

# TECNOLOGIA APROPIADA PARA LA CONSTRUCCION DE POZOS Y BOMBAS DE MANO EN COMUNIDADES AGUARUNAS DEL ALTO MAYO

Autor: Emilio Mayorga  
Programa de Energía ITDG-Perú  
[hidro@itdg.org.pe](mailto:hidro@itdg.org.pe)

## 1. ANTECEDENTES

La falta de agua potable viene causando graves problemas de salud y una elevada tasa de mortalidad a las comunidades Aguarunas del Alto Mayo, que pertenecen a la tribu Jíbaro, y que cuenta con una población aproximada de 2,600 habitantes. Las condiciones de salud de las comunidades son precarias, no tienen facilidades de agua ni desagüe. Al no contar con agua disponible para beber, usan agua de ríos cercanos con un nivel aproximado de contaminación de 160 bacterias coliforme fecales por cada 100 ml. La tasa de mortalidad infantil, hasta los cinco años, es de 124 por 1000. Esto principalmente debido a enfermedades (diarrea aguda y parasitosis), asociadas con el consumo de agua contaminada.

Es el grupo étnico más crítico en Perú, en lo que respecta a su grado de bienestar, por sus precarias condiciones de vida. No están integrados a la economía regional, principalmente debido a su aislamiento en la selva norte oriental y a la presión de los inmigrantes que se apoderan de su territorio. Tienen relaciones comunes de intercambio comercial con los inmigrantes, pero generalmente con resultado desfavorable. Continúan usando sus practicas tradicionales de supervivencia, como la pesca y la caza. También desarrolla actividades agrícolas y de granja pero en reducida escala; cultiva maíz, plátano, mandioca y una gran variedad de otras plantas comestibles y medicinales. Las actividades agrícolas son familiares y administradas por la mujer. Hasta hace poco, este modo de vida les había permitido ser autosuficientes. Sin embargo, su economía doméstica se viene deteriorando continuamente con las interrelaciones con agricultores de arroz y aserraderos que han adquirido una injusta ventaja en el área. La falta de empleo y fuentes de ingreso afectan severamente su nivel de vida.

Desde 1984, ITDG viene implementando actividades de entrenamiento para comunidades Aguarunas como saneamiento básico y carpintería, generando una demanda de entrenamiento futuro para comunidades Aguarunas y el incremento de las expectativas de mejorar de sus condiciones de vida. ITDG ha colaborado con las autoridades Aguarunas para diagnosticar la situación del saneamiento básico en las comunidades. En 1995 ITDG con las comunidades Aguarunas llevaron a cabo asambleas en cada comunidad con el objeto de establecer prioridades a nivel comunal. Todas ellas expresaron como su prioridad más urgente, reducir las enfermedades y mortalidad particularmente de los niños. Anteriores y comunes epidemias en las comunidades, han causado pánico y afectado drásticamente el número de pobladores y sus actividades de autosuficiencia, ellos desean desesperadamente mejorar dicha situación. Como el principal problema de salud proviene de la calidad del agua, éste fue el área en el que todos coincidieron en considerar como objetivo del trabajo. Se ha suscrito un convenio con la OAAM y con los líderes de las comunidades, para proveerles de apoyo técnico en las áreas priorizadas por ellos. La Asamblea Comunal, máxima autoridad local, ha solicitado apoyo a ITDG para rehabilitar y construir pozos de agua y entrenarlos en su mantenimiento y operación.

Por ello, el proyecto Abastecimiento de Agua Potable y Mejoramiento de las Condiciones Sanitarias de las Comunidades Aguarunas en el Alto Mayo, tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida y salud en dichas comunidades, con el propósito de reducir la mortalidad infantil. Los objetivos inmediatos del proyecto son:

- Mejorar las condiciones de 50 pozos para proveer de agua limpia (adecuada para beber) en 14 comunidades y construir 15 nuevos pozos en 8 comunidades.
- Publicar un folleto bilingüe sobre operación y mantenimiento de pozos de agua y entrenar a miembros de 14 comunidades sobre el tema, durante la construcción de los pozos, para asegurar la sostenibilidad de los resultados.

- Organizar un Taller para delinear un plan de desarrollo para las comunidades.

El proyecto se encuentra actualmente en ejecución y la experiencia que describiremos se enmarca dentro de dicho proyecto, orientándose hacia los aspectos técnicos de construcción de pozos y bombas de mano.

## 2. AREA GEOGRAFICA DE APLICACIÓN

El proyecto se viene trabajando en las comunidades Aguarunas establecidas en las provincias de Moyobamba y Rioja, en las partes altas del valle formado por el Río Mayo, en la Región San Martín. El área se encuentra en la cordillera sub-andina consiste principalmente de selva alta sub-tropical, regada sólo por las lluvias, entre los 400 y los 1000 m.s.n.m., muy susceptible de alteraciones en su conformación natural. El clima es cálido y húmedo, las lluvias fluctúan entre los 3000 y los 8000 mm/año, llueve copiosamente entre los meses de noviembre a abril y escasea entre los meses de mayo a octubre.

El hombre está adaptado íntegramente al clima y es un excelente explorador y recolector. La flora es pujante y variada, produciendo madera de buena calidad como caoba, cedro, ishpingo, tornillo y moena. La fauna también es variada, siendo el mayor mamífero el tapir o sachavaca, con presencia de venado, sajino y huangana. Entre las aves destaca el paujil, del tamaño del pavo doméstico, y en los ríos habita el lagarto.

Desde 1975, viene sufriendo los efectos de un período intensivo de colonización. Los inmigrantes que han llegado al área se dedican a la agricultura. El suelo se está empobreciendo debido al incremento de la expansión de las plantaciones individuales. La deforestación se manifiesta en áreas claras, libres de floresta (la cual no es adecuada para actividades agrícolas), debido a la búsqueda de mayores áreas de cosecha. Este proceso de colonización y de prácticas agrícolas intensivas, está amenazando el hábitat de las comunidades nativas Aguarunas, que viven en la floresta.

## 3. CRITERIOS TECNICOS

Un total de 14 comunidades fueron visitadas para seleccionar la mejor ubicación de los pozos de agua en cada comunidad. Se ha contemplado un sistema de artesanal de cloración para asegurar la calidad adecuada del agua, asimismo los pozos son revestidos con concreto y usan bombas de mano simples, para facilitar la extracción de agua.

El proyecto se dividió en dos etapas. En la primera, se desarrollaron las actividades de mejora y reparación de pozos y bombas manuales construidas, con el objeto de hacer un seguimiento a estas instalaciones, registrando su comportamiento y períodos de mantenimiento. En una segunda etapa se contempló el diseño de nuevos pozos y bombas para su instalación en las comunidades, incorporando a los diseños las mejoras que el estudio de bibliografía referencial y la observación de actividades de la primera etapa recomiendan.

Durante la ejecución de la primera etapa, se han reparado 16 pozos en 8 comunidades, con una población total de 950 habitantes, los cuales tienen acceso a agua para beber.

Comunidad	Pozos reparados
San Rafael	2
Santo Domingo	2
Bajo Naranjillo	4
San José de la Habana	1
Pueblo Libre	5
Shampuyacu	2

Fuente: ITDG, Visitas de campo

El principal problema que las comunidades han detectado, es el comportamiento de las antiguas bombas manuales instaladas por terceros. Estas bombas, fueron construidas con elementos de fierro,

protegidos con pintura anticorrosiva, sólo la tubería de succión-impulsión es de fierro galvanizado.

Las bombas antiguas elevan agua, pero ésta sale turbia del pozo. A medida que siguen bombeando, el agua sale cada vez más cristalina. A mayor tiempo que dejan de usar las bombas antiguas, el agua sale mas turbia, aclarándose el color luego de bombear seguido unas cuantas veces.

Los pobladores asignaron a la presencia de óxido en el agua, su color turbio; por ello han venido retirando las bombas y mudando sus viviendas más cerca al río. No desean la reinstalación de las bombas de fierro antiguas.

La alternativa inmediata llevada a cabo por ITDG, para resolver el problema de reparación, considerando la posición de los pobladores fue:

- Cambiar el material de las varillas de accionamiento de las bombas, por varillas de bronce en lugar de las de fierro.
- Cambiar el material de la tubería de succión-impulsión, por PVC en lugar de fierro galvanizado.
- Cambiar el material del soporte de la bomba, por PVC revestido con concreto en lugar de fierro.

Del mismo modo, los pozos fueron mejorados profundizándolos y revistiéndolos con anillos de concreto de 1.5 m de diámetro por 0.5 m de altura, con una cubierta de concreto, para evitar que se ensucie el pozo. Sobre esta tapa se fija el soporte de concreto de la bomba.

Todo ello constituía prácticamente un rediseño de la bomba, ya que de los elementos originales, prácticamente sólo se recuperaba la palanca de accionamiento y la cubierta de protección. Sin embargo, la aceptación de la comunidad a las "reparaciones" fue total.

El seguimiento a los pozos y bombas reparados, permitió determinar períodos cortos entre mantenimiento y la incapacidad de los miembros de la comunidad para reparar los equipos fuera de servicio, por falta de herramientas, ambientes de trabajo adecuados, repuestos disponibles y materiales de reemplazo. En esta primera etapa ITDG se encargó de hacer las reparaciones para perfeccionar procedimientos y registrar las deficiencias surgidas, con el fin de incorporar en los nuevos diseños las mejoras recomendables.



*Foto ITDG: Construcción de pozos de concreto, Moyobamba*

La siguiente tabla muestra las deficiencias en los diseños antiguos y en las reparaciones de pozos y bombas, que se pudieron observar. Asimismo, se presentan algunas alternativas de solución, para lo cual se realizó una investigación bibliográfica intensa.

<b>Deficiencias observadas</b>	<b>Alternativas de solución</b>
<p><b>En los pozos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa profundidad, presentándose el caso de pozos secos, debido a descenso de la napa freática.</li> <li>• Baja capacidad de filtración de las paredes del pozo, lo que obliga a la construcción de anillos de concreto de mayor espesor (mayor peso) lo que a su vez influye en su menor altura para facilitar su manipuleo durante la instalación en el pozo.</li> <li>• Excesiva inversión en material para los recubrimientos del pozo, debido a que el diámetro del mismo se mantiene constante desde la base hasta la superficie.</li> <li>• Dificultad en el transporte de los moldes para hacer anillos, debido a su tamaño.</li> </ul> <p><b>En las bombas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La varilla de construcción en bronce, presenta un elevado índice de rotura por fatiga del material, esto se aprecia principalmente en el rápido deterioro de los hilos de la rosca de unión entre varillas.</li> <li>• El material de la tubería de succión - bombeo, es muy débil (PVC), y no resiste el peso del agua, produciéndose la rotura de los hilos roscados que unen la tubería con el cuerpo de la bomba.</li> </ul>	<p><b>En los pozos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundizar las excavaciones, esto traerá como consecuencia que se deba trabajar tres metros por debajo del nivel del agua, lo cual es muy incómodo. Esto obliga a laborar en períodos de seca y utilizando motobombas. Se han adquirido 2 de ellas con motor de 5 HP</li> <li>• Aumentar la altura de los anillos de concreto, para permitir un área porosa en su parte central, ya que los extremos deben ser de concreto sólido (para ensamble y manipuleo), dar un acabado machihembrado a los bordes de los anillos para asegurar una pared de pozo uniforme y evitar riesgos de derrumbe. Dar un acabado de bisel al anillo inferior del pozo, para facilitar su profundización.</li> <li>• Facilitar la construcción de los anillos de concreto para revestimiento del pozo, con moldes metálicos ensamblables.</li> <li>• Utilizar un soporte metálico (trípode) portátil y un "polipasto" a cadena de 2 Toneladas de capacidad para colocar los anillos de revestimiento.</li> </ul> <p><b>En las bombas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el nivel de corrosividad del agua en los pozos de las comunidades, para determinar el motivo de turbidez del agua. Como muestra se presenta el resultado de análisis de dos pozos:</li> </ul>

<b>Análisis de aguas en dos pozos de Shampuyacu, Moyobamba</b>				
Determinaciones	Expresado como	Unidades	Pozo Central Shampuyacu	Pozo de W. Fernández, Shampuyacu
Calcio	CO3 Ca	Mg/l	128	4
Magnesio	CO3 Ma	Mg/l	120	1.5
Cloruros	Cl Na	Mg/l	15	13
Sulfatos	SO4	Mg/l	1	Trazas
Sílice	Si O2	Mg/l	14	11
Sólidos disueltos	Todos	Mg/l	150	19
Indice Ryznar 38°C			8.26	11.3

El índice de estabilidad corresponde a valores que indican aguas severamente corrosivas, que podrían recomendar la adición de sales cálcicas para el agua del segundo pozo, y elevar el PH en ambos casos a niveles de 7.8 a 8.0.

Adicionalmente se continúa evaluando el agua turbia bombeada con los equipos antiguos, en diferentes pozos, para determinar si realmente es un elevado contenido de óxido lo que da esa coloración al agua. Esto para determinar el material a emplear en tuberías y varillas de accionamiento de las bombas manuales. Se tienen las alternativas de empleo de PVC, fierro galvanizado y acero inoxidable, sin embargo la última alternativa, además de costosa, corresponde a material que no se produce en el país y debe importarse, por lo que no es la deseable

#### **4. MATERIALES USADOS**

El material de construcción de los pozos es común y se encuentra disponible en la región. Los materiales de moldes y trípode para revestimiento de los pozos corresponder a acero comercial y el proceso de fabricación puede ser local. Para propósitos del proyecto, sin embargo, debido estos bienes han sido construidos en pequeños talleres de Lima, para que puedan ser copiados posteriormente en talleres de la zona de instalación.

Para la construcción de las bombas, los materiales en un 95% también están disponibles en el mercado local, sin embargo es probable que los elementos que componen la varilla de accionamiento de las bombas finalmente deba ser protegida con un baño de zinc. Esto es necesario hacerlo en Lima, por lo que el material de las varillas debe adquirirse también en Lima, para evitar mayores costos en transporte. Las varillas de bronce que se usaron en las primeras bombas reparadas, también se compraron en Lima.

## 5. ASPECTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Se han reparado 16 pozos en 8 comunidades, con una población total de 950 habitantes, los cuales tienen acceso a agua para beber. La operación de las bombas manuales reparadas es sencilla, las emplean principalmente mujeres y niños. Estas bombas son relativamente fáciles de reparar, pero requieren de un conjunto de herramientas y conocimientos mínimos de mecánica. Por otra parte no existen repuestos en stock, por lo que la reparación aún es desarrollada por personal del proyecto. Esto se debe a que el proyecto aun se encuentra en ejecución y se está definiendo el diseño final de la bomba, con criterios de bajo costo y elevada resistencia a la corrosión. Se ha contemplado la edición de un folleto, y un curso para delegados de la comunidad como responsables de las labores de mantenimiento y reparación. Durante el curso el proyecto entregará formalmente las herramientas necesarias para efectuar dichos servicios.



*Foto ITDG: Instalación de una bomba manual, Moyobamba*

## 6. PARTICIPACION DE LA COMUNIDAD

Se efectuaron varias reuniones de trabajo y asambleas, para discutir la participación de la comunidad en el proyecto y finalmente se acordó que cada familia trabajaría tres días a la semana en la construcción de los pozos.

Las comunidades Aguarunas han participado con mano de obra en la reparación de los pozos de agua instalados y se han comprometido a brindar la mano de obra para la construcción de los nuevos. Al término del proyecto, la comunidad se hará cargo completamente de la construcción de nuevos pozos y reparación de bombas, por lo que en las nuevas instalaciones se incorporarán en ritmo creciente a las actividades del proyecto.

## 7. GESTION Y ADMINISTRACION

ITDG tiene a su cargo las actividades de apoyo hasta concluir la ejecución del proyecto, momento a partir del cual, las comunidades deberán hacerse cargo de las actividades futuras de construcción, operación y mantenimiento de pozos. Se cuenta con dos profesionales especialistas en saneamiento y en construcciones respectivamente y un técnico de apoyo en las actividades de campo. Debido al fenómeno del Niño que incrementó la altura de la napa freática en la zona, las actividades de construcción de los nuevos pozos y bombas se han suspendido en espera de la temporada seca que se inicia en mayo. Las coordinaciones con las comunidades Aguarunas para trabajar conjuntamente, han sido imprescindibles. En estas comunidades el Jefe de cada una de ellas es el que decide sobre los trabajos que deben desarrollarse en su territorio y el apoyo de la población local a dichas actividades.

## 8. COSTOS PARA LA CONSTRUCCION DE POZOS

Los costos de construcción e instalación de los pozos pueden dividirse en costos de equipamiento y costo de obras civiles. Los costos de equipamiento se realizan una sola vez y pueden utilizarse para la construcción de otros pozos, dependiendo del número de pozos a construir se decidirá la conveniencia o no de adquirir el equipamiento. La siguiente tabla muestra los costos por este concepto.

<b>EQUIPOS</b>	<b>CANT.</b>	<b>US\$</b>
Motobomba de 5HP	02	2,500
Polipasto a cadena (tecle)	01	300
Molde para anillo superior	01	530
Molde para anillo inferior	01	530
Trípode	01	340
Otros	01	500
<b>Total [US\$]</b>		<b>4,700</b>

Los costos de obras civiles por construcción de nuevos pozos dependen de la profundidad del mismo, para un pozo típico de 5 metros de profundidad, se ha estimado en: US\$ 350.

Los costos de bombas manuales son definidos de acuerdo al material que se emplee, restricciones en el presupuesto obligan el uso de materiales de bajo costo que significa un mayor trabajo en el mantenimiento de los equipos. Sin embargo, el diseño debe ser más sencillo para permitir que las labores de reparación puedan ser efectuadas por los responsables dentro de la comunidad, lo cual brinda sostenibilidad al proyecto. El costo de una bomba, incluida la instalación, se estima en US\$ 350.

## 9. CRITERIOS DE EVALUACION

Se ha venido haciendo una evaluación de la primera etapa del proyecto, en la que se desarrollaron actividades de mejoramiento y reparación de pozos y bombas; registrándose los períodos en los que las bombas manuales reparadas salen de operación y los principales problemas que se presentan periódicamente pozos y bombas. Como fruto de esta actividad se han definido los criterios de diseño, construcción e instalación de pozos y bombas manuales.

Por otra parte los resultados parciales obtenidos, nos permiten apreciar que la comunidad se encuentra satisfecha con los resultados alcanzados hasta la fecha. Sin embargo es indispensable aun llegar a las actividades de construcción de los nuevos pozos y bombas, para capacitar a los pobladores en su mantenimiento y reparación.

## 10. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Las actividades mencionadas corresponden a avances de un proyecto, por lo que está aún pendiente la construcción de los nuevos pozos y bombas. En la actualidad se está a la espera de iniciar la construcción de nuevos pozos y bombas en la zona, para lo cual se cuentan con las facilidades, correspondientes a moldes metálicos para la construcción de los anillos de concreto, trípode y polipasto metálico para facilitar la tarea de revestimiento de pozos.

Está pendiente la recepción de los últimos resultados de análisis de muestras de agua turbia para definir los materiales a emplear en las bombas manuales. Al respecto, el diseño de las mismas no representa mayor problema para ITDG, ya que cuenta con profesionales especialistas en el diseño de bombas manuales y equipos para aprovechamiento de energía renovable en general, como molinos de viento, los cuales emplean bombas reciprocantes similares.

La sostenibilidad del proyecto, sólo puede ser garantizada con la capacitación de la población usuaria de los equipos y con la adquisición de un mínimo de herramientas adecuadas para la construcción de pozos y reparación de las bombas manuales.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Brown, M. Una paz incierta, Centro Amazónico de Antropología y Aplicaciones Prácticas. Lima, 1984.
- Catip, J y otros. Memorias y Plan de Acción del IV Congreso de la Organización Aguaruna del Alto Mayo. Moyobamba, 1994.
- CAAP. Las Organizaciones Nativas en la Amazonía Peruana. Lima, 1986.
- CIAT-IFPRI. Desarrollo Rural en la Amazonía Peruana. Cali, 1993.
- INEI. PERU: I Censo de Comunidades Indígenas de la Amazonía. Lima, 1993.
- San Román, J. Perfiles Históricos de la Amazonía Peruana. Iquitos, 1994.

### **Nota:**

A setiembre de 1998, el proyecto ya concluyó, cumpliéndose los objetivos y metas trazadas. ITDG, dispone ahora de las técnicas de perforación de pozos tubulares con bombas de mano de polietileno, además de las técnicas mencionadas. Los usuarios de pozos y bombas en las comunidades Aguarunas, cuentan además con un manual bilingüe para facilitar el mantenimiento de las bombas de mano. Asimismo las comunidades han encargado a ITDG, la preparación de un proyecto integral, con su participación en todas las etapas desde la formulación

*Presentado en el Taller Regional "Tecnologías Adecuadas en Saneamiento Básico para el Ambito Rural", Lima, Abril, 1998.*