



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

INTA

Instituto Nicaragüense de
Tecnología Agropecuaria

GUÍA METODOLÓGICA DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE AGUA



Guía No. 3

*Serie: Asistencia Técnica.
Guías para Extensionistas Agropecuarios*

FAO-PESA



Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura



aecid
Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Créditos

AUTORIDADES:

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

María Isabel Martínez

Directora General INTA

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Dr. Gero Vaagt

Representante FAO Nicaragua

Coordinación Técnica:

Luis Mejía Selva

Director (PESA-FAO)

Información y Redacción:

Elbenes Vega

INTA

Víctor Hugo Arana

INTA

Sara Obregón

INTA

Ricardo Bolaños Pérez

INTA

Egda Espinoza Castillo

INTA

Arlen Payán Masis

INTA

Revisión Técnica:

Efrén Alcides Reyes

Comunicación FAO

Aura Mendoza

Comunicación FAO

Luis Felipe Romero Vilchez

PESA/FAO

Roberto Aguirre

PESA/FAO

Juana Bertha Benavides Saballos

INTA, Central

Wendy Arely Nicaragua Balmaceda

INTA, Central

Fotografía:

Efrén Alcides Reyes

Comunicación FAO

Mauricio Cruz Tenorio

Comunicación FAO

Archivo PESA/FAO

Archivo INTA

Coordinación Técnica:

Luis Mejía Selva

Director (PESA-FAO)

Maquetación al cuidado de:

Efrén Alcides Reyes

Comunicación FAO

Diseño y Diagramación

Julio Gámez Carrión

Comunicación FAO

Impresión:

SERFOSA

Año: 2011

Guía metodológica de alternativas técnicas de agua

Este documento ha sido elaborado en conjunto con especialistas del INTA y especialistas del Programa Especial en el marco de la Seguridad Alimentaria y Nutricional Nacional (PESA) - FAO Nicaragua. GSP/NIC/027/SPA

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Viale delle terme di Caracalla, 00100 Roma Italia.

Todos los derechos reservados.

Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este producto para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los Derechos de Autor, siempre que especifique claramente la fuente, se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para venta u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los Derechos de Autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse a FAO Representación, ubicada en el Km 8 ½. carretera a Masaya, costado Oeste de las oficinas del MAGFOR, Managua, Nicaragua, C. A, correo electrónico FAO-NI@fao.org o pagina Web www.pesacentroamerica.org También puede dirigirse al INTA Central, contiguo a la Estación V de la Policía Nacional, Managua Nicaragua CA, página Web.www.inta.gob.ni

Índice

Presentación	5
I. Introducción	7
II. Definición de Fuentes de agua	8
o Aguas pluviales	8
o Aguas superficiales	8
o Aguas subterráneas	8
2.1 Protección de fuentes de agua	9
III Opciones tecnológicas	10
3.1 Sistemas de captación de aguas pluviales	10
o Sistema de captación de agua de techo	10
3.2 Obras de almacenamientos para aguas superficiales	13
3.2.1 Reservoirio de ladera	13
o Reservoirio revestido de concreto ciclopeo	14
o Reservoirio revestido con plástico	16
3.2.2 Lagunetas	18
o Laguneta aprovechando la depresión natural del terreno	20
o Laguneta con revestimiento de arcilla	21
o Laguneta revestida con plástico	22
3.2.3 Micropresas desmontables	24
o Micropresas desmontables de sacos con arena y plástico	24
o Micropresas desmontables con piedra bolón	26
3.3 Sistemas de bombeo para aguas superficiales y aguas subterráneas	27
3.3.1 Sistemas de bombeo para aguas superficiales	27
o Bomba de Ariete Hidráulico	27
3.3.2 Sistemas de bombeo para aguas subterráneas	31
o Bomba de mecate manual	31
o Aerobomba de mecate	34
o Bomba de mecate con tracción animal	35
o Bici-bomba de mecate	36
IV Literatura citada	37

Presentación

El Ministerio Agropecuario y Forestal a través del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, en corresponsabilidad con el Programa Especial de Seguridad Alimentaria de la FAO (PESA, Nicaragua) trabajan desde el año 1999 en el mejoramiento de la Seguridad Alimentaria Nutricional (SAN) de las familias más pobres del país, a través del aumento de la producción agrícola en las fincas rurales de las y los productores.

En estos 10 años ha habido un aprendizaje conjunto de la organización y de los gobiernos, al extender el trabajo de campo, ampliando la visión de la seguridad alimentaria que ha facilitado la diversificación de los cultivos, mejora de la dieta alimenticia, generación de ingresos, desarrollo de buenas prácticas y mejora de la nutrición familiar.

El INTA para cumplir con su misión de generación y transferencia de tecnología limpia que se adapten al cambio climático, crea una serie de guías técnicas y metodológicas de apoyo a la extensión y transferencias. Las cuales tienen la finalidad de transmitir mensajes ordenados, fiables con evidencia científica a facilitadores(ras) de los procesos de extensión tecnológica y a otros actores interesados en extender las buenas prácticas de los sistemas de producción, que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático en el territorio nacional.

Producto de estas alianzas estratégicas entre PESA Nicaragua INTA a través de sus Oficinas, Programas Nacionales y Zonales (ODI, MIC, Semilla y Biotecnología) han elaborado el contenido técnico metodológico de una serie de guías.

Guías Técnicas y Guías Metodológicas de la serie.

1. Guía metodológica de Escuelas de Campo para facilitadores y facilitadoras en el proceso de extensión agropecuaria.
 2. Guía metodológica para implementar el Modelo Productivo Adaptativo para la Seguridad Alimentaria y Nutricional.
 3. Guía metodológica de alternativas técnicas de Agua.
- EN PROCESO**
4. Guía metodológica para implementar la Promotoría Rural Agropecuaria.
 5. Guía metodológica para la organización de Bancos Comunitarios de Semilla.
 6. Guía metodológica para el establecimiento y manejo de Sistemas Agroforestales en Nicaragua.
 7. Guía metodológica para Desarrollar Cadenas de Servicio.

INTA y PESA pone a la disposición estos documentos que contienen una estructura que describen los procesos metodológicos y técnicos para la implementación de los modelos de aprendizaje significativos que permitirán transmitir conocimientos de las diferentes temáticas contenidas en ellos.

I. Introducción

El agua es un recurso esencial para los seres vivos e influye en el desarrollo de las poblaciones; sin embargo, los seres humanos realizan actividades que contribuyen a reducir su disponibilidad e incrementar la contaminación de cuerpos de agua a los que se tiene acceso. Estas mismas actividades han generado gases de efecto invernadero (GEI) y han incidido en los cambios del clima, afectando los niveles de la temperatura promedio a nivel mundial y reducción de la precipitación pluvial promedio en diferentes zonas del mundo. Estos cambios influyen en los ciclos productivos de los alimentos y por tanto en la seguridad alimentaria de la población nicaragüense.

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), como institución líder posicionada de los procesos de investigación, innovación y transferencia tecnológica, a través del subprograma de agricultura sostenible con énfasis en cambio climático del programa manejo integrado de cultivo (MIC), se han implementando acciones de conservación de los recursos naturales, ejecutadas por el área de riego y manejo de agua.

La presente guía tiene el objetivo de informar y promover tecnológicas sencillas y de bajo costo referidas a la temática de agua. Esta dirigidas a familias productoras que puedan implementar las tecnologías de forma individual y a los actores locales claves y tomadores de decisión que trabajan en función de resolver la problemática de agua con fines agropecuarios de las poblaciones rurales y urbanas.

El contenido de la guía se divide en dos capítulos, el primer capítulo hace referencia a las definiciones de fuentes de agua y el segundo capítulo describe las diversas opciones tecnológicas con relación al tipo de fuente de agua que puede ser aprovechada. En cada alternativa tecnológica predominan los aspectos de: Descripción, objetivo, criterios de selección, el procedimiento (construcción e instalación) los materiales y/o herramientas, el costo y recomendaciones.

Se espera que al implementar las tecnologías propuestas en esta guía se logre contribuir a la conservación y aprovechamiento racional del recurso hídrico (foto1)



Foto 1. Laguneta con revestimiento de arcilla
Fuente: FAO

II. Definición de Fuentes de agua

En el medio rural y urbano, toda la población necesita el agua ya que éste es un recurso indispensable para su desarrollo y supervivencia. Se define como fuente de agua al afloramiento natural del agua de la capa freática en un punto de la superficie del terreno

Las tres categorías más importantes de fuentes de agua son: Las pluviales, superficiales y subterráneas (Figura 1).

○ Aguas pluviales

Son aquellas que provienen de las precipitaciones y por ello, la atmósfera constituye una de las fuentes más importantes de agua. La captación de las precipitaciones (agua de lluvia), ha permitido enfrentar escasez de agua en diferentes sectores de la población.



Figura 1. Ciclo del agua
Fuente: U.S. Geological Survey

○ Aguas superficiales

Acorde al concepto expuesto en la Ley general de aguas nacionales – Ley 620¹, son aquellas que fluyen sobre la superficie de la tierra, de forma permanente o intermitente y que conforman los ríos, lagos, lagunas y humedales.

Proviene en su mayor porcentaje de las aguas pluviales, son una mezcla del agua que corre por el suelo y de la que brota del subsuelo. Su volumen depende principalmente de la intensidad de las precipitaciones, el clima y la vegetación presentes; sin embargo, debido a su exposición al medio ambiente el agua puede contaminarse en mayor o menor grado en su recorrido, es por ello que, para su uso, sobre todo doméstico, en la mayoría de casos, estas fuentes necesitan de un tratamiento que consiste en la clorificación y desinfección.

○ Aguas subterráneas

Acorde con el concepto expuesto en la Ley general de aguas nacionales – Ley 620, es el agua que se filtra y satura el suelo o las rocas, se almacena y, a su vez, abastece a cuerpos de aguas superficiales, así como a los manantiales y acuíferos. Estas aguas se clasifican en aguas subterráneas profundas y aguas subterráneas someras.

La mayoría de sistemas de abastecimiento consisten en captaciones subterráneas y es probable que, por el momento, esta fuente siga siendo la principal debido a las ventajas que ofrecen en cuanto a:

- Menor presencia de bacterias y microorganismos patógenos.
- Se usan tratamientos mínimos de desinfección (preventivo) para su consumo humano.
- La capa acuífera de la que se extrae constituye generalmente un depósito natural.

Publicada el 4 de septiembre del 2004¹

2.1 Protección de fuentes de agua

Las prácticas de captación, almacenamiento y bombeo de agua se han convertido en una necesidad que cada vez tiene mayor relevancia para asegurar la producción agropecuaria para abastecimiento de alimentos y consumo de agua de la población.

Para que estas tecnologías sean sostenibles en el tiempo se deben de realizar prácticas de protección de fuentes de agua y particularmente de las zonas de recarga hídrica. Con el fin de lograr la producción de agua en cantidad y calidad, debido a que debemos proteger la salud de las personas, los animales, la

calidad del suelo y garantizar la producción inocua de alimentos que se producen en la finca. El uso de agua de mala calidad puede producir enfermedades a las personas y animales. Es por eso que debemos evitar la contaminación de las fuentes de agua

¿Qué es la protección de fuentes de agua?

Son las prácticas que debemos realizar para mejorar la producción de agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar las fuentes de contaminación para tener agua segura para consumo domestico y garantizar la producción inocua de alimentos para las familias.

Prácticas para lograr la protección de fuentes de agua



Cercado de fuentes de agua



Incorporación de rastrojos



Siembra en curva a nivel



Barreras muertas



Barreras vivas



Reforestación



Establecimiento de sistemas agroforestales



Establecimiento de sistemas silvopastoriles



Uso de productos biológicos



Reciclaje



Elaboración de aboneras

Fuente:
INTA CIAT PROMIPAC

III. Opciones tecnológicas

Las opciones que presenta esta guía metodológica de alternativas técnicas de agua son diversas y muchas de ellas ampliamente desarrolladas e implementadas en la actualidad.

Las diversas opciones tecnológicas presentes en la guía deben de ser acompañadas de obras de conservación de suelo y agua, que permita la sostenibilidad de las mismas. Tal como se ha mencionado en el capítulo de protección de fuentes de agua.

3.1 Sistema de captación de aguas pluviales

○ Sistema de captación de agua de techo

Descripción

Como su nombre lo indica, en esta técnica se utilizan los techos de viviendas o de cualquier construcción, para recolectar y almacenar las aguas pluviales (Foto 2).



Foto 2. Sistema de captación de agua de techo
Fuente: INTA, Centro Norte

Objetivo

Captar agua pluvial en periodo lluvioso, para garantizarla en la época seca y utilizarla en áreas de riego y uso doméstico.

Criterios de selección

- Conocer el área del techo, que puede ser provisto de zinc, tejas o plástico con paja.
- Conocer la precipitación promedio anual (mm) del sitio donde se va construir el sistema, sabiendo que: 1mm equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado.
- Contar con espacio para la construcción de la infraestructura de almacenamiento.

Elementos que integran el sistema de captación de agua de techo

Captación: Se refiere al techo de la vivienda, preferiblemente debe de ser de materiales que permitan el escurrimiento del agua (zinc, teja, plástico y paja forrada con plástico).

Recolección y conducción: Encauza la corriente de agua hacia el estanque de almacenamiento. Está formado por canales de material metal, bambú y/o PVC. Estos canales se ubican cercanos a la parte baja del techo y deben de tener pendientes entre 1 % y 2%, es decir que por cada metro de longitud del techo se debe dar de uno a dos centímetros de inclinación al canal.

Interceptor o filtro: Las aguas descargadas pasan primero por un interceptor para evitar el paso de impurezas del techo y de esta manera minimizar la contaminación del agua almacenada. Los filtros pueden adquirirse en casas comerciales o elaborarse artesanalmente con: grava, arena y carbón o bien con cedazo.

Almacenamiento: Las estructuras de almacenamiento pueden ser pileta, tanques plásticos, barriles, establecido en el suelo. Esta obra debe garantizar que el agua captada no se filtre y pueda minimizar pérdidas por evaporación. Para mantener la calidad del agua se debe construir con tapadera esta estructura, principalmente si el agua almacenada se utilizará para consumo humano o uso doméstico.

El tamaño de las estructuras de almacenamiento depende del: área de captación, la precipitación y demanda de agua de los usuarios de la vivienda.

Procedimiento

- Se selecciona el lugar donde se ubicará la estructura de almacenamiento, con relación al área de captación en el techo.
- Se condiciona el terreno (limpieza y nivelación), donde se ubicará la estructura de almacenamiento.
- Se procede a construir o instalar la estructura de almacenamiento, considerando que el tamaño depende de la demanda de agua, espacio y recursos disponibles.
- Se instalan las canaletas y se conecta al filtro.
- Se conecta a través de manguera o tubería el filtro con la estructura de almacenamiento.
- Se construye aliviadero o drenaje a la estructura de almacenamiento, para evacuar el exceso de agua.

Materiales y costo

Para efectos de materiales necesarios y costos (tabla 1) se toma como ejemplo un sistema de captación de agua de techo para una pila de almacenamiento con capacidad de 1.35 m³ de agua (Figura 2).

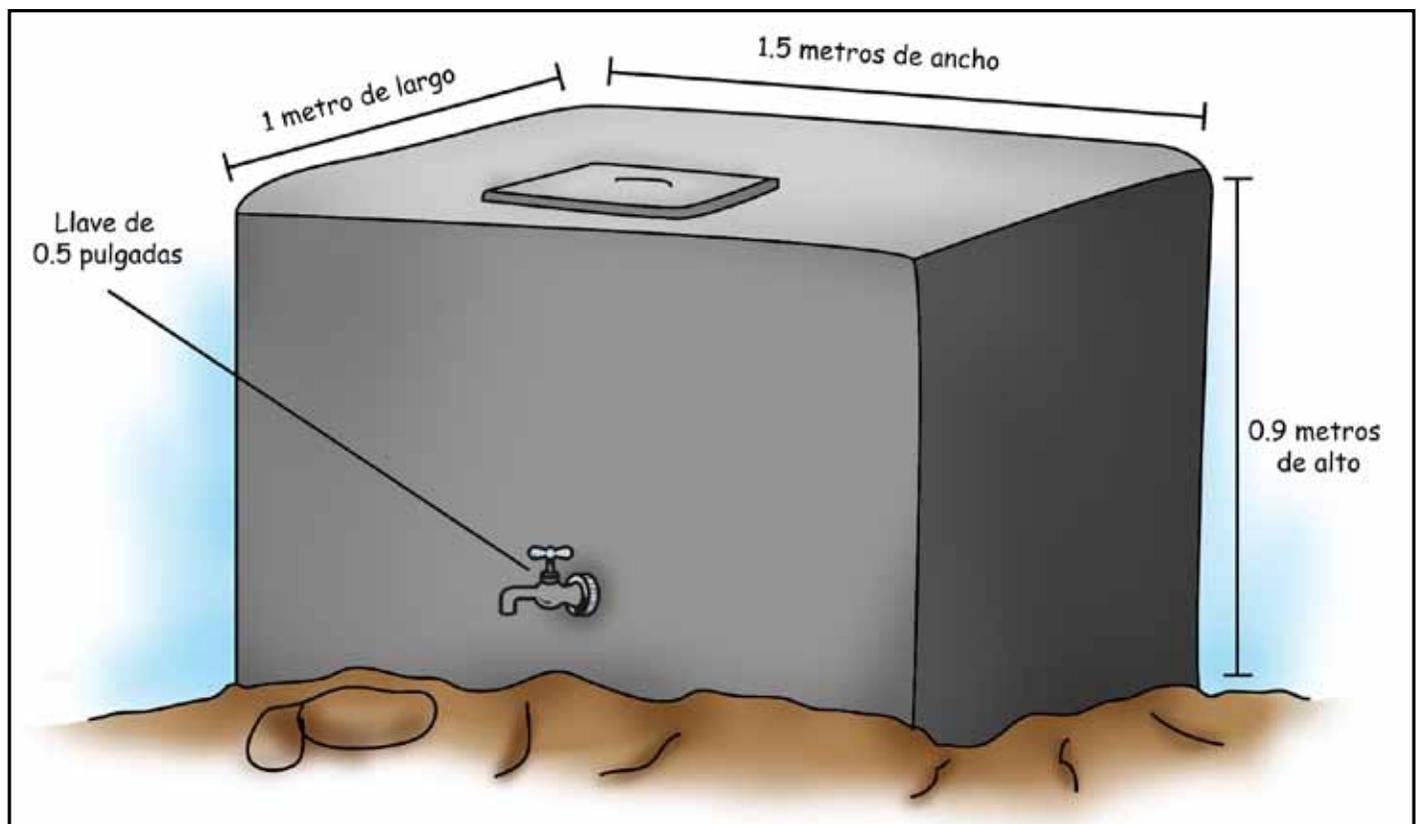


Figura 2. Dimensiones de la pila del sistema de captación de agua de techo

Tabla 1. Descripción de materiales que se necesitan para implementar el sistema de captación de agua de techo

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Canal de Techo		
Zinc Liso (Lamina de 6 pies calibre 28)	1	Unidad
Reglas o varas rollizas de madera ²	Opcional	Varas o metros
Tubería PVC 2 pulg x 6m SDR 41	1	Unidad
Pegamento de PVC	1	Tubo de 25 gr
Codos PVC 2", ángulo 45°	1	Unidad
Camisas (unión) 2"	2	Unidad
Teflon ¾ x 0.75mm x 10m	2	Unidad
Pila		
Ladrillos	288	Unidades
Arena	0.5	m ³
Cemento	3	Bolsas
Hierro (varillas de ½ pulg)	0.5	QQ
Hierro (varillas para estribos)	0.25	QQ
Alambre de amarre	5	Libras
Mano de obra ³	4	DH
Filtro		
Bidón o cubeta plástica	1	Litros
Grava	20	Libras
Arena	15	Libras
Carbón	10	Libras
Llave de pvc ,media vuelta de ½ pulg	1	unidad
Tapadera		
Zinc liso calibre 28 (4 pie x 6 pie)	1	unidad
Regla de 1" x 2"x 1 mt	2	unidad
Regla de 1" x 2"x 1.5 mt	2	unidad
Clavo ½"	1	libra

El costo promedio para la implementación de esta alternativa es de \$186.00⁴

Recomendaciones

Las actividades que deben realizarse al sistema antes y durante el establecimiento del período lluvioso corresponden a:



- Conservar el techo en buenas condiciones (reparar cualquier hueco).
- Limpiar el techo.
- Asegurar que los canales estén fijos, bien unidos para evitar fugas de agua.
- Revisar y limpiar periódicamente el filtro.

²Para disminuir costos se recomienda utilizar recursos locales²

MO total: Construcción del canal, instalación de tubería, filtro, construcción de pila y tapadera³

Tasa Oficial de Cambio 21.30⁴

3.2 Obras de almacenamiento para aguas superficiales

3.2.1 Reservorio de ladera

Descripción

Consiste en una estructura de almacenamiento que se construye semi enterrada en el suelo; en la parte baja del terreno con pendiente moderada. Tiene forma de trapecoide invertido, siendo más ancho y más largo en la parte superficial comparado con la base inferior. (Figura 3).

La fórmula para calcular el volumen de agua que alcanza en un reservorio es la siguiente:

$$V = \frac{(B \times b)}{2} \times h$$

Donde:

V= Volumen (m³)
 B= Base mayor (m)
 b=Base menor (m)
 h= Altura (m)

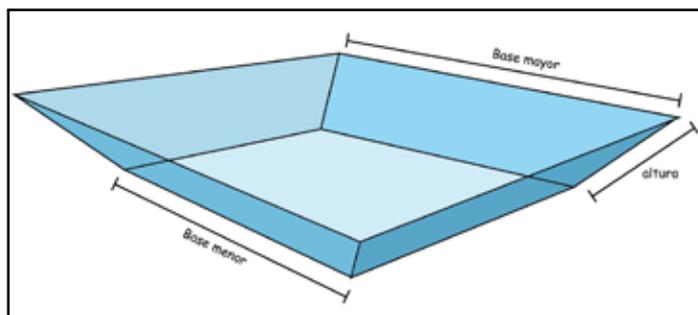


Figura 3. Diseño básico del reservorio

Objetivo

Almacenar agua pluvial para su uso en riego y consumo animal.

- El terreno donde se va construir un reservorio de ladera debe tener una pendiente moderada.
- Su construcción requiere de terrenos impermeables.

Criterios de Selección Procedimiento

En las siguientes secciones se describe el procedimiento de la construcción de los diferentes tipos de reservorios en relación al tipo de material a ser utilizado.

Materiales y costo

En la tabla 2 y 3 se dan a conocer un estimado de los materiales y el costo total del reservorio de ladera revestido con diferentes materiales .

Recomendaciones

- Construir el reservorio en época seca y no en período de lluvia, para evitar inconvenientes en la construcción.
- Se recomienda no recolectar la primera lluvia de la temporada por dos razones: la primera porque esta lluvia puede arrastrar de la atmósfera partículas retenidas ahí por mucho tiempo que alteran la composición química del agua, y la segunda por que ésta lluvia ayuda a limpiar la superficie (basura, ramas, etc.).
- Realizar constantemente rehabilitación y limpieza a los diques que funcionan como prefiltro o sedimentador que retiene residuos sólidos.
- Revisar el correcto funcionamiento de las bombas electromecánicas o sistemas de elevación de agua si el sistema las incluye.
- Derivar el agua a través de manguera o tubería hacia el abrevadero de ganado para evitar daños a la infraestructura y contaminación del agua.
- Rehabilitar cercas de alambre de púas y postes prendidos al contorno del reservorio para evitar accidentes de personas y animales.

EL reservorio de ladera puede ser revestido con distintos materiales como se describen a continuación:

○ **Reservorio revestido de concreto ciclópeo**

Descripción

El reservorio revestido de concreto ciclópeo (piedra bolón, arena y cemento) tiene un mayor costo, sin embargo su eficiencia es alta ya que se logra reducir la pérdida de agua por infiltración, solamente tiene pérdidas por evaporación (Foto 3).



Foto 3. Reservorio revestido con material ciclópeo
Fuente: INTA, Managua

Procedimiento

- Seleccionar el sitio considerando los criterios de selección mencionados anteriormente.
- Preparar el terreno (limpieza, nivelación)
- Realizar la excavación del reservorio, donde la profundidad debe ser entre 1 a 1.5 metros, con paredes en forma de talud, cuya relación puede ser entre 1:1.5 a 1:2 para evitar derrumbe de la obra.
- Compactar el suelo, tanto en las paredes como en el fondo del reservorio.
- Colocar la piedra bolón en las cuatro paredes y el fondo del reservorio, esta debe estar limpia de impurezas.
- Preparar la mezcla de arena, cemento y agua (1pie³ de cemento, 6 pie³ de arena, la relación de agua depende de la calidad de la arena), para rellenar los espacios o vacios que se han formado entre las piedras bolón.

- Realizar el repello y dejarlo secar por un día.
- Humedecer las paredes unas 3 veces al día, por 5 a 7 días para evitar que sufran grietas o fisuras.
- Colocar un borde perimetral de ladrillos cuarterón en los tres lados del reservorio dejando libre el área de acceso del agua.
- Realizar afinado tipo pizarra con cemento, con el fin de impermeabilizar el reservorio.
- Construir diques con material local (piedra bolón, etc) en el transcurso de la corriente que se dirige al reservorio, para evitar que a este lleguen materiales en suspensión (basura) y el agua con grandes velocidades.
- Construir el drenaje que puede ser un canal, manguera o tubería, para evacuar el exceso de agua y dar estabilidad a la estructura
- Cercar con alambre de púas y postes prendedisos alrededor del reservorio para evitar accidentes de personas y animales.

Materiales y costo

Para efectos de materiales necesarios y costos (tabla 2) se toma como ejemplo un reservorio con capacidad de 7m³ de agua (Figura 4).

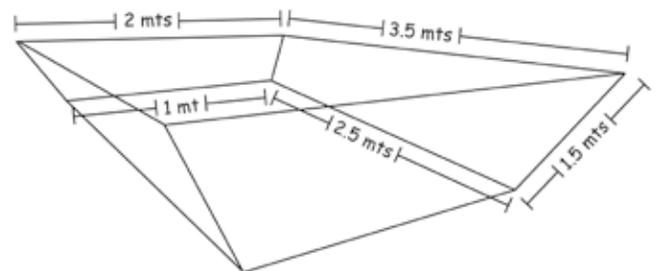


Figura 4. Reservorio con capacidad de 7m³

Tabla 2. Descripción de materiales para un reservorio revestido con material ciclópeo

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Materiales		
Ladrillos (0.05 x 0.15x 0.25 m)	43	Unidad
Arena	2	m ³
Piedra bolón o piedrín	3	m ³
Cemento	10	Bolsas
Alambre de púas calibre 12 (cerco reservorio)	1/2	Rollo
Grapas	3	Libras
Herramientas		
Cinta métrica (5 m)	1	Unidad
Escuadra	1	Unidad
Pala redonda	2	Unidad
Pala cuadrada	1	Unidad
Macana o barra	1	Unidad
Machete	1	Unidad
Nivel	1	Unidad
Alicate	1	Unidad
Codal	1	Unidad
Cuchara de albañilería	1	Unidad
Zaranda	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Lapicero	1	Unidad
Mano de obra calificada (albañil)	4	DH
Mano de obra familiar	5	DH

El costo promedio de esta alternativa tecnológica es de \$300.00⁵

○ **Reservorio revestido con plástico**

Descripción

El reservorio revestido con plástico tiene un menor costo, logra reducir la pérdida de agua por infiltración. Aunque su eficiencia y durabilidad es intermedia comparado con el reservorio revestido con concreto ciclópeo (Foto 4).



Foto 4. Reservorio revestido con plástico
Fuente: INTA, Pacífico Sur

Procedimiento

- Seleccionar el sitio considerando los criterios selección mencionados anteriormente.
- Preparar el terreno (limpieza, nivelación)
- Realizar la excavación del reservorio donde la profundidad debe ser de 1 a 1.5 metros, con paredes en forma de talud cuya relación puede ser entre 1:1.5 a 1:2 para evitar derrumbe de la obra.
- Compactar el suelo tanto en las paredes como en el fondo del reservorio, verificando y eliminando a la vez piedras con filo y raíces. Para evitar que el plástico se perforo al momento de colocarlo sobre la superficie. Se puede utilizar plástico negro calibre 1000 micrones o salinero 6000 micrones que es de mayor durabilidad.
- Revestir el reservorio con el plástico calibre 1000 micrones o salinero calibre 6000micrones, teniendo se debe tener mucho cuidado en la manipulación ya que este material es muy frágil a perforación.
- Para unir o hacer el traslape en el plástico, se dejan unos 15cm, donde se puede utilizar pega amarilla (pega para zapato), plancha caliente en asocio con papel o silicón para corregir alguna fallas del sellado (Foto 5).
- A los bordes del reservorio, dejar como mínimo un 1 metro del plástico, luego se prensan bien con piedras y tierra de la misma excavación.
- Construir el drenaje de descargue que puede ser un canal, manguera o tubería, para evacuar el exceso de agua y dar estabilidad a la obra estructura.
- Cercar con alambre de púas y postes prendedisos alrededor del reservorio para evitar accidentes de personas y animales.



Foto 5: Traslape de plástico para reservorio revestido con plástico
Fuente: INTA, Las Segovias

Materiales y costo

Para efectos de materiales necesarios y costos (Tabla 3) se toma como ejemplo un reservorio con capacidad de 7m³ de agua.

Tabla 3. Descripción de materiales para un reservorio revestido con plástico

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Materiales		
Plástico salinero calibre 6000 micrones (3m de ancho) o Plástico calibre 1000 micrones (1.20m de ancho)	27	Yardas
Alambre de púas calibre 12 (cerco reservorio)	½	Rollo
Grapas	3	Libras
Pega amarilla	¼	Galón
Silicón	2	Tubos
Papel periódico	5	Libras
Plancha común	1	Unidad
Herramientas		
Cinta métrica(5m)	1	Unidad
Pala redonda	2	Unidad
Pala cuadrada	1	Unidad
Macana o barra	1	Unidad
Machete	1	Unidad
Alicate	1	Unidad
Martillo	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Lapicero	1	Unidad
Mano de obra familiar	5	DH

El costo promedio de esta alternativa tecnológica es de \$156.00⁶

Tasa oficial de cambio 21.3⁶

3.2.2 Lagunetas

Descripción

Las lagunetas son grandes depósitos para almacenar agua, hechos por las personas con apoyo de maquinarias. El tamaño y forma de la laguneta depende del potencial de precipitación, área de influencia del drenaje y la demanda de agua; se ubican en la zona más baja del terreno. Esta tecnología es apta para todos los niveles de productores, puede beneficiar a toda una comunidad, sin embargo su costo de construcción es alto por el alquiler de maquinaria (Foto 6).

Objetivo

Almacenar agua pluvial, para utilizarlo en riego complementario o para consumo animal en el periodo seco.

Criterio de Selección

- Los suelos, donde se va construir este tipo de estructura se requiere que sean preferiblemente arcillosos. Cuando no se dispone de este tipo de suelos, se puede impermeabilizar con plástico calibre 1000 micrones o salinero 6000 micrones.
- Este tipo de obra se construye preferiblemente en el punto donde mayormente convergen las escorrentías que se forman en periodo de invierno, con respecto a la pendiente y dirección del mismo terreno.

Procedimiento

En las siguientes secciones se describe el procedimiento de la construcción de los diferentes tipos de lagunetas en relación al tipo de material a ser utilizado.

Materiales y costo

En la tabla 4, 5 y 6 se dan a conocer un estimado de los materiales y el costo total del reservorio de lagunetas revestidas con diferentes materiales.



Foto 6: Laguneta
Fuente: FAO

Elementos que integran una laguneta

A continuación se describen cada uno de los elementos que integran una laguneta (Figura 5).

Cuerpo de la presa o dique: Es el principal elemento constructivo.

Corona: Es la parte superior del dique, debe ser horizontal y estar recubierta por grama, arena o grava para reducir la formación de grietas por efecto directo de la insolación.

Taludes: Son las caras, en pendientes, del dique. El talud aguas arriba se recubre siempre con piedra bolón para proteger el dique del efecto erosivo de las pequeñas olas que se forman en la laguneta y suele ser con pendiente de 2.5/1, es decir 1m de elevación por cada 2.5 m de anchura horizontal. El talud agua abajo se recubre con grama y es de pendiente 2/1.

Anclaje: Siempre se excava un anclaje sobre el que se amontona y compacta el material que formará el cuerpo del dique.

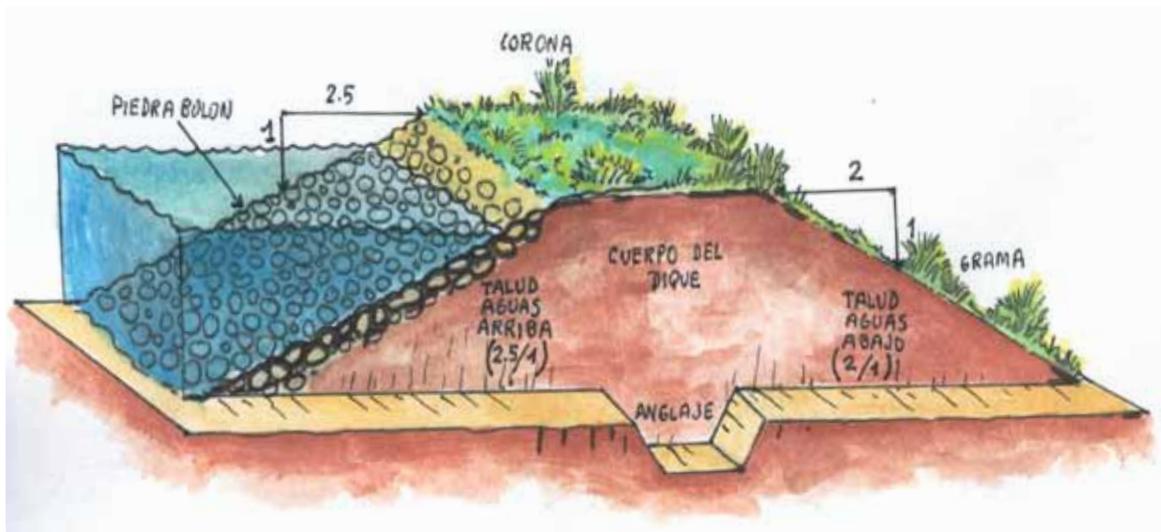
Vaso: Es el cuerpo de la laguneta donde se almacena el agua captada.

Estribos: Son los extremos de la laguneta. Deben insertarse sólidamente en las laderas que convergen en la laguneta. Se protegen con piedra bolón, por posibles derrumbes durante fuertes tormentas.

Aliviadero: Debe construirse muy bien protegido de la erosión que causa el agua, ya que su función es evacuar el exceso de agua que recoge la laguneta durante el periodo lluvioso y así brindar estabilidad a la obra.

Pueden construirse dos tipos de aliviadero:

- a) Sobre la laguneta: Es una excavación que se abre sobre la laguneta y que se recubre de concreto, piedra bolón, etc.
- b) Lateral: Es una excavación que se abre a un lado de la laguneta.



- 1-Vaso
- 2-Estribos
- 3-Anclaje
- 4-Corona
- 5-Talud Interno
- 6-Talud Externo

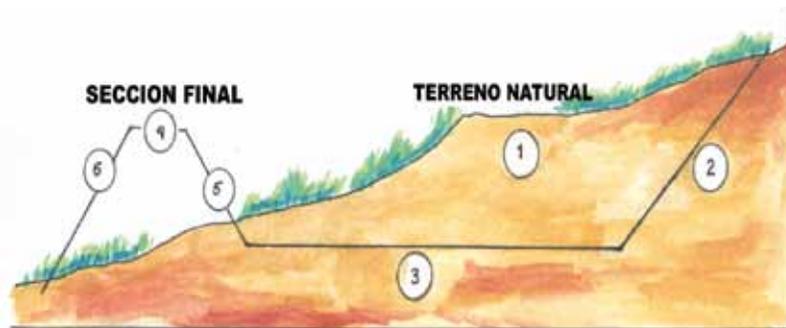


Figura 5. Elementos que integran una laguneta
Fuente: TROPISEC, s.f.

Recomendaciones

- Para lograr una mayor estabilidad a este tipo de obra se debe retirar el sedimento arrastrado por la escorrentía a fin de mantener el espacio para captar el volumen de agua requerido.
- Construir preferiblemente la obra de captación bajo sombra, si la hay, para disminuir el efecto de pérdida por evaporación. Si no hay, plantar árboles en el área aledaña a dicha obra.
- No es recomendable usarse para abrevadero directo de ganado, debido a que el agua se contamina.
- Se debe cercar la laguneta, para impedir el paso de personas, animales y así evitar accidentes.

En la construcción de lagunetas se pueden utilizar diferentes materiales, que se describen a continuación:

○ **Laguneta aprovechando la depresión natural del terreno**

Descripción

Se trata de un embalse, aprovechando la depresión natural del terreno. Se construyen con dique de tierra o piedra, para esto se requiere que los suelos sean impermeables, es decir arcillosos (Foto 7).

Procedimiento

- Seleccionar el sitio considerando los criterios de selección mencionados anteriormente.
- Preparar el terreno (limpieza)
- Colocar la piedra bolón y tierra en los bordes que funcionan como paredes de la laguneta.
- Permitir una profundidad entre 1 a 1.5 metros, con paredes en forma de talud, cuya relación puede ser entre 1:1.5 a 1:2 para evitar derrumbe de la obra.
- Compactar con cierto grado de humedad tanto en las paredes como en el fondo de la laguneta el suelo en capas entre 10 y 20 cm de espesor, con sucesivas pasadas del tractor o bien usando mazos apisonadores.
- Construir diques con material local (piedra bolón, etc) en el transcurso de la corriente que se dirige al reservorio, para evitar que a este lleguen materiales en suspensión (basura) y el agua con grandes velocidades.
- Construir el drenaje que puede ser un canal, manguera o tubería, para evacuar el exceso de agua y dar estabilidad a la estructura.
- Cercar con alambre de púas y postes prendedisos alrededor del reservorio para evitar accidentes de personas y animales.



Foto 7. Laguneta aprovechando la depresión natural del terreno
Fuente: INTA, Centro Norte

Materiales y costos

Para efectos de materiales necesarios y costos (Tabla 4) se toma como ejemplo una laguneta con capacidad de 70m³ de agua.

Tabla 4. Descripción de materiales para una laguneta aprovechando la depresión natural del terreno

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Materiales		
Excavación ⁷	70	m ³
Postes	26	Unidad
Alambre de púas calibre 12 (cerco laguneta)	1	Rollo
Grapas	3	Libras
Herramientas		
Carretilla	1	Unidad
Cinta métrica(5m)	1	Unidad
Pala redonda	2	Unidad
Pala cuadrada	1	Unidad
Macana o barra	1	Unidad
Machete	1	Unidad
Alicate	1	Unidad
Martillo	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Lapicero	1	Unidad
Mano de obra ⁸ (hoyos, postes y cercado)	1	DH

El costo promedio de esta alternativa tecnológica es de \$385.00⁹

70m³ excavado x C\$67.00 C\$4690.00 (1m³ de excavado: C\$67.00)⁷

Para disminuir los costos de implementación de esta tecnología, se sugiere incluir la mano de obra familiar. En el caso de los postes es aconsejable hacer uso de los recursos disponible de la finca⁸

Tasa Oficial de Cambio 21.30⁹

○ **Laguneta con revestimiento de arcilla**

Descripción

Este tipo de laguneta es una alternativa para terrenos permeables arenosos y franco arenoso, donde se debe modificar la estructura del suelo con arcilla para impermeabilizar las paredes y el fondo de la laguneta (Foto 8).



Foto 8. Laguneta con revestimiento de arcilla
Fuente: INTA, Centro Norte

Procedimiento

- Seleccionar el sitio considerando los criterios de selección mencionados anteriormente.
- Preparar el terreno (limpieza, nivelación)
- Realizar la excavación de la laguneta, donde la profundidad debe ser entre 1 a 1.5 metros, con paredes en forma de talud, cuya relación puede ser entre 1:1.5 a 1:2 para evitar derrumbe de la obra.
- Compactar con cierto grado de humedad tanto en las paredes como en el fondo de la laguneta el suelo en capas de entre 10 y 20 cm de espesor, con sucesivas pasadas del tractor o bien usando mazos apisonadores.
- Construir diques con material local (piedra bolón, etc) en el transcurso de la corriente que se dirige al reservorio, para evitar que a este lleguen materiales en suspensión (basura) y el agua con grandes velocidades.
- Construir el drenaje que puede ser un canal, manguera o tubería, para evacuar el exceso de agua y dar estabilidad a la estructura.
- Cercar con alambre de púas y postes prendedisos alrededor del reservorio para evitar accidentes de personas y animales.

Materiales y costos

Para efectos de materiales necesarios y costos (Tabla 5) se toma como ejemplo una laguneta con capacidad de 70m³ de agua.

Tabla 5. Descripción de materiales para una laguneta con revestimiento de arcilla

Descripción	Costo por hora(\$)	Unidad de medida
Alquiler de maquinaria		
Traslado de maquinaria	\$5.00 por kilometro (ferri)	km
Excavación con tractor (Rendimiento de maquinaria: 60m ³ por hora)	70	m ³ / hora
Compactadora (Rendimiento de maquinaria: 200 m ³)	60	hora
Postes	26	Unidad
Alambre de púas calibre 12 (cerco laguneta)	1	Rollo
Grapas	3	Libras
Herramientas		
Carretilla	1	Unidad
Cinta métrica(5m)	1	Unidad
Pala redonda	2	Unidad
Pala cuadrada	1	Unidad
Macana o barra	1	Unidad
Machete	1	Unidad
Alicate	1	Unidad
Martillo	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Lapicero	1	Unidad
Mano de obra ¹⁰ (hoyos, postes y cercado)	1	DH

El costo promedio de esta alternativa tecnológica es de \$214.00¹¹, sin incluir el traslado de maquinaria (ferri) el cual oscila en unos \$5.00 por Km.

Para disminuir los costos de implementación de esta tecnología, se sugiere incluir la mano de obra familiar. En el caso de los postes es aconsejable hacer uso de los recursos disponible de la finca¹⁰
Tasa Oficial de Cambio 21.30¹¹

○ **Laguneta revestida con plástico**

Descripción

El diseño y construcción de esta laguneta es similar a las anteriores, con la diferencia que se reviste el fondo y los taludes, con plástico calibre 1000 micrones o salinero 6000 micrones. En caso que la laguneta se destine para el cultivo de peces, se debe aplicar una capa entre 1.5 a 2 cm de arena sobre el plástico, para evitar que los animales lo perforen (Foto 9).

Procedimiento

- Seleccionar el sitio considerando los criterios de selección mencionados anteriormente.
- Preparar el terreno (limpieza, nivelación)
- Realizar la excavación de la laguneta, donde la profundidad debe ser entre 1 a 1.5 metros, con paredes en forma de talud, cuya relación puede ser entre 1:1.5 a 1:2 para evitar derrumbe de la obra.
- Compactar con cierto grado de humedad tanto en las paredes como en el fondo de la laguneta el suelo en capas entre 10 y 20 cm de espesor, con sucesivas pasadas del tractor o bien usando mazos apisonadores. Verificando y eliminando a la vez piedras con filo y raíces, para evitar que el plástico se perforo al momento de colocarlo sobre la superficie. Se puede utilizar plástico negro calibre 1000 micrones o salinero 6000 micrones que es de mayor durabilidad.
- Revestir la laguneta con el plástico calibre 1000 micrones o salinero calibre 6000micrones, teniendo se debe tener mucho cuidado en la manipulación ya que este material es muy frágil a perforación.
- Para unir o hacer el traslape en el plástico, se dejan unos 15cm, donde se puede utilizar pega amarilla (pega para zapato), plancha caliente en asocio con papel o silicón para corregir alguna fallas del sellado (Foto 5).
- A los bordes de la laguneta, dejar como mínimo un 1 metro del plástico, luego se prensan bien con piedras y tierra de la misma excavación.
- Construir el drenaje de descargue que puede ser un canal, manguera o tubería, para evacuar el exceso de agua y dar estabilidad a la obra estructura.
- Cercar con alambre de púas y postes prendedisos alrededor del reservorio para evitar accidentes de personas y animales



Foto 9. Laguneta revestida con plástico
Fuente: INTA, Centro Norte y Managua

Materiales y costos

Para efectos de materiales necesarios y costos (Tabla 6) se toma como ejemplo una laguneta con capacidad de 70m³ de agua.

3.2.3 Micropresas desmontables

Tabla 6. Descripción de materiales para una laguneta revestida con plástico

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Materiales		
Excavación ¹²	70	m ³
Plástico salinero calibre 6000 micrones (3m de ancho) o Plástico calibre 1000 micrones (1.20m de ancho)	68	Yardas
Postes ¹³	26	Unidad
Alambre de púas calibre 12 (cerco laguneta)	1	Rollo
Grapas	3	Libras
Pega amarilla	¼	Galón
Herramientas		
Carretilla	1	Unidad
Cinta métrica(5m)	1	Unidad
Pala redonda	2	Unidad
Pala cuadrada	1	Unidad
Macana o barra	1	Unidad
Machete	1	Unidad
Alicate	1	Unidad
Martillo	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Lapicero	1	Unidad
Mano de obra ¹⁴ (hoyos, postes y cercado)	1	DH

El costo promedio de esta alternativa tecnológica es de \$465.00¹⁵

70m3 excavado x C\$ 67: C\$ 4690(1m3 de excavado: C\$67.00)¹²

En el caso de los postes es aconsejable hacer uso de los recursos disponible de la finca¹³

Para disminuir los costos de implementación de esta tecnología, se sugiere incluir la mano de obra familiar¹⁴

Tasa oficial de cambio 21.30¹⁵

Descripción

Las micropresas desmontable, son estructuras físicas construidas con diferentes tipos de materiales, en forma de muros colocados transversales a la pendiente de las corrientes de agua efímeras¹⁶ y permanentes en quebradas.

Esta tecnología es una opción económicamente viable, donde se aprovecha los recursos locales y la innovación para construirla.

Objetivo

Retener y/o almacenar el agua durante el periodo lluvioso, en las quebradas con corrientes efímeras y permanentes.

Criterio de Selección

Procedimiento

- Estas estructuras se ubican preferiblemente en sitios con pendientes menores a 15%, en caso de ser mayor, se debe reforzar el muro con mampostería o postes.

En las siguientes secciones se describe el procedimiento de la construcción de los diferentes tipos de micropresas desmontable en relación al tipo de material a ser utilizado.

Materiales y costo

En las tablas 7 y 8 se dan a conocer un estimado de los materiales y el costo total de micropresas desmontables construidas con diferentes materiales basándose en el área que tiene el muro de retención.

Recomendaciones

- El momento adecuado para construir estas obras es durante las últimas lluvias.
- Limpiar el sitio antes de la construcción de la obra.
- Realizar rehabilitaciones a esta obra durante el periodo de uso.
- El ancho del muro de retención debe ser 1 metro. De esta manera se logra dar estabilidad a la obra.

Para construir micropresas desmontables, se pueden aprovechar diferentes recursos o materiales, como se describe a continuación:

- **Micropresa desmontable de sacos con arena y plástico**

Descripción

Para construir esta obra se usan materiales accesibles como: sacos, arena y plástico. Los sacos llenos de arena se ubican en sentido transversal a la pendiente o a la corriente de la quebrada para retener el agua. Se recomienda ubicar doble filas de sacos traslapados para dar mayor resistencia al muro de retención, el plástico calibre 1000 micrones o salinero 6000 micrones, debe colocarse entre las dos filas de sacos, para evitar que el plástico sea perforado por peces (Foto 10).



Foto 10. Micro presa desmontable de sacos de arena y plástico
Fuente: INTA, Pacífico Norte

Corriente efímeras: Escorrentía solo durante el periodo lluvioso¹⁶

Materiales y Costo

Para efectos de materiales necesarios y costos (Tabla 7) se toma como ejemplo la construcción de una micropresa desmontable de sacos con arena y plástico, que tiene un muro de retención con un área de 8.75m² (Foto 11).



Foto11. Dimensiones del muro de retención de sacos con arena y plástico
Fuente: INTA, Pacífico Norte

Tabla 7. Descripción de materiales para una micropresa desmontable de sacos con arena y Plástico

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Materiales		
Arena	6	m ³
Sacos macen (0.05x1.00m)	126	Unidades
Plástico salinero calibre 6000 micrones (3m de ancho) o Plástico calibre 1000 micrones (1.20m de ancho)	11	yardas
Pega amarilla	¼	Galón
Herramientas		
Cinta métrica (5m)	1	Unidad
Pala redonda	1	Unidad
Pala cuadrada	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Lapicero	1	Unidad
Mano de obra familiar	3	DH

El costo promedio de esta alternativa tecnológica es de \$249¹⁷

○ **Micropresa desmontable con piedra bolón**

Descripción

Esta estructura es similar a la anterior con la variante que el material que se usa es piedra acomodada, una sobre otra en sentido transversal a la pendiente de terreno o curso de las aguas para formar el muro de retención (Foto 12).

Materiales y Costo

Para efectos de materiales necesarios y costos (Tabla 8) se toma como ejemplo la construcción de una micropresa desmontable con piedra bolón, que tiene un muro de retención con un área de 7m² (Foto 13).



Foto 12. Micro presa desmontable con piedra bolón
Fuente: INTA, Managua



Foto 13. Dimensiones del muro de retención con piedra bolón
Fuente: INTA, Pacífico Norte

Tabla 8. Descripción de materiales para micro presa desmontable con piedra bolón

Descripción	Cantidad	Unidad de medida
Materiales		
Piedra (piedra bolon)	6	m ³
Herramientas		
Cinta métrica(5m)	1	Unidad
Pala redonda	1	Unidad
Pala cuadrada	1	Unidad
Cuaderno	1	Unidad
Lapicero	1	Unidad
Mano de obra familiar	3	DH

El costo promedio de esta alternativa tecnológica es de \$86¹⁸

Tasa Oficial de Cambio 21.30¹⁸

3.3 Sistemas de bombeos para aguas superficiales y aguas subterráneas

Descripción

Para tener acceso y provechar tanto el agua superficial (ríos, quebrada) como agua subterránea (pozo) se emplean como medio los sistemas de bombeo.

¿Qué es un Sistema de bombeo?

Son dispositivos hechos por el hombre, que permiten que el agua, sea transportado a través de tuberías, mangueras para ser almacenado temporalmente en estructuras como: pilas, tanques plásticos o barriles.

Objetivo

La principal función del sistemas de bombeo, es mover (generalmente para subir) de un lugar a otro el agua, para satisfacer las necesidades de: consumo humano, uso domestico, riego a mayor y pequeña escala y abrevadero de ganado.

Criterios de selección

- La alternativa que se describe en la sección posterior de este documento para agua superficial puede instalarse exclusivamente en ríos y quebrada que sean permanente para hacer uso optimo de esta tecnología.
- Las alternativas que se describen en las secciones posteriores de este documento para agua subterráneas puede instalarse perfectamente en pozos perforados o excavados.

Procedimiento

En las siguientes secciones se describe el procedimiento para el caso de bomba de mecate manual, dado que este modelo fue el que dio origen a los otros modelos que han surgido, pero conservando siempre el mismo principio de acción o movimiento.

Materiales y costo

En las tablas 9 10, 11,12 y 13 se dan a conocer un estimado del costo y materiales de las diferentes alternativas de sistemas de bombeo

Recomendaciones

En las siguientes secciones se brindan las respectivas recomendaciones de las diferentes alternativas de sistemas de bombeo.

En el mercado actual, existen diferentes modelos de sistemas de bombeo, que se adaptan a distintos medios para ser accionadas por fuentes de energías alternativas como: eólica, solar, fuerza motriz de humanos y fuerza motriz de animales. Tales como las que se describen a continuación:

3.3.1 Sistemas de bombeos para aguas superficiales

- **Bomba de ariete hidráulico**

Descripción

La bomba de ariete hidráulico es un equipo que utiliza la energía del agua situada a una altura mayor (el desnivel de un río, presa u otro depósito) y que permite elevar el agua hasta una altura mayor que la inicial, mediante el fenómeno físico conocido como 'golpe de ariete' (Foto 14). El equipo bombea el agua de forma continua y funciona sin necesidad de energía eléctrica o combustible, por tanto, la convierte en una tecnología limpia, ecológica, eficiente y sostenible.



Foto 14. Bomba de ariete hidráulico
Fuente: INTA Pacifico Sur

Elementos que integran a la bomba de ariete hidráulico.

Los elementos básicos que integran un sistema de bombeo de ariete hidráulico (Figura 6) se describen a continuación:

- Depósito de origen, puede ser una presa, un río o cualquier otro medio que permite crear un desnivel de al menos 1 metro, en relación con la bomba ariete hidráulico(Figura 6.A).
- La tubería de carga o alimentación , debe ser de acero galvanizado para que resista las vibraciones que produce el golpe de ariete, debe tener una longitud entre 6 y 12 metros y colocarse con una pendiente que logre que la bomba de ariete hidráulico opere de forma automática(Figura 6.B).
- La válvula de impulso o de trabajo, debe tener el mismo diámetro del tubo de impulso, y si es menor que dicha tubería de impulso se deberá compensar con un aumento en el contra peso. (Figura 6.C).
- La válvula de retención, es la mitad del diámetro de la válvula de impulso y depende del caudal de bombeo y la frecuencia de los golpes. (Figura 6.D).
- El tanque hidroneumático o cámara de aire, sirve como colchón de amortiguación contra la propagación de los golpes de ariete en la tubería de descarga o de entrega. (Figura 6.E).
- La tubería de descarga o entrega, debe ser menor o igual a la mitad del diámetro del tubo de alimentación y se determina según el caudal de bombeo, el largo del tubo y la potencia disponible. (Figura 6.F).
- Depósito de almacenamiento , puede ser tanques plásticos, barriles, pila, reservorio, laguneta, etc. (Figura 6.G).

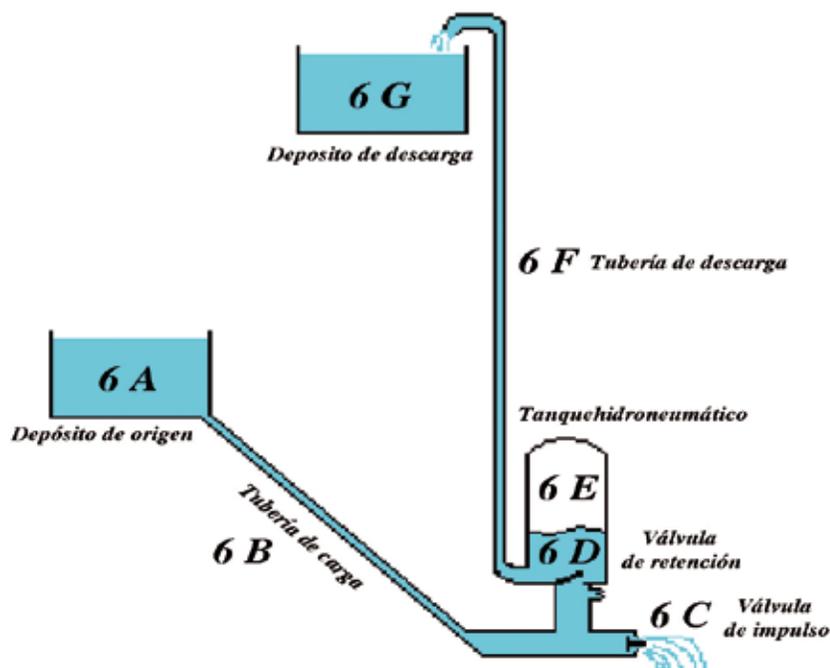


Figura.6 Elementos que integran a la bomba de ariete hidráulico

¿Cómo funciona la bomba de ariete hidráulico?

La forma o manera de funcionamiento de este sistema de bombeo (Figura7), se describe a continuación.

Con una caída de agua antes de la bomba es para provocar el flujo normal de agua (Figura 7.A y 7.D). El agua comienza a fluir libremente en la tubería de alimentación hasta llegar a tener aceleración y velocidad suficiente para cerrar repentinamente la válvula de impulso; En este momento ocurre el golpe de ariete, es decir sobre-presión en la tubería debido a este cierre repentino de la válvula, lo que provoca un choque entre la corriente de agua que viene avanzando con presión, caudal definidos y el nuevo frente de presión que viene aumentando en sentido opuesto al desarrollo normal del flujo, el que también sigue corriendo, ya que el mismo tubo se expande y se contrae en el proceso. Con la sobre presión creada, el agua logra ingresar al tanque hidroneumático o cámara de aire que tiene una válvula de retención o válvula check que impide su retorno (Figura (7.B).

Luego en la cámara de aire, es decir un tanque conteniendo aire y una salida para el agua en la parte inferior; Al ingresar el agua impulsada por el golpe de ariete, el aire se comprime en el instante, pero luego se expande para regresar a su volumen inicial y es al expandirse donde logra impulsar el agua que había ocupado su espacio(Figura 7.C). Esta acción repetida unas dos veces por segundo, permite obtener un chorro de agua las veinticuatro horas del día, todos los días.

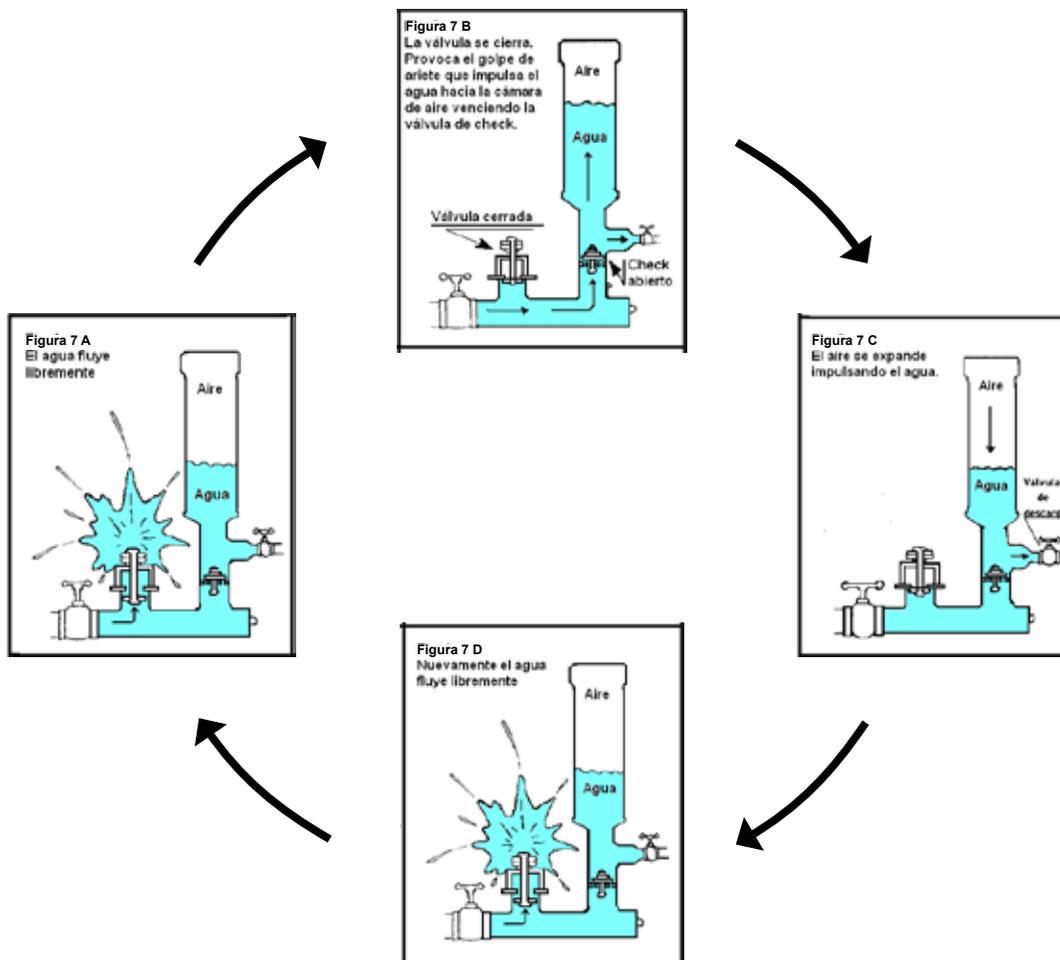


Figura7: Funcionamiento de la bomba de ariete hidráulico

Materiales y costo

Los materiales (Foto 15 y 16) y costo (Tabla 9) varían según el modelo de bomba de ariete hidráulico a implementarse, también influyen las condiciones presentes en el sitio.

Tabla 9. Descripción de materiales para diferentes modelos de bomba de ariete hidráulico y sus obras de complemento.

Características de bomba de ariete hidráulico	Costo \$ del Equipo de bombeo de ariete hidráulico	Costo \$ de accesorios estimados	Costo \$ de represa o caja de derivación	Costo \$ de pila de almacenamiento	Costo total \$ estimado
2" para 1/2"	200.00	75.00	50.00	100.00	425.00
3" para 1/2"	400.00	170.00	100.00	180.00	850.00
4" para 1/2"	600.00	240.00	125.00	250.00	1,215.00

Nota: Tasa oficial de cambio¹⁹



Foto 15 : Materiales para construir bomba de ariete hidráulico



Foto 16 : Bomba de ariete hidráulico ensamblada

Recomendaciones

Para que la bomba de ariete hidráulico logre funcionar (Figura 8), debe tenerse presente las siguientes consideraciones:

- Estudio preliminar del área propuesta y cálculo estimado del caudal de la fuente de abasto.
- Levantamiento topográfico del lugar seleccionado.
- Se debe mantener una distancia mínima de 50 cm entre el espejo de agua en la presa y la tubería de carga o de alimentación para evitar la entrada de aire que genera la formación de remolinos.
- Para evitar la obstaculización de objetos extraños en las válvulas de trabajo y de retención se debe colocar una malla en la toma de agua de la tubería de alimentación.
- Revisar y cambiar los empaques, que funcionan de amortiguamiento en este sistema de bombeo.

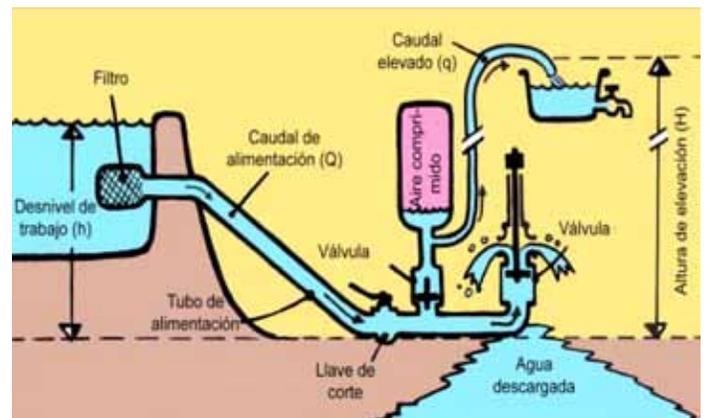


Figura 8: Recomendaciones sobre funcionamiento de la bomba de ariete hidráulico

Tasa oficial de cambio 21.30¹⁹

3.3.2 Sistemas de bombeos para Aguas Subterráneas.

○ Bomba de mecate manual

Descripción

La bomba de mecate, es una tecnología de diseño simple, operación sencilla, la cual consiste en dar vueltas a una manivela o rueda la que actúa directamente sobre un mecanismo o sistema de polea, conformado por pistones plásticos o de hule, en una dirección que conduce o eleva el agua hacia la superficie, por medio de un tubo de PVC que realiza la función de un cilindro. Esta tecnología es adecuada para zonas donde el nivel de agua no sea muy profundo (35 mts), ya que la capacidad de bombeo disminuye con la profundidad del pozo.(Foto17).

El eje: Es de un tubo de hierro galvanizado de ½” o de ¾”, forma una sola pieza con la manivela a un extremo, gira en dos cojinetes partibles.

La soga: Lleva los pistones, debe ser de 3 a 6 mm de diámetro, independientemente del diámetro del tubo en subida y de la profundidad, la soga es de fibra de polietileno con tres ramales y es la pieza de la bomba que sufre más desgaste durante su utilización.

El tubo de subida: Es de PVC, son ensamblados con la campana hacia abajo para minimizar la fricción en los pistones que están fijados al mecate mediante un pedazo de ramal trenzado por el mecate y quemado en ambos extremos. La guía y piedra estabilizadora es colgada en el tubo de subida mediante una cuña de tubo de PVC de igual diámetro del tubo de descarga.

La tubería de descarga o salida: Es de PVC.



Foto 17. Bomba de mecate manual
Fuente: INTA, 2010.

Elementos que integran la bomba de mecate

La bomba de mecate esta integrada por los elementos (Figura 9) que se describen a continuación:

Tapadera: Forma parte del pozo, es una plancha de concreto reforzada con hierro de ¼”, si el diámetro de la tapa es mayor de 1.2 m deberá ser reforzada con hierro de 3/8” de diámetro, en ella se emplaza el soporte de la bomba.

La rueda: Forma parte de la estructura del soporte, el eje con la polea, la manivela y el sistema de bloqueo. La rueda constituye la pieza más compleja puesto que contiene todas las partes móviles y de mayor concentración de fuerza, puede construirse de madera o de metal.

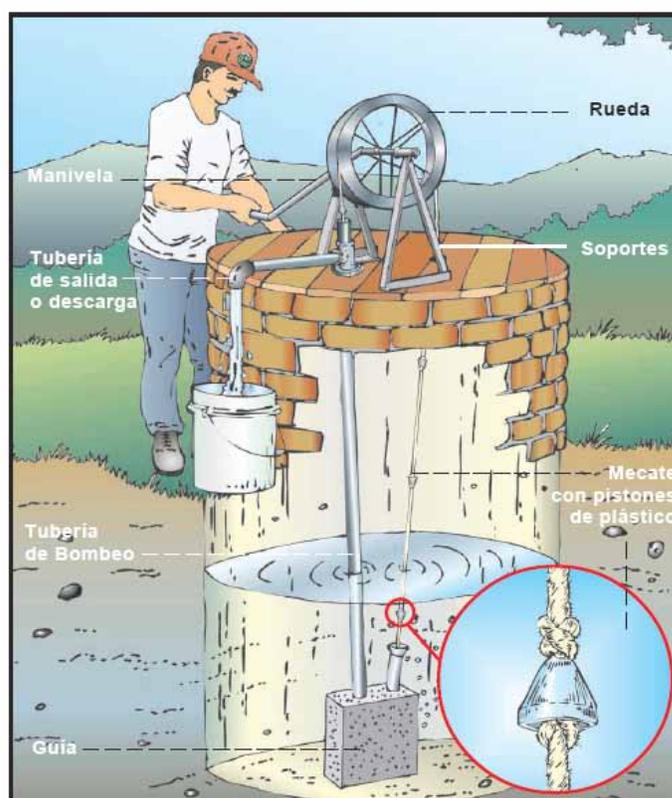


Figura 9: Elementos que integran la bomba de mecate

Procedimiento

Para instalar una Bomba de Mecate, se deben realizar las acciones siguientes:

- Realizar la limpieza del pozo, de modo que esté libre de raíces u otras suciedades que puedan obstruir el funcionamiento de la bomba.
- Determinar el nivel del espejo del agua y la profundidad total del pozo.
- Fijar la tubería de descarga a la parte superior de la tubería de subida.
- Fijar la guía de profundidad a la parte inferior de la tubería de subida, mediante ligas, teniendo en cuenta que la parte libre es opuesta a la descarga y que es necesario colocar o conformar una campana de entrada.
- Fijar los pistones a la soga, a la distancia necesaria, mediante nudos. Los pistones debe tener el mismo diámetro porque de lo contrario, se crea un «vacío».
- Pasar la soga con pistones por dentro de la tubería de descarga y a través de la guía de profundidad, para amarrar los extremos en la parte superior.
- Tener cuidado para no colocar los pistones al revés.
- Colocar contrapeso al final del tubo de subida.
- Colocar la estructura en la parte superior del pozo.
- Introducir en el pozo la columna de tubos y fijarla a la estructura.
- Pasar la soga por la polea, calcular su tensión y hacer el amarre final.
- Comenzar el accionamiento para el bombeo.

Materiales y costos

Tabla 10. Descripción de materiales para diferentes modelos de bomba de mecate manual

Descripción	Valor oficial U\$	Valor + 15% U\$
Bomba kit estándar pozos excavados a mano	67	77.05
Bomba kit con chumaceras	110	126.5
Bomba kit torre 3 metros	120	138
Bomba kit torre 6 metros	150	172.5
Bomba extrafuerte s/ tapa	68	78.2
Bomba extrafuerte con tapa 12 metros	74	85.1
Bomba extrafuerte con tapa 18 metros	79	90.85
Bomba extrafuerte con tapa 30 metros	85	97.75
Bomba extrafuerte con chumacera /12 metros	120	138
Bomba extrafuerte con chumacera / 18 metros	125	143.75
Bomba extrafuerte con chumacera/ 40 metros	134	154.1
Bomba extrafuerte con buje-pozo perf. Maquina hasta 40 m.	120	138
Bicibomba/30 metros	170.00	195.50
Bicibomba con torre 3 metros	220.00	253.00
Bicibomba con torre 6 metros	240.00	276.00
Bicibomba con chumacera hasta 30 metros	210.00	241.50

Nota: Tasa oficial de cambio²⁰

Tasa oficial de cambio 21.30²⁰

Recomendaciones

El mantenimiento es muy sencillo, periódicamente se deberá:

- Revisar la tensión del mecate, principalmente en las primeras semanas de uso, debido a que los nudos pueden alargarse. Para tensarlo se sueltan las puntas del mecate, luego se jalan para obtener cierta tensión y se vuelven a amarrar.
- Engrasar el eje de la rueda y la agarradera de la manigueta con aceite, este no tiene que ser específico.
- Revisar que los soportes y la rueda estén bien fijos.
- Limpiar y pintar la rueda cada año, para prevenir que se oxide.
- Revisar el mecate, ya que constantemente sufre desgaste, por tanto se debe evitar el roce con la tapa o con la pared del pozo.
- Cambiar el mecate cuando lo consideren necesario.

○ **Aerobomba de mecate**

Descripción

La aerobomba de mecate, también conocida como bomba de mecate con molino de viento, debido a que por este medio se logra hacerla funcionar automáticamente. El diseño es sumamente sencillo, porque no tiene válvulas, sondas o tubos pesados; conserva el mismo principio que una bomba de mecate, pero utilizan materiales y diseño nuevos (aeromotor y torre) para combinar el movimiento circular de la bomba directamente con el eje rotor; y de esa manera se aumenta la eficiencia.

La aerobomba, se usa preferiblemente en zonas donde el nivel del agua tiene una profundidad de unos 60 m, porque la capacidad de bombeo se reduce a medida que la profundidad del pozo aumenta y donde la corriente de vientos en la zona deben de ser suficientes para accionar la aerobomba. (Foto18)



Foto18. Aerobomba de mecate
Fuente: INTA, Managua

Materiales y costos

Tabla 11. Descripción de materiales para diferentes modelos de aerobomba .

Descripción	Valor oficial U\$	Valor + 15% U\$
Aerobomba torre 7 metros rotor 8 pies	780	897
Aerobomba torre 7 metros rotor 10 pies	800	920
Aerobomba torre 7 metros rotor 12 pies	850	977.5
Aerobomba torre 10 metros rotor 12 pies	1,200.00	1,380.00
Aerobomba torre 12 metros rotor 10 pies	1,400.00	1,610.00

Nota: Tasa oficial de cambio²¹

Recomendaciones

- Revisar: cambiar o reparar, periódicamente las aspas o hélice del rotor.
- El engrase del rotor se debe realizar por lo menos cada 3 meses con el lubricante adecuado.

Tasa oficial de cambio 21.30²¹

○ **Bomba de mecate con tracción animal**

Descripción

La bomba de mecate con tracción animal, también es conocida como bometran; es una variante de la bomba de mecate. Su diseño tiene una transmisión angular (brazo, engranaje y la barra de transmisión) para ser accionada por la fuerza de animales (caballo, mulas o burro). Es adecuada para profundidades hasta de 80 m.

Para instalar este tipo de bomba se requiere alrededor del pozo, un espacio libre y plano de 8m, que permita la libre circulación del brazo de polea y el animal. (Foto 19)



Foto 19. Bomba de mecate con tracción animal
Fuente: INTA, Managua.

Recomendaciones

- Limpiar y engrasar con lubricante, cada semana, los dientes de los engranajes de la rueda que gira verticalmente y la que gira horizontalmente, ya que sufren desgaste.
- Revisar frecuentemente que la tapadera del pozo no tenga agujeros, para evitar que el lubricante caiga adentro.
- Tener presente que el giro constante del animal alrededor del pozo vuelve irregular el suelo, y el giro del brazo, por tanto puede provocar la ruptura del eje.
- En el área en que circula el animal, aplicar arena o grava para mejorar la tracción del animal.

Materiales y costos

Tabla 12. Descripción de materiales para diferentes modelos de bomba de mecate con tracción animal.

Descripción	Valor oficial U\$	Valor + 15% U\$
Bomba tracción animal hasta 30metros	600.00	690.00
Bomba tracción animal hasta 60 metros	760.00	874.00

Nota: Tasa oficial de cambio²²

Tasa oficial de cambio 21.30²²

○ **Bici-bomba de mecate**

Descripción

Es un modelo de la bomba de mecate diseñado para aprovechar el mínimo esfuerzo físico del hombre valiéndose de piernas y pie, esta tecnología esta ensamblada en un modelo de bicicleta y así lograr accionar la bomba, haciendo menos pesada esta labor.

Adecuada para zonas donde el nivel de agua no sea muy profundo (35 m), ya que la capacidad de bombeo disminuye a medida que se incrementa la profundidad del pozo
(Foto 20).



Foto20. Bici-bomba de mecate
Fuente: INTA, Managua

Materiales y costos

Tabla 13. Descripción de materiales para diferentes modelos de bomba de mecate con tracción animal.

Descripción	Valor oficial U\$	Valor + 15% U\$
Bicibomba estándar /12 metros	160.00	184.00
Bicibomba / 18 metros	165.00	189.75
Bicibomba/30 metros	170.00	195.50
Bicibomba con torre 3 metros	220.00	253.00
Bicibomba con torre 6 metros	240.00	276.00
Bicibomba con chumacera hasta 30 metros	210.00	241.50

Nota: Tasa oficial de cambio²³

Recomendaciones

- En esta tecnología, la bicicleta se debe engrasar periódicamente y revisar constantemente la cadena de la misma.

Tasa oficial de cambio 21.30²³

VI. Literatura revisada

- Casademunt, E; Romero, F. 2002. Guía Técnica Bomba de Mecate. EMAR (Escuela móvil de agua y riego). TROPISEC y ASDENIC. Nicaragua. 11 p.
- Casademunt, E; Romero, F. 2002. Guía Técnica Laguna de Tierra. EMAR (Escuela móvil de agua y riego). TROPISEC y ASDENIC. Nicaragua. 11 p.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 2007. Guía técnica manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios. 1ª .ed. Nicaragua, 2006. 123 p.

Referencia de sitios Web:

- http://fundacioncear.org/concurso/Tecnologias_abastecimiento.pdf
- <http://www.funica.org.ni/documentos-buscar.php>
- <http://www.ropepumps.org/>

