aguas corrosivas. El maneral y el émbolo están fabricados con tubería de PVC de 1¼" de diámetro, el cilindro está hecho de tubería de PVC de 2" de diámetro. Las varillas de la bomba son de tubos de PVC de 1¼" de diámetro y la tubería principal es de tubo de PVC de 2" de diámetro. Por ser una bomba fabricada en Guatemala, se cuenta con los accesorios necesarios para el mantenimiento y con esto se evita el tener que importar los accesorios y así perder el tiempo.

3.3.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Para lograr una operación eficiente de la bomba manual maya es necesario que el mantenimiento se de como sigue:

- a- Realizar cambio del empaque de cuero del émbolo cada 6 meses.
- b- Realizar cambio de los diafragmas y anillos de hule cada año.

El mantenimiento de la bomba manual maya, puede realizarlo la propia comunidad ya que lo único que se necesita es contar con herramientas comunes y conocimientos técnicos mínimos⁹.

3.3.2 COSTOS DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN.

El costo de fabricación de la bomba manual maya, aunque es fabricada en Guatemala, es más alto que el costo de la bomba remadora, ya que el 80 % de los componentes de la bomba maya están fabricados de tubería PVC y el cabezal

⁹ UNICEF. Gula para la selección de bombas manuales usadas en Centro América. Guatemala: 1996. P.p 36.

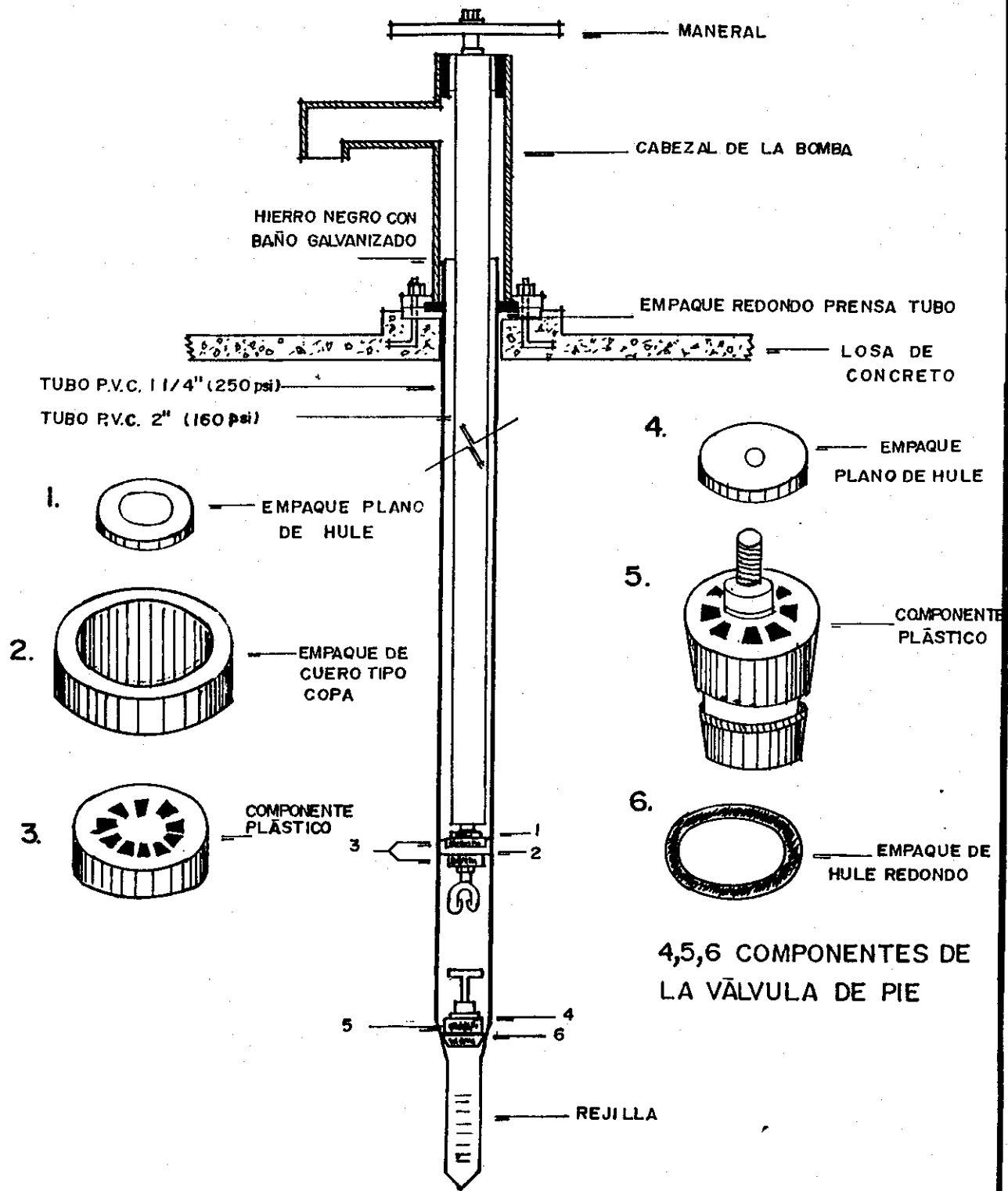
está hecho de tubería de hierro negro de 2" y 2 1/2" . Los costos también suben porque la bomba es aplicable a pozos de 14 metros de profundidad

$$\begin{aligned} \text{Costo total de la bomba} &= \text{precio de la bomba} + \text{Número de tubos de PVC } 2 \frac{1}{2} \text{ " } \times \frac{\text{precio}}{\text{tubo}} \\ &+ \text{Número de varillas} \times \frac{\text{precio}}{\text{Varilla}} \end{aligned}$$

El costo de instalación de la bomba está determinado por las siguientes actividades:

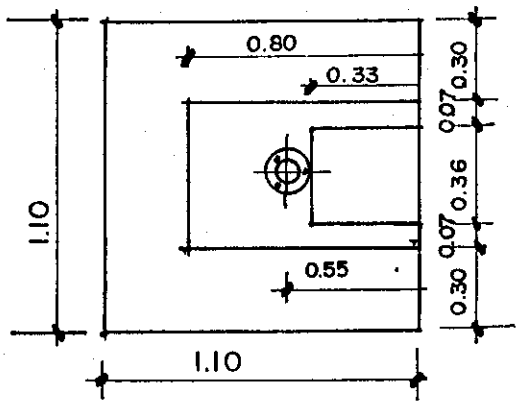
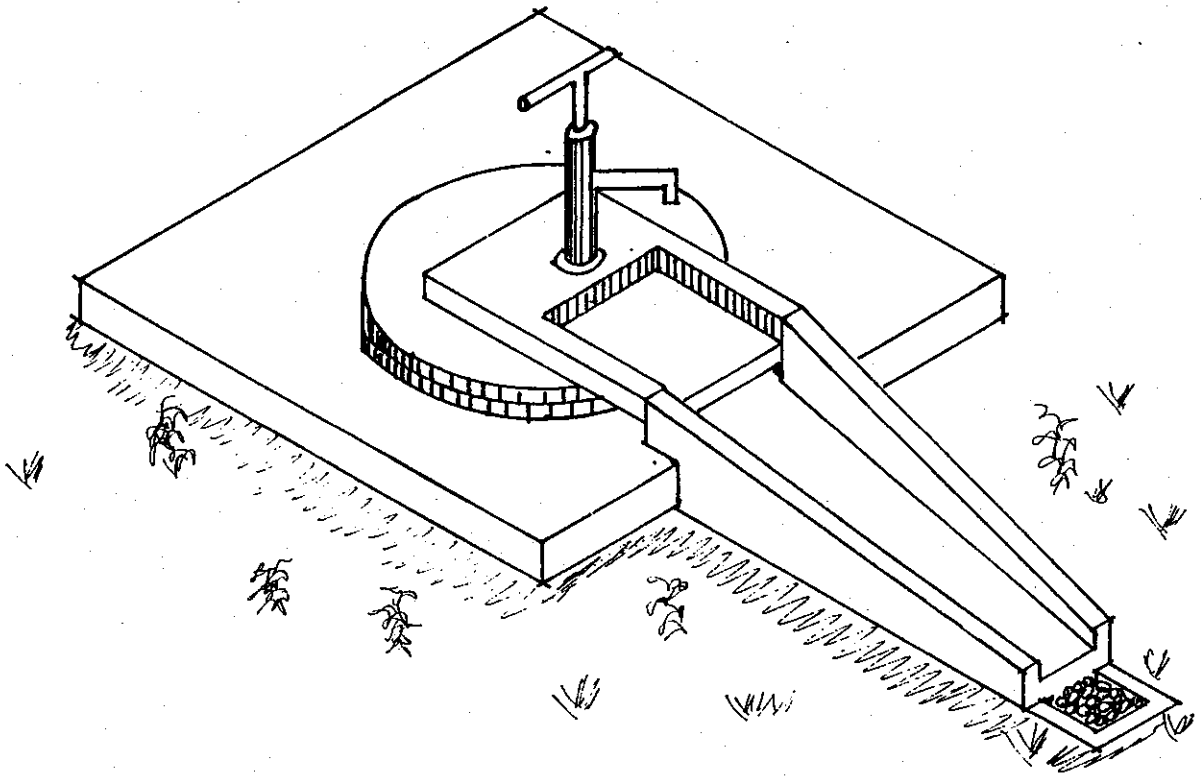
- a- Construcción de brocal y losa de concreto sobre el pozo.
- b- Construcción del canal de desagüe y sumidero
- c- Construcción de losa para la bomba

Los materiales a utilizar en las actividades están en función del volumen de la estructura de instalación de la bomba (ver figuras Nos. 8 y 9).



BOMBA MAYA

FIGURA No 8



PLANTA ESC. 1:25



SECCIÓN ESC. 1:25

NOTA. LA ESCALA ES EN METROS.

INSTALACIÓN DE LA BOMBA MAYA

FIGURA No 9

3.4 BOMBA MANUAL DE LAZO

La bomba manual de lazo o mecate es una variante de las bombas de desplazamiento. Se trata de un lazo con empaques separados equidistantemente, generalmente la separación es de 45 a 50 centímetros, que se suben dentro 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, al girar la rueda, el lazo con los empaques se mueve de forma continua, empujando el agua dentro del tubo hacia la superficie.

La bomba de lazo es fabricada con materiales locales accesibles en las comunidades rurales. Tiene la ventaja de que para su funcionamiento no necesita el cebado, evitándose con esto la contaminación del agua. La bomba manual de lazo es utilizada en pozos con una profundidad de 5 metros hasta 40 metros. La bomba está compuesta por un conjunto de elementos que componen el cabezal (un soporte de hierro, una polea, una manivela y un surtidor para la descarga), un lazo que tiene la función de varilla de la bomba, ya que en él van amarrados una serie de pistones o empaques que elevan el agua, una tubería principal por donde suben los pistones y una guía para los mismos, ubicada en el fondo del pozo.

3.4.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se puede lograr una operación eficiente de la bomba manual de lazo si se le da el mantenimiento siguiente:

- a) Aun cuando los materiales que se utilicen sean los mejores y se tenga el cuidado de hacer la bomba, siempre se va a necesitar que se hagan reparaciones después de un tiempo de uso.
- b) La parte de la bomba que se debe mantener en observación es el lazo, porque es el que más rápido va a deteriorarse y se deteriora en la unión entre él y el empaque de madera.
- c) El desgaste entre estas dos piezas puede verificarse en la separación entre ellas debido a que constantemente se están moviendo y como consecuencia el caudal de agua que se bombea es menor al que se bombeaba al principio.
- d) Una forma de determinar cuando están gastados el lazo y los empaques es a través 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 dentro del 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.
- e) Otro de los cuidados que debe de tenerse es el engrase de la manivela, pues así se evita el desgaste y el que sea difícil darle vuelta.

3.4.2 COSTOS DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN

El costo de fabricación de la bomba manual de lazo es variable ya que aunque los accesorios son fabricados en Guatemala, éste varía en función de la profundidad del pozo.

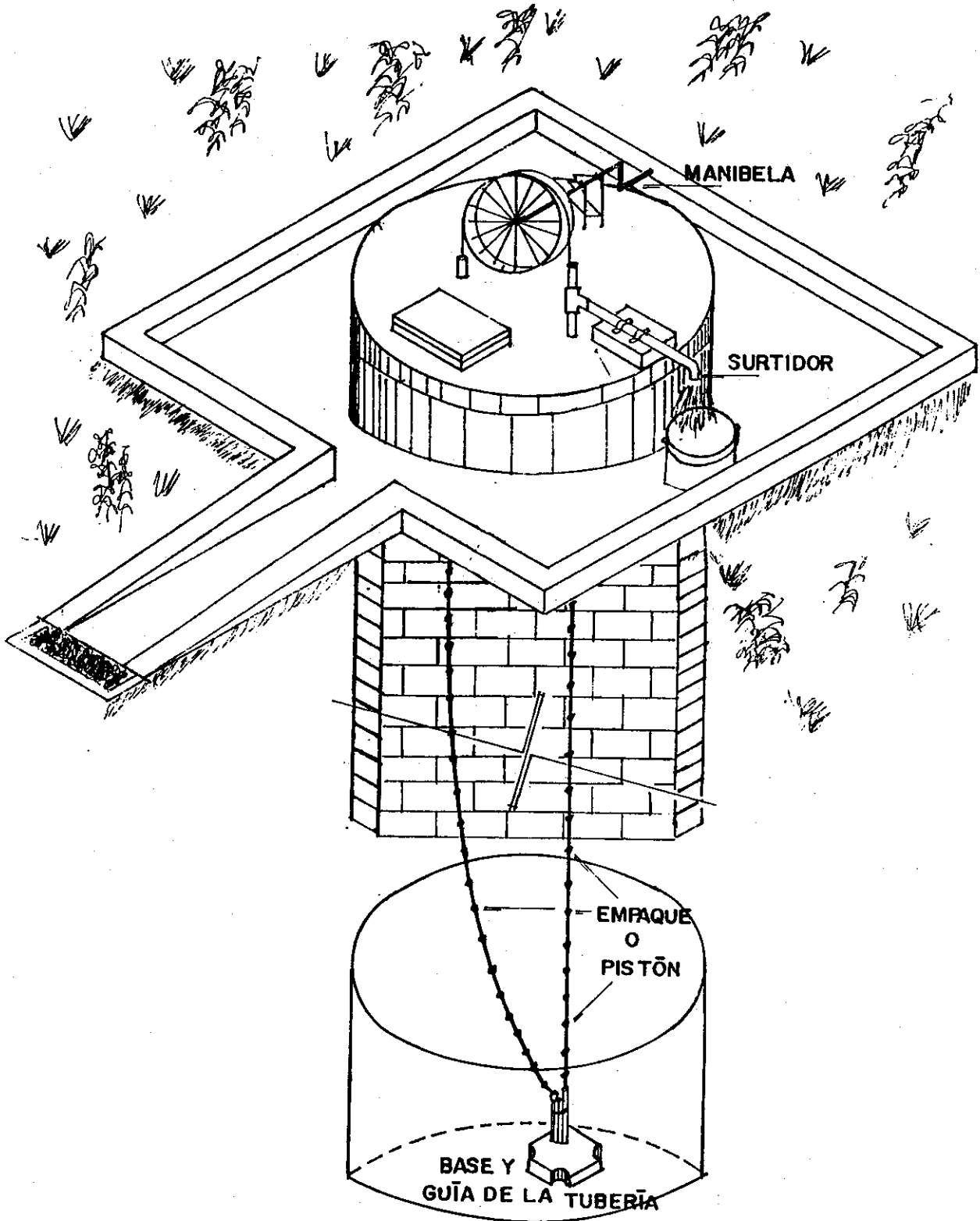
Así se tiene que la tubería de PVC a introducir dentro del pozo varía de diámetro, la longitud del lazo tiene que ser el doble de la profundidad del pozo medida en metros.

Por ejemplo, para un pozo de 10 metros de profundidad se utiliza tubería de PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, mientras que para un pozo de 20 a 30 metros de profundidad se utiliza tubería de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, el número de empaques a utilizar se obtiene dividiendo la longitud del lazo entre 0.45 metros, que es la separación entre cada empaque en el lazo.

El costo de instalación de la bomba manual de lazo se determina a través del costo total de materiales, costo de la bomba y costo del transporte. El costo de instalación se da a través de las siguientes actividades:

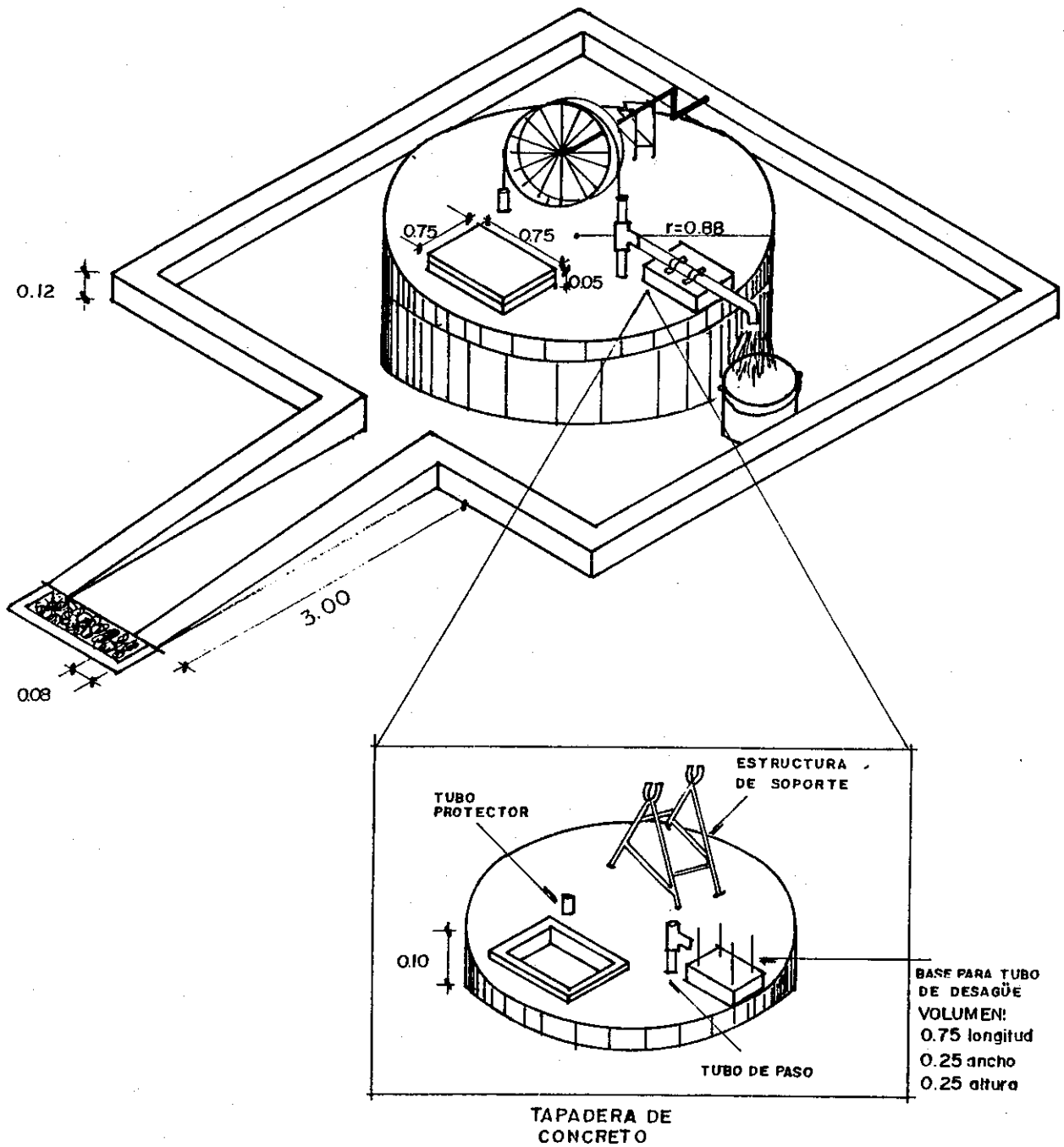
- a- Construcción de una losa de concreto sobre el pozo, fundiendo en ella el soporte del cabezal, el tubo protector que recibe a los pistones que vienen de la polea, el tubo de pase y la base para el tubo de descarga
- b- Construcción del canal de desagüe y sumidero.
- c- Construcción de tapadera de inspección y base para el tubo de descarga.

d- Construcción de losa alrededor del pozo (ver figuras Nos.10 y 11).



BOMBA DE LAZO

FIGURA No 10



INSTALACIÓN DE LA BOMBA
 DE LAZO (Escala en mts.)

FIGURA No II

3.5 BOMBA MANUAL DE PVC

La bomba manual de PVC es una bomba de acción directa, es decir, que la acción del operador es aplicada directamente al émbolo, sin utilizar el sistema de palanca. La bomba manual de PVC es una bomba aspirante e impelente, de émbolo de acción recíproca de doble efecto, es decir, eleva agua tanto al subir como al bajar el maneral. Esta bomba es fabricada en Guatemala utilizando materiales nacionales, situación que da la oportunidad de disponer en todo momento de los repuestos necesarios para su mantenimiento.

La bomba manual de PVC consta de los siguientes componentes: cabezal, maneral, émbolo, cilindro, válvula de pie, anillo de hule, varillas de la bomba, tubería de subida o bajada y varilla de extracción. Contrariamente a las bombas aspirantes, la bomba manual de PVC no necesita cebado para su funcionamiento, lo cual hace descartar el riesgo de utilizar agua contaminada, por tener un émbolo de doble efecto (al subir el maneral y bajar el maneral) permite surtir agua durante las dos acciones de bombeo. La bomba manual de PVC no puede extenderse a pozos demasiado profundos, es utilizada en pozos cuya profundidad máxima es de 14 metros.

3.5.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La bomba manual de PVC tiene una operación eficiente si se lleva a cabo el mantenimiento siguiente:

- semanalmente deben revisarse: tuercas del cabezal, tuerca del maneral y anillo de hule prensa-tubo.
- Anualmente deben realizarse las siguientes actividades: cambiar empaque de cuero del émbolo, cambiar diafragma de hule del émbolo, ajustar tuerca de émbolo, cambiar diafragma de hule de válvula de pie, ajustar "T" de válvula de pie, cambiar junta de válvula de pie, limpiar rejilla del cilindro, revisar tubería de bajada y pintar el cabezal (ver figuras Nos. 12 y 13) .

3.5.2 COSTOS DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN

El costo de fabricación de la bomba manual de PVC es uno de los más bajos en comparación con los costos de otras bombas manuales, porque todos sus componentes son fabricados de tubería de PVC.

Ya que los accesorios son fabricados en Guatemala se tiene la ventaja de contar con los repuestos respectivos.

$$\begin{aligned} \text{Costo total de la bomba} &= \text{precio de la bomba} + \text{Número de tubos de 1"} \times \frac{\text{precio}}{\text{tubo}} \\ &+ \text{Número de tubos de 1/2"} \times \frac{\text{precio}}{\text{tubo}} \end{aligned}$$

El costo de instalación de la bomba manual de PVC depende del volumen de la estructura de instalación y ésta se presenta a través de las siguientes actividades:

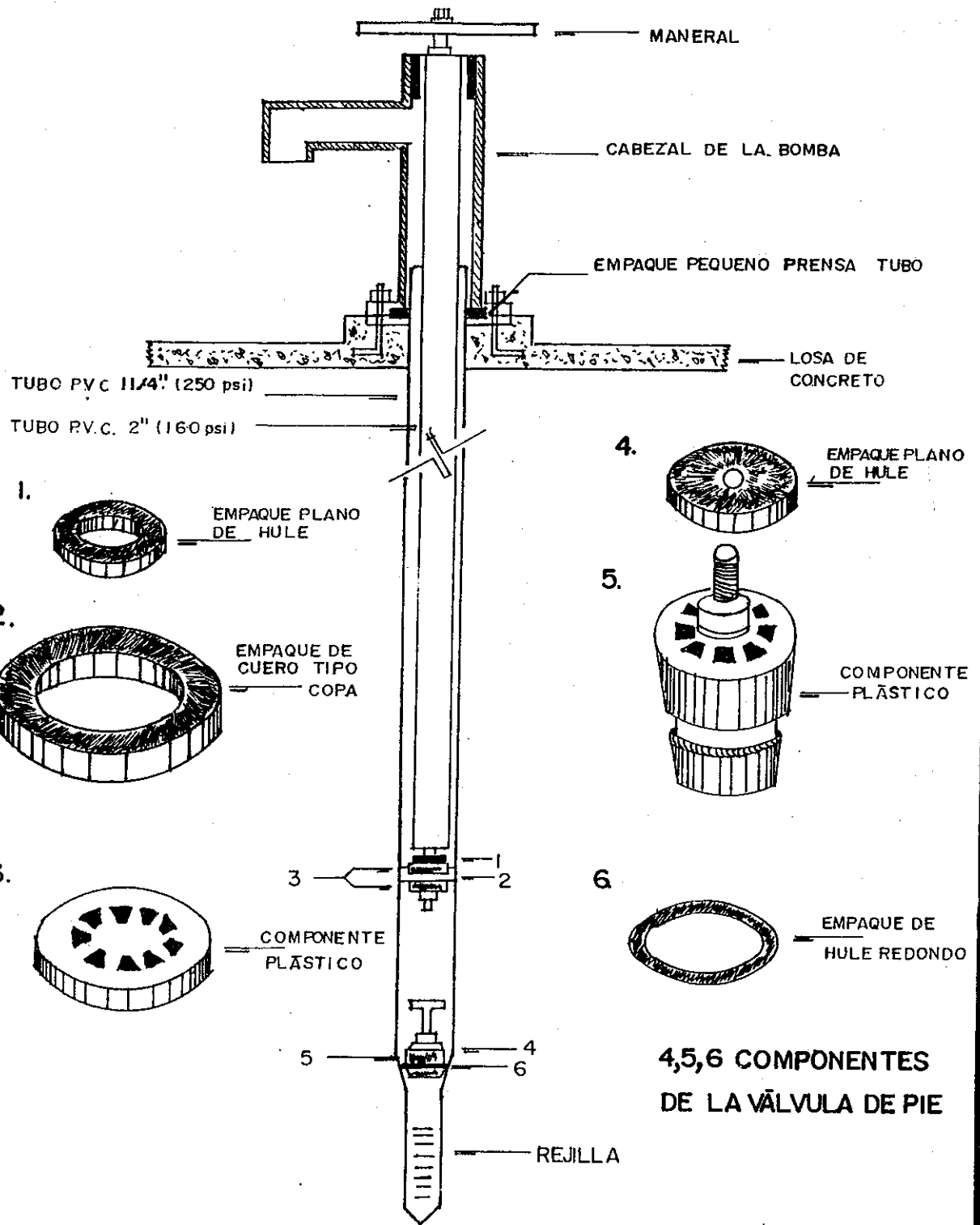
- Construcción de tapadera del pozo y brocal.
- Construcción del canal de desagüe y sumidero.

- Construcción de losa para la bomba.

3.6 OTRAS BOMBAS MANUALES:

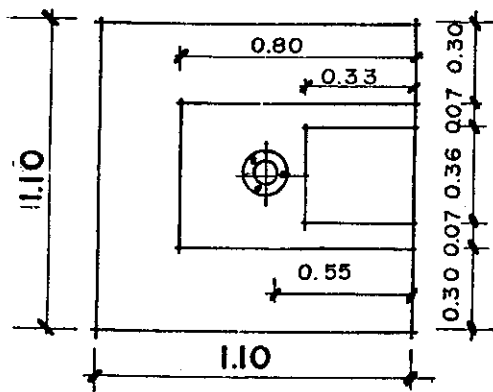
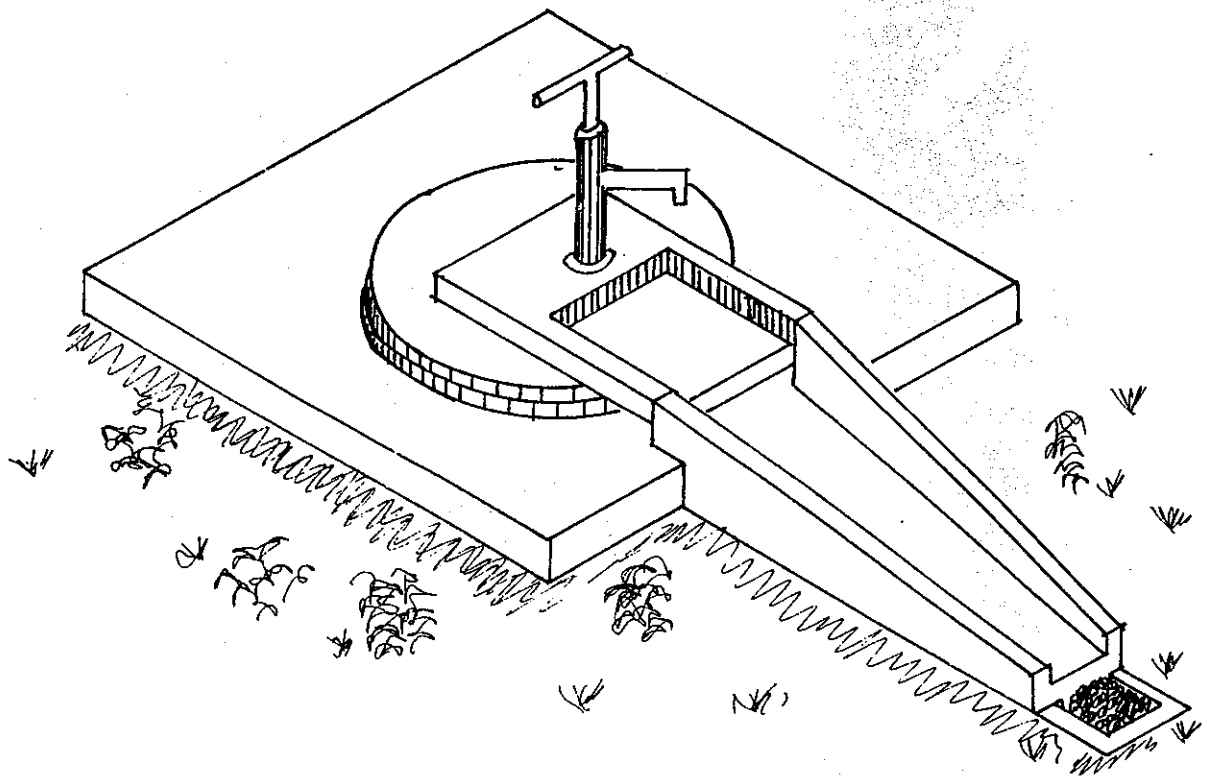
Existen otras bombas manuales que se utilizan en las comunidades guatemaltecas aunque, no con mucha frecuencia, así por ejemplo se utiliza la bomba manual india Mark III y la bomba manual india Mark modificada.

Se conocen otras bombas manuales tales como la bomba manual camisa, la bomba manual PVC, pipil, etc.



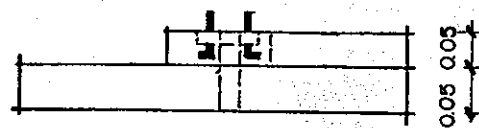
BOMBA P.V.C.

FIGURA No 12



PLANTA

ESC. 1:25



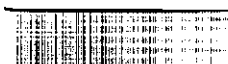
SECCIÓN

ESC. 1:25

NOTA. LA ESCALA ESTA EN METROS.

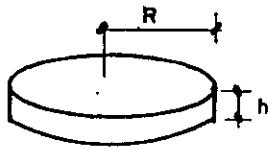
INSTALACIÓN DE LA BOMBA P.V.C.

FIGURA No 13



PARA CALCULAR EL VOLUMEN DE LA ESTRUCTURA DE
INSTALACIÓN DE LAS BOMBAS MANUALES SE UTILIZARÁ:

LA FÓRMULA QUE DETERMINA EL VOLUMEN DE UN CILINDRO
PARA LA TAPADERA DEL POZO ES:



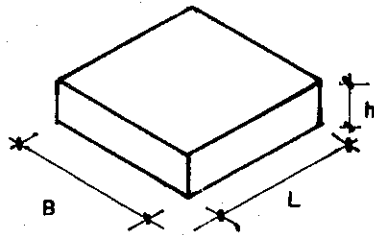
$$\text{Volumen} = \pi * R^2 * h$$

Donde:

h = espesor de la tapadera en metros.

$\pi = 3.14159$ R = radio

EN EL CASO DE LA LOZA DEL POZO SE UTILIZARÁ LA SIGUIENTE
FÓRMULA:



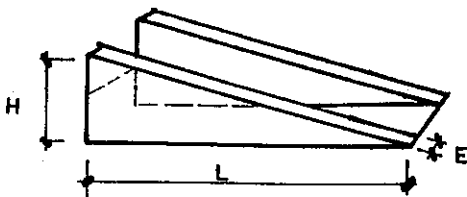
$$\text{Volumen} = B * L * h$$

Donde:

B = base L = longitud h = espesor

Como serán tapaderas cuadradas la base con la longitud serán las mismas.

EL VOLUMEN DEL CANAL Y SU SUMIDERO SE CALCULA CON LA
SIGUIENTE FÓRMULA:



$$\text{Volumen} = 1/2 * L * H * E + 1/2 * L * H * E$$

$$\text{Volumen} = L * H * E$$

Donde :

L = longitud del canal

H = altura del canal

E = espesor del canal

FIGURA No 14

3.7 CÁLCULO DE COSTOS DE INSTALACIÓN DE BOMBAS MANUALES UTILIZADAS EN COMUNIDADES

3.7.1 CÁLCULO DE COSTOS DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL INDIA MARK II PARA UN POZO DE 20 m DE PROFUNDIDAD

$$\begin{aligned} \text{Costo total de la bomba} &= \text{precio estandar} + \text{Número de tubos} \times \frac{\text{Precio}}{\text{tubo}} \\ &+ \text{Número de varillas} \times \frac{\text{precio}}{\text{Varilla}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo total de la bomba} &= 3187.50 + 7 \text{ tubos} \times \frac{Q.40.50}{\text{tubo}} \\ &+ 7 \text{ varillas} \times \frac{Q.45.55}{\text{varilla}} = Q3789.85 \end{aligned}$$

Para calcular los volúmenes de la estructura de instalación se han considerado las fórmulas descritas en la figura número 14.

A continuación se presenta el cálculo de volúmenes de la estructura de instalación de la bomba manual India Mark II, contando con los siguientes datos (ver figura No. 5):

Volumen de la losa del pozo:

$$\pi = 3.1416$$

$$\text{radio} = 0.83\text{m}$$

espesor = 0.12m

Volumen de la losa del pozo (v1)=(3.1416)(0.83m)²(0.12m)= 0.26m³

Volumen de la losa para la bomba:

Largo = 0.76m

Ancho = 0.76m

Altura = 0.40m

Volumen de losa para la bomba (V2)= (0.76m)(0.76m)(0.40)= 0.24m³

Volumen del canal de desagüe:

Largo = 3m

Espesor = 0.08m

Ancho = 0.10m

Volumen del canal de desagüe(V3)= (3m)(0.10m)(0.08m)(2) = 0.05 m³

Volumen total de la estructura de instalación = V1+V2+V3 = 0.65m³

Cálculo de los materiales

El cálculo de los materiales se hace utilizando la siguiente fórmula (ver tabla

No. 4) :

$$\text{Volumen del material} = \frac{(\text{volumen de la estructura})(1.4)(\text{proporción del materia})}{1+2+3}$$

donde 1 representa la proporción de cemento en la mezcla, 2 representa la proporción de arena y 3 representa la proporción de pedrín.

$$\text{Volumen del material} = \frac{(\text{Volumen de la estructura})(1.4)(\text{proporción del material})}{1+2+3}$$

$$\text{Volumen de cemento} = \frac{(0.65\text{m}^3)(1.4)(1)}{1+2+3} = 0.152\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de arena} = \frac{(0.65\text{m}^3)(1.4)(2)}{1+2+3} = 0.33\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de pedrín} = \frac{(0.65\text{m}^3)(1.4)(3)}{1+2+3} = 0.46\text{m}^3$$

Materiales	Precio por unidad (Q.)	Costo (Q.)
6 sacos de cemento	28.00	168.00
0.33 m ³ de arena	60.00	19.80
0.46 m ³ de pedrín	120.00	55.20
0.25 m ³ de piedra bola	100.00	25.00
4 tablas de 1"x2"x3'	30.00	120.00
3 varillas de hierro de ¼"	10.00	30.00
2 libras de clavo de 2½"	2.50	5.00
4 tablas de 1"x4x10'	10.00	40.00
2 libras de alambre de amarre	3.00	6.00

Tabla No. 4.

COSTO TOTAL DE MATERIALES A UTILIZAR = ----- Q469.00

COSTO DE LA BOMBA INDIA MARK II = ----- Q3,789.85

COSTO DEL TRANSPORTE (FLETE) = ----- Q250.00

COSTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA INDIA MARK II = COSTO DE MATERIALES A UTILIZAR + COSTO DE LA BOMBA + COSTO DEL TRANSPORTE (FLETE).

COSTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA INDIA MARK II = Q4,508.85

3.7.2 CÁLCULO DE COSTOS DE INTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL REMADORA PARA UN POZO DE 7 METROS DE PROFUNDIDAD

Costo total de la bomba = precio estandar + 1 tubo de PVC de 2" $\times \frac{\text{Precio}}{\text{tubo}}$

Costo total de la bomba = Q.381.50 + 1 tubo de PVC de 2" $\times \frac{Q.48.50}{\text{tubo}}$

Costo total del la bomba = Q430.00

Los materiales a utilizar en la instalación de la bomba remadora están determinados por el volumen de la estructura de instalación y el volumen de la tapadera del pozo.

Para calcular los volúmenes de la estructura de instalación de la bomba manual remadora se han considerado las fórmulas descritas en la figura número

14. A continuación se presenta el cálculo de volúmenes de la estructura de instalación para la cual se cuenta con los datos de la figura No.7

Volumen de la estructura:

Largo = 1m

altura = 0.90m

espesor = 0.20m

Volumen de la estructura (v1)=(1m)(0.90m)(0.20m) = 0.20m³

Volumen de la tapadera del pozo:

$\pi = 3.1416$

radio = 0.76m

Altura = 0.10m

Volumen de la tapadera del pozo (V2) = (3.1416)(0.76m)²(0.10) = 0.18m³

Volumen total de la estructura de instalación = V1+V2 = 0.354m³

Cálculo de los materiales

El cálculo de los materiales se hace utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen del material} = \frac{(\text{volumen de la estrucctura})(1.4)(\text{proporción del materia})}{1+2+3}$$

$$\text{Volumen de cemento} = \frac{(0.354\text{m}^3)(1.4)(1)}{1+2+3} = 0.083\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de arena} = \frac{(0.354\text{m}^3)(1.4)(2)}{1+2+3} = 0.17\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de pedrín} = \frac{(0.354\text{m}^3)(1.4)(3)}{1+2+3} = 0.25\text{m}^3$$

Materiales	Precio por unidad (Q.)	Costo (Q.)
3 sacos de cemento	28.00	84.00
0.17 m ³ de arena	60.00	12.00
0.25 m ³ de pedrín	120.00	30.00
4 tablas de 1"x12"x10'	30.00	120.00
6 varillas de hierro de ¼"	10.00	60.00
2 libras de clavo de 2½"	2.50	5.00
2 libras de alambre de amarre	3.00	6.00

Tabla No. 5.

COSTO TOTAL DE MATERIALES A UTILIZAR = -----Q317.00

COSTO DE LA BOMBA = -----Q430.00

COSTO DEL TRANSPORTE (FLETE) = -----Q250.00

COSTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA REMADORA = COSTO TOTAL DE
MATERIALES + COSTO DE LA BOMBA + COSTO DEL TRANSPORTE.

COSTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA REMADORA = Q.997.00

3.7.3 CÁLCULO DE COSTOS DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL

MAYA

$$\begin{aligned} \text{Costo total de la bomba} &= \text{precio estandar} + \text{Número de tubos} \times \frac{\text{Precio}}{\text{tubo}} \\ &+ \text{Número de varillas} \times \frac{\text{precio}}{\text{Varilla}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo total de la bomba} &= \text{Q.671.50} + 2 \text{ tubos de } 2 \frac{1}{2}'' \times \frac{\text{Q.55.00}}{\text{tubo}} \\ &+ 2 \text{ tubos de } 1 \frac{1}{4}'' \times \frac{\text{Q.49.50}}{\text{tubo}} = \text{Q.880.50} \end{aligned}$$

Los materiales a utilizar en las actividades están en función del volumen de la estructura de instalación de la bomba.

Para calcular los volúmenes de la estructura de instalación se han considerado las fórmulas descritas en la figura número 14.

A continuación se presenta el cálculo de volúmenes de la estructura de instalación de la bomba manual Maya contando con los siguientes datos (ver figura No. 9):

Volumen de la tapadera del pozo:

largo = 1.10m

ancho = 1.10m

altura = 0.25m

Volumen de la tapadera del pozo (v1)=(1.10m)(1.10m)(0.25m)= 0.30m³

Volumen de la losa para la bomba:

Largo = 0.80m

Ancho = 0.50m

Espesor = 0.05m

Volumen de losa para la bomba (V2)= (0.80m)(0.50m)(0.05)= 0.02m³

Volumen del canal de desagüe:

Largo = 3m

Espesor = 0.09m

Ancho = 0.25m

Volumen del canal de desagüe(V3)= (3m)(0.25m)(0.09m)(2) = 0.14 m³

Volumen total de la estructura de instalación = V1+V2+V3 = 0.50m³

Volumen del material = $\frac{(\text{Volumen de la estructura})(1.4)(\text{proporción del material})}{1+2+3}$

Volumen de cemento = $\frac{(0.50\text{m}^3)(1.4)(1)}{1+2+3} = 0.12\text{m}^3$

Volumen de arena = $\frac{(0.50\text{m}^3)(1.4)(2)}{1+2+3} = 0.23\text{m}^3$

Volumen de pedrín = $\frac{(0.50\text{m}^3)(1.4)(3)}{1+2+3} = 0.35\text{m}^3$

Materiales	Precio por unidad (Q.)	Costo (Q.)
5 sacos de cemento	28.00	140.00
0.23 m ³ de arena	60.00	15.00
0.35 m ³ de piedrín	120.00	42.00
4 tablas de 1"x12"x10'	30.00	120.00
3 reglas de 1"x3"x10'	8.00	24.00
3 varillas de hierro de 3/8	10.00	30.00
2 libras de clavo de 2½"	2.50	5.00
2 libras de alambre de amarre	3.00	6.00

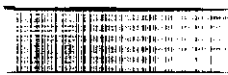
Tabla No. 6.

COSTO TOTAL DE MATERIALES A UTILIZAR = ----- Q382.00

COSTO DE LA BOMBA = ----- Q880.50

COSTO DEL TRANSPORTE(FLETE) = ----- Q250.00

COSTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL MAYA = COSTO TOTAL DE
MATERIALES A UTILIZAR + COSTO DE LA BOMBA + COSTO DEL
TRANSPORTE(FLETE) = ----- Q1,512.50



3.7.4 CÁLCULO DE COSTOS DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL DE LAZO O MECATE PARA UN POZO DE 25m DE PROFUNDIDAD

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (Q.)	Costo
Estructura de metal que incluye rueda y manivela	1	250.50	250.00
Empaques de plástico	100	0.50	50.00
Tubo PVC de ½"	4	13.00	52.00
Tee de 2"	1	22.00	22.00
Reducidor de 2" a ½"	1	12.00	12.00
Adaptador macho de 1"	1	4.50	4.50
Lazo (2 veces la profundidad del pozo medida e metros)	46	0.69	35.00
Base de concreto (guía de la tubería)	1	57.50	57.50
Pegamento especial para PVC	1	13.00	13.00
COSTO TOTAL DE LA BOMBA DE LAZO		Q. 500.00	

Tabla No. 7.

Los materiales a utilizar en la instalación de la bomba manual de lazo están en función de los volúmenes de la estructura de instalación de la misma. Para determinar los materiales a utilizar se presentan las siguientes actividades:

Para calcular los volúmenes de la estructura de instalación se han considerado las fórmulas descritas en la figura número 14.

A continuación se presenta el cálculo de volúmenes de la estructura de instalación de la bomba manual de lazo contando con los siguientes datos (ver figura No. 11):

Volumen de la losa del pozo:

$$\pi = 3.1416$$

$$\text{radio} = 0.88\text{m}$$

$$\text{altura} = 0.10\text{m}$$

$$\text{Volumen de la losa del pozo (v1)} = (3.1416)(0.88\text{m})^2(0.10\text{m}) = 0.27\text{m}^3$$

Volumen del canal de desagüe:

$$\text{Largo} = 3\text{m}$$

$$\text{altura} = 0.12\text{m}$$

$$\text{espesor} = 0.08\text{m}$$

$$\text{Volumen del canal de desagüe(V2)} = (3\text{m})(0.12\text{m})(0.08\text{m})(2) = 0.06 \text{ m}^3$$

Volumen de la losa alrededor del pozo:

$$\text{Largo} = 2.50\text{m}$$

$$\text{Altura} = 0.12\text{m}$$

$$\text{Espesor} = 0.08\text{m}$$

$$\text{Volumen de la losa alrededor del pozo(V3)} = (2.50\text{m})(0.08\text{m})(0.12\text{m})(4) = 0.096\text{m}^3$$

Volumen de tapadera de inspección:

largo = 0.75m

Ancho = 0.75m

Espesor = 0.05m

Volumen de la tapadera de inspección (V4) = (0.75m)(0.75m)(0.05m) = 0.03m³

Volumen de la base para tubo de descarga:

Largo = 0.75m

Ancho = 0.25m

Altura = 0.25m

Volumen de la base para tubo de descarga (V5) = (0.75m)(0.25m)(0.25m) = 0.047m³

Volumen total de la estructura de instalación = V1+V2+V3+V4+V5= 0.51m³

Cálculo de los materiales

El cálculo de los materiales se hace a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen del material} = \frac{(\text{Volumen de la estructura})(1.4)(\text{proporción del material})}{1+2+3}$$

$$\text{Volumen de cemento} = \frac{(0.51\text{m}^3)(1.4)(1)}{1+2+3} = 0.12\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de arena} = \frac{(0.51\text{m}^3)(1.4)(2)}{1+2+3} = 0.24\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de pedrín} = \frac{(0.51\text{m}^3)(1.4)(3)}{1+2+3} = 0.36\text{m}^3$$

Materiales	Precio por unidad (Q.)	Costo (Q.)
5 sacos de cemento	28.00	140.00
0.24 m ³ de arena	60.00	14.40
0.36 m ³ de piedrín	120.00	43.20
12 reglas de 1"x4"x10'	12.00	144.00
3 varillas de hierro de ¼"	10.00	30.00
2 libras de clavo de 2½"	2.50	5.00
1 libras de alambre de amarre	3.00	3.00

Tabla No. 8.

COSTO TOTAL DE MATERIALES A UTILIZAR = ----- Q379.60

COSTO DE LA BOMBA DE LAZO = ----- Q500.00

COSTO DEL TRANSPORTE(FLETE) = ----- Q250.00

COSTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL DE LAZO = COSTO TOTAL DE MATERIALES + COSTO DE LA BOMBA + COSTO DEL TRANSPORTE.

COSTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL DE LAZO = Q1,129.60

3.7.5 CÁLCULO DE COSTOS DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL DE PVC.

$$\begin{aligned} \text{Costo total de la bomba} &= \text{precio estandar} + \text{Número de tubos de } 2" \times \frac{\text{Precio}}{\text{tubo}} \\ &+ \text{Número de tubos de } 1 \frac{1}{2}" \times \frac{\text{precio}}{\text{Varilla}} \end{aligned}$$

$$\text{Costo total de la bomba} = \text{Q. } 107.00 + 2 \text{ tubos de } 2'' \times \frac{\text{Q. } 48.50}{\text{tubo}}$$

$$2 \text{ tubos de } 1\frac{1}{2}'' \times \frac{\text{Q. } 40.00}{\text{tubo}} = \text{Q. } 300.00$$

Para calcular los volúmenes de la estructura de instalación se han considerado las fórmulas descritas en la figura número 14.

A continuación se presenta el cálculo de volúmenes de la estructura de instalación de la bomba manual de PVC contando con los siguientes datos (ver figura No. 13):

Volumen de tapadera del pozo:

$$\text{Largo} = 1.10\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 1.10\text{m}$$

$$\text{Altura} = 0.25\text{m}$$

$$\text{Volumen de tapadera del pozo y brocal (v1)} = (1.10\text{m})(1.10\text{m})(0.25\text{m}) = 0.30\text{m}^3$$

Volumen de la losa para la bomba:

$$\text{Largo} = 0.80\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 0.54\text{m}$$

$$\text{Espesor} = 0.05\text{m}$$

$$\text{Volumen de losa para la bomba (V2)} = (0.80\text{m})(0.54\text{m})(0.05) = 0.02\text{m}^3$$

Volumen del canal de desagüe:

Largo = 3m

Espesor = 0.09m

Ancho = 0.25m

Volumen del canal de desagüe(V3) = (3m)(0.25m)(0.09m)(2) = 0.14 m³

Volumen total de la estructura de instalación = V1+V2+V3 = 0.50m³

Cálculo de los materiales

El cálculo de los materiales se hace a través de la siguiente fórmula:

Volumen del material = $\frac{(\text{Volumen de la estructura})(1.4)(\text{proporción del material})}{1+2+3}$

Volumen de cemento = $\frac{(0.50\text{m}^3)(1.4)(1)}{1+2+3} = 0.12\text{m}^3$

Volumen de arena = $\frac{(0.50\text{m}^3)(1.4)(2)}{1+2+3} = 0.24\text{m}^3$

Volumen de pedrín = $\frac{(0.50\text{m}^3)(1.4)(3)}{1+2+3} = 0.36\text{m}^3$

Materiales	Precio por unidad (Q.)	Costo (Q.)
5 sacos de cemento	28.00	140.00
0.24 m ³ de arena	60.00	15.00
0.36 m ³ de pedrín	120.00	43.20
4 tablas de 1"x12"x10'	30.00	120.00

3 reglas de 3"x3"x10'	8.00	24.00
3 varillas de hierro de 3/8"	10.00	30.00
2 libras de clavo de 2 1/2"	2.50	5.00
1 libra de alambre de amarre	3.00	3.00

Tabla No. 9.

COSTO TOTAL DE MATERIALES A UTILIZAR = ----- Q379.00

COSTO DE LA BOMBA MANUAL DE PVC = ----- Q300.00

COSTO DEL TRANSPORTE(FLETE) = ----- Q250.00

COSTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL PVC = COSTO TOTAL DE
MATERIALES + COSTO DE LA BOMBA + COSTO DEL TRANSPORTE=Q929.00.

CAPÍTULO IV
SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA A APLICAR EN LAS ESCUELAS
IDENTIFICADAS EN BASE A LA OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES,
INSTALACIÓN, MANO DE OBRA, TIEMPO DE COLOCACIÓN Y
DESINFECCIÓN.

4.1 MATERIALES

Los materiales utilizados en la construcción de la estructura de instalación de las bombas manuales que se instalan en las escuelas son materiales cuyo costo es bajo, pues se trata de utilizar los recursos que hay en las comunidades al máximo. Así por ejemplo para la construcción de la estructura de instalación se utiliza piedra bola, piedra irregular, piedrín, arena y cemento.

En cuanto a los materiales utilizados para la construcción de las bombas manuales, se trata de materiales locales, esto hace que el costo sea bajo y se tiene la ventaja de contar con los accesorios de las bombas en cualquier momento y por lo tanto se garantiza un buen mantenimiento.

4.2 INSTALACIÓN:

La instalación de una bomba manual está determinada por algunos factores como la profundidad del pozo y altura de agua dentro de éste. Así la selección de una tecnología a aplicar en las escuelas está en función de la comparación de

costos tanto de fabricación como de instalación de las bombas manuales.

4.3 MANO DE OBRA CALIFICADA:

La mano de obra es necesaria tanto para la construcción de la estructura de Instalación de la bomba manual como para su instalación, ésta se divide en tres partes:

- **Mano de obra Especializada:**

Se refiere a la dirección técnica y supervisión de la obra, realizada por el inspector del centro de salud .

- **Mano de obra Semi-Especializada:**

Se le llama así porque se trata de una mano de obra remunerada, es decir, la contratación de un albañil o fontanero.

- **Mano de obra No Especializada:**

Se considera como mano de obra no especializada a toda aquella que aporte la comunidad en forma no remunerada.

La selección de tecnología a utilizar se hará en base a costos, profundidad de los pozos; así como lo existente en el mercado.

4.4 TIEMPO DE COLOCACIÓN

Se le llama así al tiempo necesario para la instalación de la bomba manual sobre la estructura de instalación. Éste difiere en cada tipo de bomba porque está en función de los accesorios que lleve cada una de las bombas manuales así como de la profundidad del pozo.

Así por ejemplo el tiempo de colocación de una bomba manual Maya es de aproximadamente 2 horas, el tiempo de colocación de la bomba manual Remadora es de aproximadamente 3 horas, el tiempo de colocación de la bomba de Lazo o mecate es de 4 horas y el tiempo de colocación de la bomba manual India Mark III es de 6 horas.

4.5 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA:

El análisis de la calidad del agua se hace con el objeto de determinar si la misma no presenta riesgo microbiológico o físico-químico que pueda transmitir enfermedades a la población.

4.5.1 PROCEDIMIENTO:

- se toman 2 muestras del agua dentro del pozo, en dos recipientes esterilizados, procedentes de un laboratorio.
- Las muestras son llevadas al laboratorio para efectuar los análisis correspondientes

- Los análisis efectuados corresponden al análisis fisico-químico y bacteriológico ya que éstos están comprendidos en la norma COGUANOR.
- Los resultados de los análisis de las muestras anteriores se muestran en las boletas (ver anexo).

4.6 APLICACIÓN DE LA DESINFECCIÓN EN PROYECTOS QUE UTILIZAN BOMBAS MANUALES:

La desinfección es el proceso por medio del cual se destruyen los organismos que causan enfermedades.

Desinfectar un sistema de abastecimiento de agua conduce a la destrucción relativa de organismos patógenos y bacterias, es decir, que durante el proceso no todos los organismos se destruyen sino siempre deben existir límites de tolerancia de acuerdo con las normas.

Existen algunos métodos de desinfección aplicados a los abastecimientos de agua en algunos países del mundo como por ejemplo: el método de agentes físicos, que emplea la luz y el calor, el método de radiación, que emplea la radiación electromagnética y acústica.

Pero el método más utilizado para la desinfección en proyectos que utilizan bombas manuales es el de agentes químicos, que incluye los desinfectantes de productos químicos oxidantes, de los cuales el cloro es el más empleado.

4.6.1 DESINFECCIÓN CON CLORO.

Es el nombre que se le da al procedimiento de desinfectar el agua utilizando el cloro o algunos de sus derivados, como los hipocloritos de calcio o de sodio. Es el método de desinfección más generalizado por las múltiples ventajas que ofrece: efectivo, económico y de fácil control.

4.6.2 DESINFECCIÓN DEL SISTEMA POZO-BOMBA

La desinfección del sistema se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1- medir el diámetro (D) del pozo en metros.
- 2- Medir la altura (H) del agua en metros.
- 3- Aplicar la fórmula para encontrar el número de gramos de cloro a usar:

$$\text{Gramos de cloro} = \frac{0.7854 \times D^2 \times H \times 50}{0.65}$$

- 4- Encontrado el número de gramos a usar se realiza lo siguiente:

4.1 En dos recipientes plásticos de 10 litros cada uno con agua; se procede a poner con mucho cuidado los gramos de cloro, puede ser la mitad en cada recipiente (esto debe hacerse en un lugar ventilado), se mueve la mezcla y se tapa (el cloro se evapora).

4.2 se deja en reposo en un lugar fresco (a la sombra) durante 20 minutos.

4.3 realizado esto se procede a vertir el contenido de un recipiente en las paredes del pozo, teniendo el cuidado de que no haya una persona dentro del mismo.

4.4 seguidamente se utiliza la mezcla de otro recipiente y se vierte en el agua del pozo, teniendo el cuidado de no vaciar lo que está en el fondo del mismo, y se tapa el pozo, dejándolo así durante 24 horas.

4.5 pasadas 24 horas se destapa el pozo (con cuidado ya que el cloro es tóxico) y se puede realizar la instalación de la bomba manual.

4.6 realizada la instalación, se saca el agua del pozo y cuando ésta ya no tenga olor a cloro se puede beber.

4.7 PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE TRABAJO DE INSTALACIÓN DE BOMBAS MANUALES EN LAS ESCUELAS:

El trabajo de campo consiste en dos proyectos los cuales se describen a continuación:

El primero de los proyectos es desarrollado en la escuela oficial rural mixta "Luis Adolfo Juárez Toledo" y el segundo proyecto es desarrollado en la escuela oficial rural mixta ubicada en el caserío Estancia El Rosario.

4.7.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS ESCUELAS DONDE SE EJECUTARÁ EL PROYECTO:

4.7.1.1 PRIMER PROYECTO:

El primer proyecto se desarrolla en la escuela oficial rural mixta "Luis Adolfo Juárez Toledo", ubicada en la aldea las trojes del municipio de san Juan Sacatepéquez, a 50 kilómetros de la ciudad capital. Su topografía es montañosa y se caracteriza por tener un clima frío.

4.7.1.1.1 Acceso:

Para llegar a la escuela, se toma la ruta a san Juan Sacatepéquez, luego se cruza a la derecha de la aldea cruz blanca.

4.7.1.1.2 Población beneficiada:

Con el proyecto de abastecimiento de agua por medio de bombas manuales, se benefician 380 alumnos de la escuela mencionada anteriormente y 20 familias de la aldea san Antonio las trojes.

4.7.1.1.3 Fuente:

Se trata de un pozo existente, excavado a mano, tiene una profundidad de 20 metros y una altura de agua de 8 metros. El pozo se encuentra ubicado en el predio de la escuela.

4.7.1.1.4 Tecnología a Utilizar:

Como se trata de un pozo de 20 metros de profundidad, ha de utilizarse una bomba manual India Mark III ya que ésta se adecúa a las condiciones.

4.7.1.2 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO

APORTE DE LA COMUNIDAD:

Mano de obra -----Q 350.00

APORTE DEL ESTUDIANTE:

Cemento, arena, piedrín, hierro y alambre de amarre-----Q 300.00

Gestiones para obtener la bomba manual India Mark III-----Q 100.00

Transporte de los materiales para la construcción de la

Estructura de instalación de la bomba manual desde

San Juan Sacatepéquez hasta la escuela -----Q 100.00

- Mano de obra remunerada.

Viáticos-----Q. 420.00

Combustible del vehículo prestado por el departamento

de regulación de los programas de salud y el ambiente.-----Q 95.00

APORTE DE UNICEF:

Donación de la bomba manual india Mark III por INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL-----Q 4,398.85

COSTO DEL PRESUPUESTO .-----Q 5,763.85

4.7.1.3 EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Luego de trasladar los materiales a la escuela para la construcción de la estructura de instalación de la bomba manual India Mark III así como el traslado de la bomba manual desde la ciudad capital hasta el punto de instalación, se coordina la actividad procediendo de la siguiente manera:

- 1- Se construye la tapadera del pozo.
- 2- Se construye el canal de desagüe y sumidero.
- 3- Se procede a instalar la bomba manual India Mark III sobre la estructura de instalación, constituida por la tapadera del pozo y canal de desagüe, 8 días después.

4.7.2 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE LAS BOMBAS MANUALES EN LAS ESCUELAS IDENTIFICADAS.

El procedimiento de instalación de las bombas manuales, varía de un proyecto a otro, porque el primer proyecto consiste en la instalación de la bomba manual

India Mark III y el segundo proyecto consiste en la instalación de la bomba manual de lazo o mecate.

4.7.2.1 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE LA BOMBA MANUAL INDIA MARK III EN LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA "LUIS ADOLFO JUAREZ TOLEDO"

El procedimiento consiste en los pasos siguientes:

- Colocar la tapadera del pozo sobre el brocal.
- Construir una rejilla con 50 agujeros de 3/8", utilizando un tubo de PVC de 50 cm de largo y 2" de diámetro.
- Unir la rejilla al cilindro y sujetar las coplas de cada extremo y luego colocar la válvula de cheque.
- Enroscar el cilindro al primer tubo galvanizado de 10' de largo y 2½" de diámetro.
- Adaptar y sujetar una copla a cada tubo galvanizado de 10'.
- Colocar el pedestal de la bomba manual sobre la tapadera del pozo y proceder a introducir el primer tubo galvanizado que tiene al cilindro.
- Continuar la introducción del resto de tubería galvanizada utilizando la herramienta prensa-tubo, palancas y llaves dentadas.
- Sostener la columna de tubos que se forma al introducir la tubería galvanizada y colocarle el surtidor sujetado.
- Bajar el surtidor y atornillar el pedestal.

- Introducir la primera varilla acerada de ½" de diámetro acoplándole el émbolo que lleva los dos empaques de copa sujetando todas las roscaduras.
- Continuar la introducción de varillas, una por una, hasta que lleguen al fondo de la tubería.
- Medir y cortar la última varilla acerada introducida en la tubería galvanizada al nivel de la parte superior del surtidor.
- Hacerle rosca a la última varilla acerada, con una terraja No. 1.75mm.
- Unir la cadena con la rosca de la varilla.
- Colocar la caja que lleva la palanca, introduciendo la cadena por debajo de la misma.
- Unir la cadena con la palanca, levantando 3 centímetros la columna de varillas introducidas en la tubería para poner el pasador de la cadena.
- Probar si funciona la bomba manual.

4.7.2.2 SEGUNDO PROYECTO:

Este proyecto se desarrolla en la escuela oficial rural mixta ubicada en el caserío la Estancia El Rosario del municipio de san Juan Sacatepéquez. El caserío está ubicado a 48 kilómetros de la ciudad capital.

4.7.2.2.1 Acceso:

Para llegar a la escuela, se toma la ruta que conduce a san Juan Sacatepéquez, continuando la ruta que conduce a Mixco viejo, kilómetro 48.

4.7.2.2.2 Población beneficiada:

Con el proyecto de abastecimiento de agua por medio de bombas manuales, se benefician 245 alumnos, 6 maestros así como parte de la comunidad del caserío Estancia El Rosario.

4.7.2.2.3 Fuente:

Se cuenta con un pozo excavado a mano, tiene una profundidad de 25 metros y una altura de agua de 3 metros.

4.7.2.2.4 Tecnología a Utilizar:

Como se trata de un pozo de 25 metros de profundidad, ha de utilizarse una bomba manual de lazo que es la apropiada dadas las condiciones del lugar.

4.7.2.2.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO

APORTE DE LA COMUNIDAD

- Mano de obra -----Q 350.00

APORTE DEL ESTUDIANTE

- Cemento, arena, pedrín, hierro y alambre para la construcción de la estructura de instalación.-----Q 268.00

- transporte de los materiales utilizados en la estructura de instalación.-----Q 100.00

- bomba manual de lazo la cual incluye la construcción

de la base metálica, accesorios como tubería PVC de ¾",	
lazo, base de concreto que es la guía dentro del pozo.-----	Q 570.00
- transporte de la bomba manual de lazo desde la ciudad	
capital hasta el lugar de instalación.-----	Q 200.00
- Mano de obra remunerada	
Viáticos-----	Q 300.00
- Alimentación(personas contratadas y comunidad).-----	Q 265.00
- COSTO TOTAL DEL PROYECTO. -----	Q 2,053.00

4.7.3 CÁLCULO DEL CLORO PARA LA DESINFECCIÓN DEL SISTEMA POZO-BOMBA EN LAS ESCUELAS

Como los resultados de las muestras obtenidas a través del laboratorio "LUCAM" fueron positivos en cuanto al análisis bacteriológico, implica que debe aplicarse como mínimo la desinfección por cloración, al mismo tiempo que también debe darse educación sanitaria a la comunidad.

4.7.3.1 CÁLCULO DEL CLORO PARA EL POZO UBICADO EN EL PREDIO DE LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA DEL CACERÍO SAN ANTONIO LAS TROJES

Procedimiento:

- Diámetro del pozo (D en metros) = 1.2
- Altura del agua (H en metros) = 8.00

$$\text{Gramos de cloro (en gramos)} = \frac{0.7854 \times D^2 \times H \times 50}{0.65}$$

$$\text{Gramos de cloro (en gramos)} = \frac{0.7854 \times (1.20)^2 \times (8) \times 50}{0.65}$$

- Cantidad de cloro (en gramos)= 696 gr.

Por el resultado anterior se necesitan 696 gramos de hipoclorito de calcio al 65% para la desinfección de este pozo

4.7.3.2 CÁLCULO DEL CLORO PARA EL POZO UBICADO EN EL PREDIO DE LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA DEL CACERIO LA ESTANCIA.

Procedimiento:

- Diámetro del pozo (D en metros) = 1

- Altura del agua (H en metros) = 2.50

$$\text{Gramos de cloro (en gramos)} = \frac{0.7854 \times (1)^2 \times (2.50) \times 50}{0.65}$$

$$\text{Gramos de cloro (en gramos)} = \frac{0.7854 \times (1)^2 \times H \times 50}{0.65}$$

- Cantidad de cloro (en gramos)= 151 gr.

Por el resultado anterior, se necesitan 151 gramos de hipoclorito del calcio al 65% para la desinfección de este pozo.

CAPÍTULO V

COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE DOS TIPOS DE BOMBAS PARA LAS ECUELAS DEL ÁREA RURAL

5.1 COSTO DE LAS BOMBAS MANUALES A UTILIZAR EN EL PROYECTO

Costo de la Bomba Manual India Mark II (pozo de 20m de profundidad)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO(Q.)	COSTO
Bomba manual India Mark III	1	3800.00	3800.00
Varillas aceradas de ½" x 10'	7	40.00	280.00
Tubo HG 2½" x 10'	7	45.55	318.85
TOTAL		Q. 4,398.85	
Fuente de financiamiento-----			UNICEF

Tabla No. 10

Costo de la Bomba Manual de lazo (pozo de 25m de profundidad)

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (Q.)	Costo
Estructura de metal que incluye rueda y manivela	1	250.50	250.00
Empaques de plástico	100	0.50	50.00
Tubo PVC de ½"	4	13.00	52.00

Tee de 2"	1	22.00	22.00
Reducidor de 2" a ½"	1	12.00	12.00
Adaptador macho de 1"	1	4.50	4.50
Lazo (2 veces la profundidad del pozo medida e metros)	46	0.69	35.00
Base de concreto (guía de la tubería)	1	57.50	57.50
Pegamento especial para PVC	1	13.00	13.00
COSTO TOTAL DE LA BOMBA DE LAZO		Q. 500.00	
Fuente de financiamiento:-----			Estudiante

Tabla No 11.

5.2 COMPARACIÓN DE COSTOS DE LAS BOMBAS MANUALES INSTALADAS

Atendiendo los resultados de los costos de los proyectos en donde fueron instaladas las bombas manuales se tiene:

Que el costo total de la bomba India Mark III es de Q.5,763.85; mientras que el costo total de la bomba manual de lazo es de Q. 2,053.00.

De acuerdo a los resultados anteriores se puede verificar que el costo de una bomba manual de lazo instalada es un 35.6 % más bajo que el de una bomba manual India Mark III.

5.3 MANTENIMIENTO DE LAS BOMBAS A UTILIZAR EN CADA PROYECTO

5.3.1 MANTENIMIENTO DE LA BOMBA MANUAL INDIA MARK III

- Engrasar la cadena y cojinetes, ajustar el cabezal semanalmente
- Mensualmente revisar y ajustar el tornillo de la cadena, ajustar la cadena y la varilla, revisar y ajustar el pasador.
- Anualmente cambiar empaques de cuero, limpiar el cilindro, revisar la canasta y válvula, revisar varillas, revisar la tubería de hierro galvanizado y limpiar el cabezal.

5.3.2 MANTENIMIENTO DE LA BOMBA MANUAL DE LAZO

- La parte de la bomba que ha de mantenerse en observación es el lazo, porque es el que más rápido va a deteriorarse y se deteriora en la unión entre él y el empaque y como consecuencia se detectará que el caudal de agua que se bombea es menor al que bombeaba al principio
- Cambiar el lazo y empaques o pistones alrededor de 15 meses de uso frecuente de la bomba
- Proteger el lazo y empaques de la exposición directa del sol
- Debe asegurarse la manivela para evitar el desgaste y que sea difícil darle vuelta. Por lo menos cada 2 meses.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la construcción del canal de desagüe, para conducir el agua que se desperdicia hacia el sumidero, al accionar las bombas manuales, evita la formación de charcos y contaminación alrededor del pozo.
2. El tiempo en construir un sistema de abastecimiento de agua potable utilizando bombas manuales es considerablemente menor que el utilizado en otros sistemas.
3. El costo de una bomba manual de lazo representa el 11% del costo de una bomba manual India Mark III.
4. Las actividades de instalación de bombas manuales son relativamente sencillas y están al alcance de cualquier comunidad rural
5. Las herramientas que se utilizan para elaborar la infraestructura física necesaria para instalar bombas manuales es de bajo costo y fácil de adquirir.
6. El uso del cloro para desinfectar el agua para consumo humano es esencial para destruir organismos patógenos. El cloro es el elemento de desinfección de uso más generalizado, ya que da una relación costo-beneficio más favorable.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la desinfección por cloración, manteniendo niveles adecuados de cloro residual, ya que sus costo es bajo y sus beneficios para la salud son altos.
2. Se recomienda educar a la comunidad sobre el uso adecuado de la bomba manual, si no; educar en cuanto a los métodos de desinfección, siendo el más indicado la desinfección por cloro.
3. Se recomienda construir un sumidero al final del canal de desagüe con el objeto de evitar la proliferación de vectores (agente transmisor).
4. Debe fijarse la base de concreto (guía de la tubería de PVC en la bomba manual de lazo) dentro del pozo, ya que al accionar la bomba el lazo que lleva los empaques se envuelve en el tubo de entrada de la base de concreto, lo cual evita el movimiento del lazo dentro de la tubería y por lo tanto no corre la columna de agua dentro de misma.
5. La participación de la comunidad en proyectos de instalación de bombas manuales permite el conocimiento de los accesorios de las mismas, esto hace que el usuario opere y mantenga la bomba manual en condiciones adecuadas.

6. Se recomienda colocar un sello sanitario alrededor de las tapaderas de los pozos para evitar el crecimiento de algas así como la entrada de insectos que pueden contaminar el agua de los pozos.

7. Se recomienda educar a la comunidad sobre el uso del cloro, en cuanto a dosificación y manipulación, ya que en cantidades mayores a las recomendadas es tóxico.

8. Se recomienda la construcción de una caseta para almacenar hipoclorito de calcio así como la existencia de una dosificación del mismo, a efecto de que el pozo se mantenga desinfectado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud, Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable en la República de Guatemala. Guatemala, 1981.
2. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Guía para la Selección de Bombas Manuales usadas en Centro América. Guatemala, 1996
3. E. Custodio & M. R. Llamas, Hidrología Subterránea. Editorial Omega, Segunda edición. Barcelona, 1983.
4. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guía para la preparación, Construcción y Supervisión de Abastecimientos de Agua Potable y Saneamiento. División de Saneamiento del medio. Guatemala, 1991.
5. B. Sutton y P. Harmon, Fundamentos de Ecología. Editorial Limusa, Segunda Edición. Mexico, 1980.

ANEXOS

ANEXO 1

**RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO QUE IMPLICARON LA
DESINFECCIÓN DE LOS POZOS INCLUIDOS EN EL PROYECTO**



LABORATORIO NACIONAL
DE
SALUD



INFORME DE MUESTRAS CONTROL

Nombre del Producto	Agua, Esc.Caserío San Ant.	Procedencia	CS/San Juan Sacatepéquez
Remitente	ISA Juan Antonio Vega	No. de LUCAM	AC99-1475
Tipo de Recipiente	Vidrio	Fecha de Recibido	17/08/1999
		Fecha de Egreso	27/08/1999

Resultados de Análisis

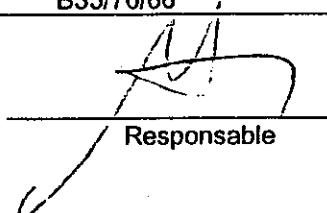
Coliformes : 23/100ml

Col. Fecales : 23/100ml

Observaciones:

Muestra no aceptable. Para agua potable, el recuento de coliformes debe ser < 3/100ml. No se aceptan coliformes fecales. Para consumo es necesario clorar o hervir el agua.

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
VJ	B35/76/66


Responsable





LABORATORIO NACIONAL
DE
SALUD



INFORME DE MUESTRAS CONTROL

Nombre del Producto	Agua	Procedencia	CS/San Juan Sacatepéquez
Remitente	ISA Bilgai L. Mérida	No. de LUCAM	AC99-1455
Tipo de Recipiente	Vidrio	Fecha de Recibido	10/08/1999
		Fecha de Egreso	27/08/1999

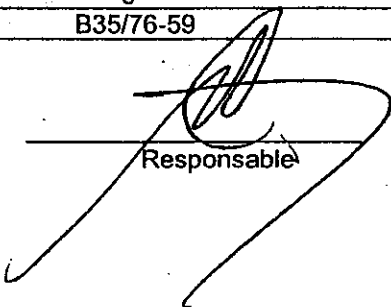
Resultados de Análisis

Procedencia	Coliformes	Col. Fecales
Pozo de agua Esc. Caserío Estancia el Rosario, Aldea Montufar, San Juan Sacatepéquez	240/100ml	240/100ml

Observaciones:

Muestra no aceptable. Para agua potable, el recuento de coliformes totales no debe ser mayor de 3/100ml. No se aceptan coliformes fecales.
Para consumo es necesario clorar o hervir el agua.

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
VJ	B35/76-59


Responsable



ANEXO 2

SOLICITUD DE LA BOMBA MANUAL INDIA MARK.

San Juan Sacatepéquez 14 de junio de 1999

Señor:

Ingeniero Estuardo Velásquez
Instituto Nacional de Fomento Municipal
Coordinador del programa "Agua Fuente de Paz"
Guatemala C.A.
Ingeniero Velásquez:

De la manera mas atenta me dirijo a usted deseándole éxitos en sus actividades cotidianas en beneficio de las comunidades.

El objetivo de la presente es para solicitarle que a través de sus buenos oficios podamos obtener una "Bomba Manual India Mark" para un pozo de 20 metros de profundidad localizado en la Escuela Oficial Rural Mixta "Luis Adolfo Juárez Toledo" de la Aldea San Antonio Las Trojes de San Juan Sacatepéquez. La escuela cuenta con una población estudiantil de 380 alumnos.

La coordinación del proyecto estará a cargo del Centro de Salud y el apoyo del estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala Neri Armando Nájera Argueta como parte de su estudio de tesis.

Sin otro particular y en espera de su comprensión.

Atentamente:


Profesor Ranferi García



Director de la Escuela Oficial Rural Mixta
"Luis Adolfo Juárez Toledo"

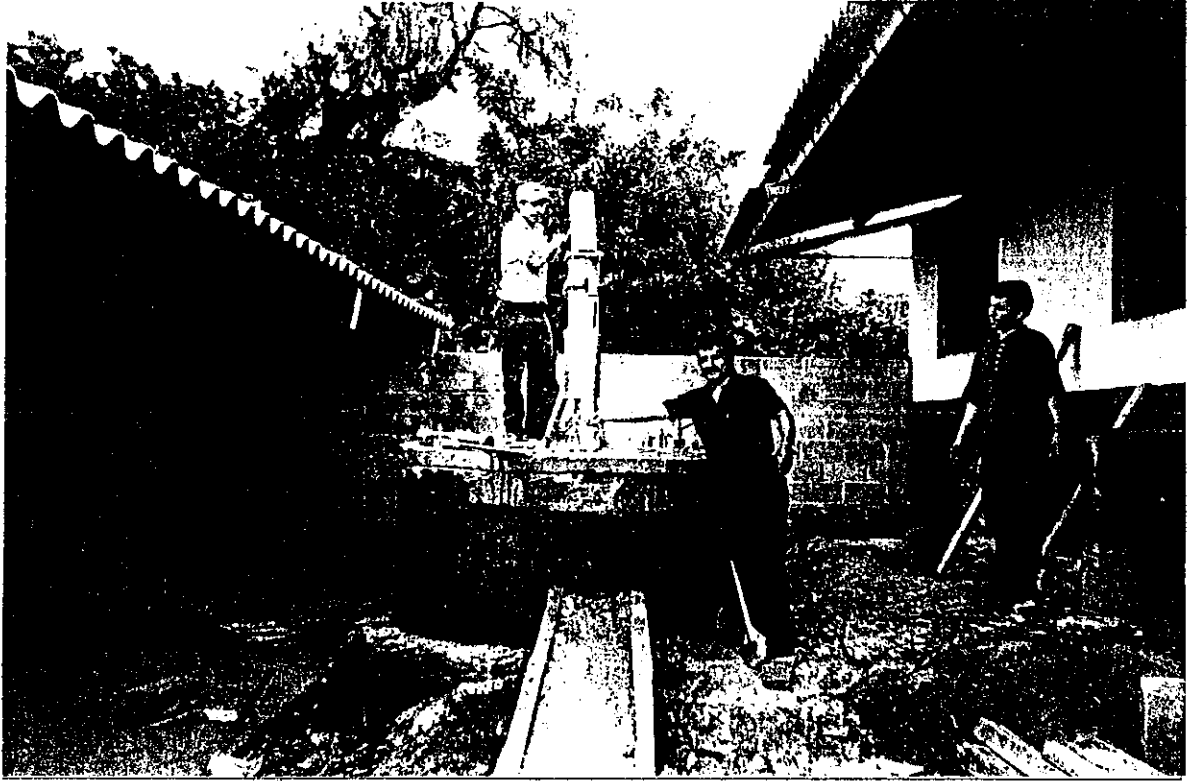


ANEXO 3

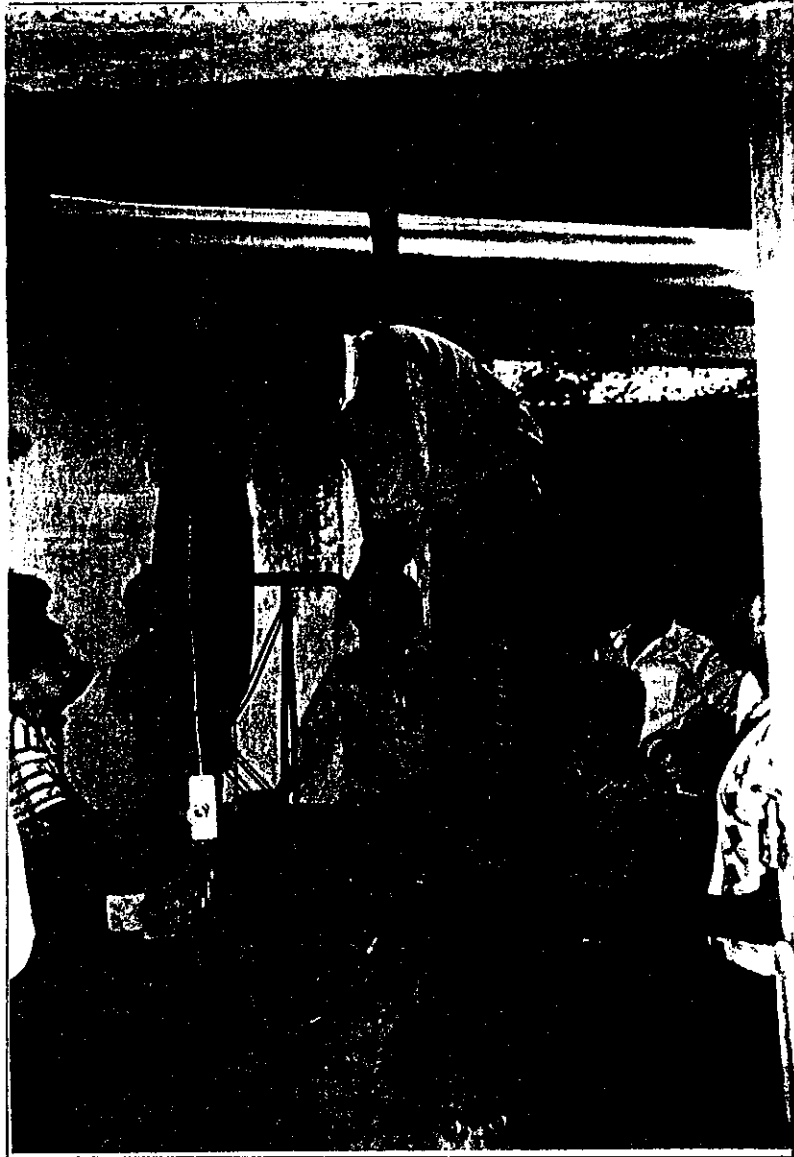
FOTOGRAFÍAS DE LOS DOS PROYECTOS



Fotografía No. 1: Construcción del canal de desagüe e instalación de la bomba manual India Mark III en la escuela oficial rural mixta "Luis Adolfo Juárez Toledo".



Fotografía No. 2: Bomba manual India Mark III en la escuela oficial rural mixta "Luis Adolfo Juárez Toledo".



Fotografía No. 3: Construcción del canal de desagüe e instalación de la bomba manual de Lazo en la escuela oficial rural Mixta del caserío la estancia el Rosario.



Fotografía No. 4 Bomba manual de lazo Instalada en la escuela oficial rural mixta del caserío la Estancia el Rosario