

PN-AAT-13 21

WATER AND SANITATION
FOR HEALTH PROJECT



COORDINATION AND
INFORMATION CENTER

Operated by The CDM
Associates
Sponsored by the U.S. Agency
for International Development

1611 N. Kent Street, Room 1002
Arlington, Virginia 22209 USA

Telephone: (703) 243 8200
Telex No. WU1 64552
Cable Address WASHAID

**ASISTENCIA TECNICA
A FABRICANTES DE BOMBAS
MANUALES AID Y ROBOSCREEN
EN HONDURAS
FASE I**

INFORME DE CAMPO DE WASH NO. 85

SEPTIEMBRE 1983

The WASH Project is managed
by Camp Dresser & McKee
Incorporated. Principal
Cooperating Institutions and
subcontractors are: Interna-
tional Science and Technology
Institute, Research Triangle
Institute, University of North
Carolina at Chapel Hill,
Georgia Institute of Tech-
nology—Engineering Experi-
ment Station.

**Preparado para:
la Misión USAID en la República de Honduras
bajo la Orden de Dirección Técnica No. 29**

INFORME DE CAMPO DE WASH NO. 85

ASISTENCIA TECNICA A FABRICANTES DE
BOMBAS MANUALES AID Y ROBOSCREENS EN HONDURAS

FASE I

Preparado para la Mision AID en la Republica de Honduras
Bajo la Orden de Direccion Técnica No. 29

Preparado por:

Ben E. James, Jr.

Septiembre 1983

TABLA DE CONTENIDO

Capitulo	Pagina
RESUMEN DE TRABAJO	iv
RECONOCIMIENTOS	vi
1. INTRODUCCION	1
1.1 Mejoras en el Agua y en la Sanidad en Honduras	1
1.2 Actividades de Organismos Gubernamentales de Honduras en Agua y Sanidad	1
1.3 Asistencia del Gobierno de E.E.U.U. en Agua y Sanidad en Honduras	2
2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	3
2.1 Eventos que Condujeron a la ODT	3
2.2 Alcance del Trabajo	5
2.3 Organizacion del Informe	6
3. ACTIVIDADES DE LA FASE I: FABRICACION DE LA BOMBA MANUAL DE AID Y DEL ROBOSCREEN EN HONDURAS	7
3.1 Programa y Puesta en Marcha de la Bomba Manual de Diseno de la AID	7
3.2 Enfoque General de la Asistencia Técnica	11
3.3 Seleccion de Fabricantes y Provision de Asistencia Técnica en Honduras	13
3.3.1 Bombas Manuales de la AID	13
3.3.2 Roboscreen	17
3.4 Compra de Equipo, Materiales y Suministros y Otorgamiento de Contratos	18
3.4.1 Bombas Manuales AID	18
3.4.2 Roboscreen	18
3.4.3 Bombas Manuales Dempster	18
3.4.4 Bombas Manuales Sanpar	18
3.4.5 Bombas Moyno	19
3.4.6 Tuberia de Caída, Varilla del Embolo y Otros Suministros	19

Capitulo	Pagina
J. Fotografias del Maquinado de Roboscreen	70
K. Criterio de Seleccion de Lugares para Pruebas de Campo de Bombas Manuales	73
L. Criterio de Aceptation y Plan de Inspeccion Para Bombas Manuales AID	74
 GRAFICAS	
1. Honduras	vii
2. La Bomba Manual de Diseno de la AID para Pozo Poco Profundo . . .	8
3. La Bomba Manual de Diseno de la AID para Pozo Profundo	9
 CUADROS	
1. Tipo de Pozo	20

RESUMEN DE TRABAJO

El Gobierno de Honduras (GOH) incluyó en su plan quinquenal 1979-1983, el mejoramiento de la sanidad y del suministro de agua para el setenta y cinco por ciento de su población rural. La Misión USAID en Honduras, manteniendo una larga trayectoria de asistencia de los Estados Unidos en proyectos de agua y sanidad en dicho país, celebró un acuerdo de préstamo con el GOH para llevar a cabo el Proyecto de Agua y Sanidad Rural, PRASAR.

Entre otras mejoras de agua y sanidad, PRASAR tuvo a su cargo la instalación de 3.000 bombas manuales en pozos ya existentes o recién excavados, taladrados a mano, o perforados. El proyecto PRASAR solicitó inicialmente la compra de bombas manuales Dempster de fabricación estadounidense, pero se decidió más adelante que se considerarían bombas de fabricación local para este proyecto. Por consiguiente, el acuerdo de préstamo de PRASAR incluyó una disposición en la cual la AID asistiría al GOH, desarrollando la capacidad de fabricar una bomba manual a nivel de uso comunitario, de funcionamiento seguro, en Honduras.

Al comienzo del proyecto, el GOH ordenó 1.120 bombas manuales Dempster con el objeto de no retrasar la puesta en marcha del proyecto mientras se lograba producir la bomba de fabricación local. Al mismo tiempo solicitó a la Misión AID, y ésta a su vez solicitó a la AID en Washington, llevar a cabo un programa de asistencia técnica para desarrollar la capacidad de fabricación local de bombas y conducir una prueba comparada de varias bombas para dar al GOH criterios razonablemente objetivos sobre los cuales basar su selección al situar su segunda orden de bombas.

AID/Washington respondió a la solicitud en Febrero de 1981 con la emisión de la Orden de Dirección Técnica (ODT) No. 29 para Camp Dresser and McKee, Inc. (CDM), una compañía de ingeniería ambiental que tiene a su cargo el funcionamiento del Proyecto Water and Sanitation for Health (WASH), centralmente financiado por la AID. CDM a su turno, autorizó a su subcontratista, la Estación Experimental de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Georgia, para hacerse cargo de los trabajos. Georgia Tech cuenta con una vasta experiencia en este tipo de trabajo con la bomba manual diseñada por la AID en varios países en desarrollo.

Siguiendo la solicitud de la Misión, el trabajo se realizó en dos fases. El trabajo de la Fase I se realizó bajo la ODT 29. Esta fase consistió en la selección de fabricantes locales para hacerse cargo de la producción de la bomba diseñada por la AID y el roboscreen (un revestimiento PVC para pozos), prestándoles asesoría técnica, y comprando de ellos 150 bombas y 200 pies de revestimiento para pozos. El trabajo incluyó así mismo la selección de lugares para realizar las pruebas de campo de diversas bombas manuales y la compra de las restantes bombas y materiales necesarios para realizar las pruebas de campo. Las otras bombas a comparar con la bomba diseñada por la AID fueron la bomba manual Dempster Modelo 210F y la bomba manual Sanpar, esta última de fabricación local, con la cual el GOH había experimentado algunos problemas.

El presente informe describe el trabajo de la Fase I que se realizó bajo la ODT 29.

El trabajo de la Fase II se realiza actualmente bajo la ODT 85 de WASH. Este trabajo incluye la instalación de tres tipos de bombas de campo, la supervisión y mantenimiento de las mismas, y el suministro de datos sobre su funcionamiento al GOH y a la Misión USAID; en el caso de la bomba de la AID, se suministran los datos a Fundición y Maquinado (FUNYMAQ), fabricante de la bomba en San Pedro Sula.

El programa de trabajo de la Fase I se realizó en su totalidad con pleno éxito, logrando la capacidad local de producir una bomba manual multifamiliar de funcionamiento seguro, así como un revestimiento plástico para pozos de bajo costo. Durante el curso del trabajo, se aprendieron varias lecciones y se llegó a una serie de conclusiones. Sobre la base de tales lecciones y conclusiones, se hacen diversas recomendaciones para futuros proyectos de este tipo, que incluyen métodos posibles para el mejoramiento del proceso de transferencia de tecnología sobre bombas manuales, así como la planeación, coordinación, y ejecución global de los programas que incluyen la fabricación e instalación local de las bombas manuales. Las conclusiones y recomendaciones se encuentran en el Capítulo 4 del presente informe.

Como resultado del éxito en el trabajo de la Fase I, la Fase II se inició en Febrero de 1982 y se encuentra actualmente cerca de su culminación. Un informe individual se prepara sobre dichas actividades.

RECONOCIMIENTOS

Georgia Tech extiende sus sentimientos de aprecio a Richard Dudley, a William Smith, y al Ingeniero Edmundo Madrid, miembros de la Misión AID en Honduras, por su asistencia en el trabajo realizado bajo la ODT 29. Georgia Tech reconoce igualmente la asistencia del Ingeniero Efraín Girón, director de la representación del Ministerio de Salud en el Proyecto PRASAR, y a todo el personal del Ministerio de Salud que prestó su colaboración en este trabajo.

Georgia Tech se complace de haber trabajado con Ricardo Mata, gerente propietario de FUNYMAQ. Su entusiasmo, su cooperación y su conciencia contribuyeron al éxito en este esfuerzo de transferencia de tecnología.

Finalmente, Georgia Tech agradece al Ingeniero Porfirio Sánchez, de ICAITI, y a la organización ICAITI, por la asistencia que proporcionaron.

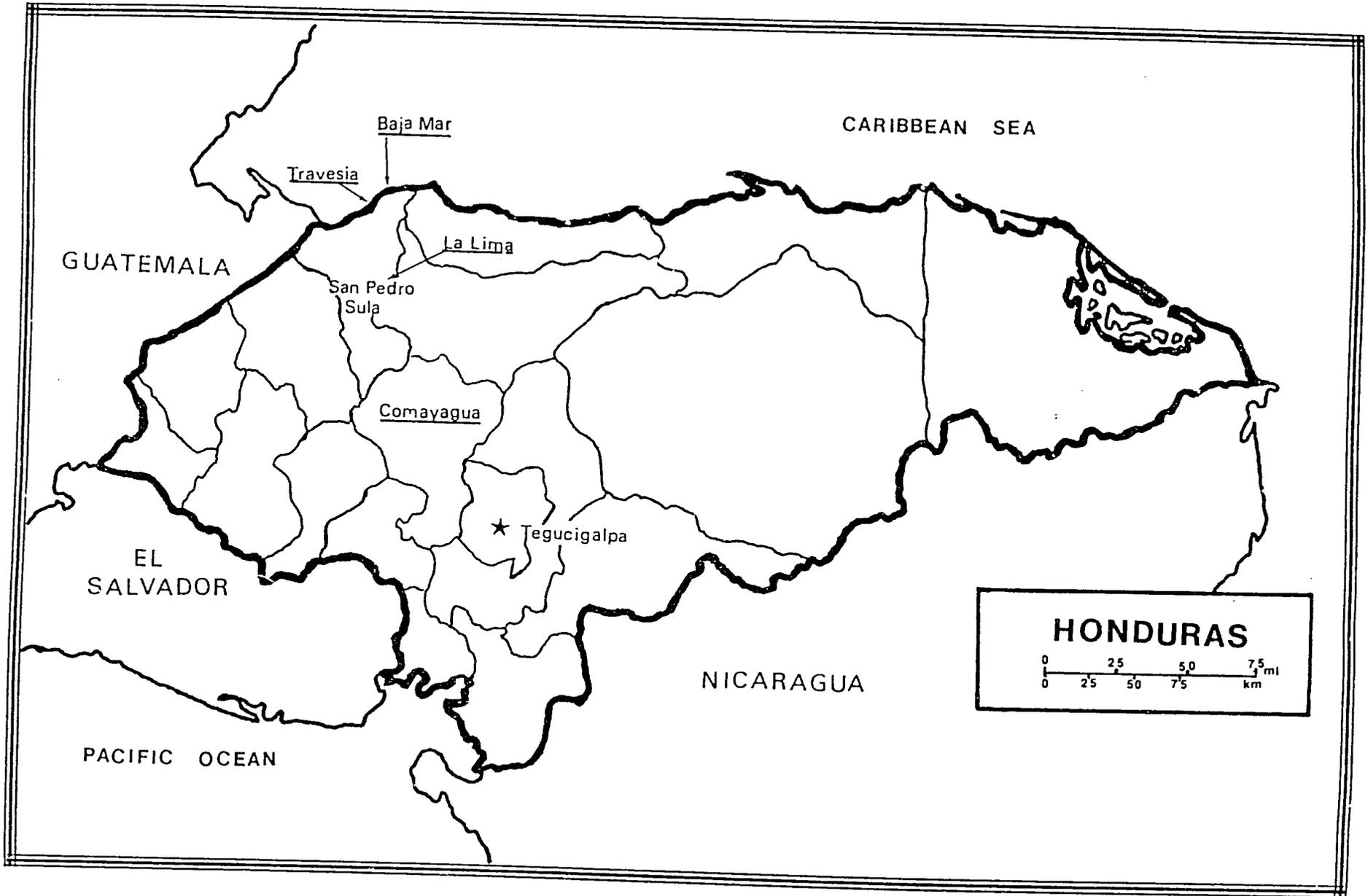


Figure 1. Map of Honduras Showing Pump Test Sites

Capítulo 1

INTRODUCCION

1.1 Mejoras en el Agua y en la Sanidad en Honduras

Dadas las altas tasas de mortalidad y de mortandad de las zonas rurales de Honduras, que son en gran parte producto de los inadecuados suministros de agua y de la deficiente sanidad, el Gobierno de Honduras incluyó en su plan quinquenal 1979-1983 el mejoramiento del suministro de agua para el 75 por ciento de la población rural, y el mejoramiento de la sanidad para el 38 por ciento de dicha población. De acuerdo con la actual cobertura y crecimiento de la población, tales objetivos alcanzan a un grupo de aproximadamente 1'200.000 personas que necesitan nuevos sistemas de agua y sanidad, y un grupo adicional de unas 170.000 personas que requieren reparaciones o mejoras en sus sistemas actuales de agua.*

1.2 Actividades de Organismos Gubernamentales de Honduras en Agua y Sanidad

Actualmente, el GOH pone en marcha sus programas de agua y sanidad, esencialmente a través de tres organismos gubernamentales: el Ministerio de Salud (MS), el Programa de Sanidad Básica (PROSABA), el Servicio Autónomo Nacional de Agua y Alcantarillado (SANAA), y el Banco Municipal de Desarrollo (BANMA).

PROSABA se estableció en 1974 para administrar y promocionar programas de sanidad ambiental rural de largo alcance. Sus principales actividades han sido la instalación de pozos con bombas manuales y la promoción y construcción de letrinas en comunidades rurales dispersas, con poblaciones inferiores a los 200 habitantes. El MS coordina estas actividades a nivel central, que son puestas en marcha por promotores de salud que trabajan a nivel de municipios y poblaciones. Cada promotor al que se le asigna un trabajo de poblaciones es natural de la zona, y se espera por lo tanto que conozca las costumbres y creencias locales. La participación de la comunidad se estimula a través de los esfuerzos del promotor, organizándola para desarrollar el potencial de auto-ayuda que existe en cada localidad.

SANAA se creó en 1961 para responder a las necesidades existentes de acueducto y alcantarillado. Su actividad rural ha sido básicamente dirigida hacia la construcción de sistemas de acueducto por gravedad en comunidades rurales con poblaciones superiores a los 200 habitantes. Sus responsabilidades incluyen financiación de proyectos, diseño, supervisión de construcción, y mantenimiento de los sistemas ya estructurados. Durante la construcción del sistema seleccionado, se requiere trabajo no-especializado voluntario por parte de la comunidad. Gradualmente, SANAA ha comenzado a aplicar tarifas a los usuarios con el fin de financiar la rehabilitación de sistemas rurales ya existentes y de mal funcionamiento, que, luego

* Documento de Proyecto de Honduras - Proyecto de Agua y Sanidad Rural 522-0166

de mejorarlos se incorporarán al programa de mantenimiento de SANAA. En todos los sistemas están siendo instaladas unidades de tratamiento de clorinación y se están considerando unidades de filtración para aquellos que las necesitan. Con la ayuda financiera externa, SANAA construye o supervisa anualmente la instalación de unos 100 sistemas rurales de acueducto por gravedad, aproximadamente.

El BANMA otorga préstamos a las municipalidades para financiar servicios municipales y de infraestructura, inclusive sistemas de distribución de agua. Luego las municipalidades se encargan del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas, pagando al BANMA con los cobros a los usuarios o con otros ingresos. Desde 1975, se han construido o reparado sistemas en comunidades de volumen medio, la menor de las cuales de una población de 6.000 habitantes. Se espera que esta actividad continúe en la medida en que sean viables las oportunidades de financiación del BANMA.

1.3 Asistencia del Gobierno de E.E.U.U. en Agua y Sanidad en Honduras

Desde 1942, el Gobierno de los Estados Unidos ha sido activo en el apoyo de actividades para el suministro de agua en Honduras, al financiar la instalación de sistemas rurales. A través de los servicios del Instituto para Asuntos Inter-Americanos (IIAA) y otros organismos sucesores, estos programas se han concentrado en la construcción e instalación de acueductos por sistema de gravedad. Aunque no existen cifras exactas, se calcula que, por ejemplo, entre 1942 y 1959 se construyeron más de 125 acueductos rurales dentro de estos programas. De 1964 a 1967, la Agencia Internacional de los Estados Unidos para el Desarrollo (USAID) trabajó con SANAA en un Proyecto Piloto de Agua Rural con un monto de \$1'100.000 (Préstamo 522-T-008) que financió la construcción de 62 sistemas de acueducto por gravedad beneficiando a unos 13.000 habitantes de zonas rurales. Un Proyecto de Nutrición de la USAID (Préstamo 522-T-029) incluyó la suma de \$1'500.000 con el fin de que PROSABA promocionara la construcción y el uso de letrinas, pozos de bajo costo, y algunos sistemas de acueducto por gravedad. Un proyecto del Fondo para Actividades Especiales de Desarrollo de USAID ha dado prioridad a la financiación de materiales de construcción necesarios para completar sistemas rurales de acueducto, a una tasa aproximada de 10 anuales, a través de SANAA. El más reciente proyecto de agua y sanidad rural que está siendo financiado por USAID/Honduras, PRASAR (Proyecto No. 522-0166) es un proyecto de \$18'200.000, de los cuales \$10'500.000 son financiados por E.E.U.U. El proyecto consiste en "proveer a las familias de las zonas rurales de acceso al agua potable y a sistemas de eliminación de desechos humanos, esencialmente a través de la construcción con ayuda de la propia comunidad, de pozos multifamiliares, acueductos por sistema de gravedad y letrinas; igualmente, de un programa de educación diseñado para reforzar el efecto del programa de construcción enseñando a la población rural de Honduras la importancia de las buenas prácticas de higiene."*

* Documento de Proyecto de Honduras - Proyecto de Agua y Sanidad Rural 522-0166

Capítulo 2

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1 Eventos que Condujeron a la ODT

Durante la planificación del Proyecto PRASAR, AID Honduras solicitó asistencia al Instituto Tecnológico de Georgia, sobre las bombas manuales que se utilizarían en el proyecto. A comienzos de 1977 y de 1978, y en Diciembre de 1979, un representante de Georgia Tech se entrevistó con personal de la Misión en Honduras, para ayudarlos en la planeación de los aspectos del proyecto con relación a la bomba manual. Georgia Tech había asesorado a la AID en varios otros países en el desarrollo de capacidad local para la fabricación de la bomba diseñada por AID, para uso multifamiliar.

En el otoño de 1979 se concluyó un documento del Proyecto de Agua y Sanidad Rural de Honduras (PRASAR). Como parte de los procedimientos sobre adquisiciones de este documento, se recomendó que se usara la bomba manual Dempster de manera exclusiva en este proyecto. La bomba Dempster se produce en los E.E.U.U. y se ha utilizado ampliamente, tanto allí como en otros países. Aparentemente, se decidió el uso de esta bomba para agilizar la puesta en marcha del proyecto y evitar la demora inicial que implicaría el desarrollo de una capacidad local para producir la bomba de la AID. Durante la revisión del documento de este proyecto, la AID en Washington puso en tela de juicio el uso exclusivo propuesto de la bomba Dempster. Se pensó que, a pesar de la demora inicial que se produciría, valía la pena esperar el desarrollo de la capacidad local de fabricación porque a largo término, la disponibilidad local de una bomba de funcionamiento seguro podría ahorrar tiempo en el despacho, facilitar la adquisición de repuestos, y aliviaría la carga de la capacidad de divisas extranjeras de Honduras.

Luego de discusiones entre AID/Washington y la Misión en Honduras, el funcionario a cargo del desarrollo de capital aceptó considerar las bombas de manufactura local, siempre y cuando que el precio, la calidad y el funcionamiento fuera igual o mejor que los de la bomba Dempster.

Durante el verano de 1980, USAID/Washington realizó un estudio de factibilidades para determinar la capacidad de fabricación en Honduras de la bomba manual de diseño de la AID, así como de un revestimiento PVC para pozos (roboscreen). Una copia de este estudio se incluye en el Apéndice B del presente informe. Los resultados de este estudio de factibilidades indicaron que existía capacidad de fabricación en Honduras, tanto para la bomba de diseño de la AID como para el revestimiento para pozos.

El acuerdo de préstamo de PRASAR entre la AID y el GOH incluyó por consiguiente disposiciones para el desarrollo de la capacidad de fabricación en Honduras de una bomba manual, fuerte y de bajo costo, para uso multifamiliar. Dada su experiencia en diversos países en el desarrollo de tal capacidad local de fabricación, y debido a que el GOH había experimentado algunos problemas con una bomba ya existente de fabricación local - la bomba Sanpar - la AID y el GOH decidieron utilizar la bomba

de diseño de la AID en este proceso de transferencia de tecnología y de desarrollo de fabricación. Se esperaba que la introducción de un nuevo modelo de bomba estimularía la competencia, dando así como resultado bombas de mejor calidad a precios competitivos en Honduras.

La AID tenía gran interés en asesorar a los fabricantes locales en el desarrollo y mejoramiento de las bombas de fabricación local. Para hacerlo, decidió realizar pruebas comparativas de varias bombas, incluyendo un modelo de su propia bomba de diseño AID, para ser fabricado en Honduras. Aunque la bomba Sanpar contaba con experiencia en la fabricación de bombas manuales, el estudio de factibilidades realizado en 1980 concluyó que no tenía una fundición, o lo que se consideró como instalaciones apropiadas de maquinado, necesarias para producir la bomba de la AID. Por lo tanto, se seleccionó a otro fabricante de Honduras para fabricar la bomba.

Debido al hecho de que se esperaba que el desarrollo de la capacidad local de fabricación de la bomba de la AID tomaría algún tiempo al comienzo del proyecto PRASAR, el GOH compró 1.120 bombas manuales Dempster en los E.E.U.U. con el fin de iniciar las labores del componente de bombas manuales de PRASAR inmediatamente, sin esperar hasta la terminación de las bombas de diseño de la AID. Se estimó que tomaría hasta dos años desarrollar la capacidad de fabricación y realizar la prueba de campo de la bomba de diseño de la AID, actividades que, según la experiencia había demostrado, debían realizarse antes de que el gran número de bombas necesarias para el proyecto PRASAR pudiera producirse.

Las 1.120 bombas que se compraron dentro del proyecto PRASAR fueron similares al modelo Dempster 226F, que es un diseño relativamente liviano, utilizado generalmente para uso de una sola familia. Dempster produjo así mismo un modelo 210F, de diseño más pesado, que generalmente tiene un uso multifamiliar. Aunque la ODT 29 especificaba el uso del modelo de bomba 210F más pesado, en la prueba comparativa descrita más arriba, se decidió usar el modelo más liviano, el 226F, porque ya se había comprado, y el GOH afirmó estar satisfecho con él.

AID/Honduras y el GOH decidieron que, con el fin de seleccionar las bombas para el proyecto PRASAR en el futuro, debían obtener datos de funcionamiento seguro de las bombas que se considerarían para futuras órdenes. Con el fin de llevar a cabo el desarrollo de capacidad local de fabricación y de obtener datos comparados sobre funcionamiento, AID/Honduras solicitó asistencia técnica de la Oficina de Ciencia y Tecnología, de la Oficina de Salud, de la División de Agua y Sanidad de la AID (AID S&T/H/WS) en Washington, D.C. en Enero de 1981. En respuesta a esta solicitud, S&T/H/WS emitió la Orden de Dirección Técnica No. 29 a Camp Dresser and McKee, Inc. (CDM), la firma contratista del proyecto Water and Sanitation for Health (WASH) centralmente financiado por AID, en Febrero de 1981. Luego de aclarar con la AID el alcance de trabajo de la ODT, CDM a su turno autorizó a su subcontratista dentro del Proyecto WASH - el Instituto Tecnológico de Georgia - para realizar el trabajo bajo la ODT 29 en Mayo de 1981. Durante el trabajo, AID/Washington emitió varias enmiendas modificando el alcance y el nivel de los esfuerzos.

La solicitud de asistencia de la Misión y la ODT reflejaron una decisión que había tomado el funcionario encargado del desarrollo de capital de la Misión y la Oficina

de Salud de la AID, en el sentido de llevar a cabo este programa de asistencia técnica en dos fases.

La primera de estas fases consistiría en desarrollar la capacidad local de fabricación de bombas manuales y de revestimiento para pozos, seleccionando primero fabricantes apropiados, proporcionando luego asistencia técnica a dichos fabricantes, hasta que se tuviera la certeza de que se podrían producir bombas manuales y revestimientos de buena calidad. Además de lograr el desarrollo de una capacidad de fabricación local, la Fase I incluía el suministro de asistencia al MS en la identificación de lugares específicos de pozos para la instalación de bombas y revestimientos de prueba. La Fase I debía realizarse bajo la ODT 29.

La Fase II de este programa sería la provisión de asistencia técnica a los técnicos e ingenieros del MS sobre métodos de instalación correcta de las bombas de AID, de las bombas Sanpar de fabricación local, de la bomba Dempster y de revestimientos para pozos. Igualmente se suministraría asistencia técnica para instruir a los técnicos del MS sobre técnicas adecuadas de sanidad en el agua, inclusive las pruebas del agua y la desinfección. Finalmente, la Fase II ofrecería un programa de supervisión y evaluación para estas bombas de prueba y luego traería esta información al MS para su uso en la determinación final sobre la bomba manual que se utilizaría en el Proyecto PRASAR. La Fase II se realizaría bajo la ODT 85 que fue emitida a WASH en Febrero de 1982.

El objetivo básico y general del programa era el de desarrollar la información requerida por el GOH para decidir la selección de la bomba manual al situar la segunda orden de bombas para el proyecto PRASAR.

Los objetivos de la ODT eran los siguientes:

1. Desarrollar en Honduras la capacidad de producir la bomba manual de diseño de la AID y el roboscreen;
2. Establecer buenas relaciones de trabajo con las organizaciones correspondientes en Honduras; y
3. Investigar y seleccionar lugares adecuados para las pruebas de campo no solamente de la bomba manual de AID sino también de otras bombas de manufactura local y de importación.

2.2 Alcance del Trabajo

El alcance de trabajo para la ODT 29 estaba incluido en el cable de la Misión en que se solicitaba la asistencia, y fue luego modificado por la Oficina de Salud e la AID en la propia ODT y en sus enmiendas. El alcance final de trabajo fue el siguiente:

- A. Seleccionar fabricantes apropiados en Honduras y suministrar asistencia técnica en la producción de:
 1. Bombas manuales de diseño de la AID
 2. Roboscreen PVC (de 2" de diametro)

- B. Otorgar contratos para la fabricación o la compra de:
1. 150 bombas manuales de diseño de la AID
 2. 200 pies de roboscreen de 2" de diámetro
 3. 35 bombas Dempster modelo 210F
 4. 50 bombas manuales Sanpar
 5. 10 bombas manuales Moyno para pozo profundo
 6. Pistones, tubería de bajada, y materiales disponibles necesarios para el programa de la Fase II.
- C. Asesorar al GOH en la identificación y caracterización de lugares para realizar las pruebas de las bombas, de fácil acceso durante todo el año y tan agrupados como sea posible para facilitar la supervisión.
- D. Inspeccionar, realizar pruebas y aceptar las bombas manuales de diseño de la AID y el roboscreen terminados, antes de la entrega por parte de los fabricantes para su instalación en sus lugares.

El principal cambio realizado por AID/Washington en el alcance de trabajo presentado por la Misión fue la inclusión de 10 bombas Moyno para pruebas de campo comparativas. Esta bomba fue añadida porque se considera una de las máquinas con menor requerimientos de mantenimiento que existen en el mercado; y puesto que el mantenimiento es un elemento básico en los programas de bombas manuales parecía que valía la pena obtener algunos datos sobre el funcionamiento de dicha bomba durante las pruebas de campo.

2.3 Organización del Informe

El siguiente capítulo analiza el enfoque, las actividades, y los hechos importantes dentro de este esfuerzo de asistencia técnica y transferencia de tecnología. Mientras que algunos detalles están incluidos dentro del capítulo, otros se presentan y se ilustran en los apéndices. El Capítulo 4 presenta las conclusiones que se obtuvieron de este trabajo e incluye diversas recomendaciones para el trabajo posterior dentro del proyecto PRASAR y para las actividades de transferencia de tecnología de la AID.

Si bien el informe describe solamente el trabajo realizado en Honduras bajo la ODT 29, se ha hecho un intento de extraer de esta experiencia específica, lecciones que muy probablemente serían de utilidad en actividades similares en otros países.

Capítulo 3

ACTIVIDADES DE LA FASE I: FABRICACION DE LA BOMBA MANUAL DE AID Y DEL ROBOSCREEN* EN HONDURAS

3.1 Programa y Puesta en Marcha de la Bomba Manual de Diseño de la AID

Antes de entrar a analizar el trabajo específico realizado bajo la ODT 29 sería útil describir la bomba manual de la AID y dar una idea de la serie de aspectos que incluye, en general, un programa de bombas manuales.

La bomba manual de diseño de la AID (ver Graficas 2 y 3) es una bomba de pistón, de desplazamiento positivo y de acción simple para uso comunitario o multifamiliar que consiste de una base de soporte a nivel de tierra, de hierro fundido y acero galvanizado, tubería de bajada, y un cilindro de bomba de PVC o con revestimiento PVC, que contiene un ensamblaje de pistón de acero y bronce con empaques de cuero. Puede ser montada sobre pozos de válvula o sobre una plataforma construída sobre pozos de perforación. Se ha encontrado que la bomba proporciona un suministro de agua confiable para 50 a 100 familias (por cada bomba). Su capacidad promedio de bombeo es de aproximadamente cinco galones por minuto (gpm) y puede bombear de profundidades hasta de 100 pies. Produce aproximadamente medio litro de agua por golpe de palanca. La bomba no ha estado en uso el tiempo suficiente para determinar su vida útil promedio, pero algunos estiman que ésta puede ser de 10 años. Es bastante probable, que, más bien que reemplazar una bomba totalmente gastada, se reemplazarán gradualmente sus partes componentes en la medida necesaria, y puede ocurrir que después de 10 años de uso la bomba no contenga ya ninguna de sus partes originales.

La bomba viene en dos modelos, uno para pozos poco profundos y otro para pozos profundos. La bomba para pozo poco profundo sube el agua por succión, de pozos en los que el nivel de agua más bajo es menor de ocho metros, (aproximadamente 26 pies) bajo tierra. El cilindro de la bomba en este modelo está situado en la base de la bomba a nivel de tierra.

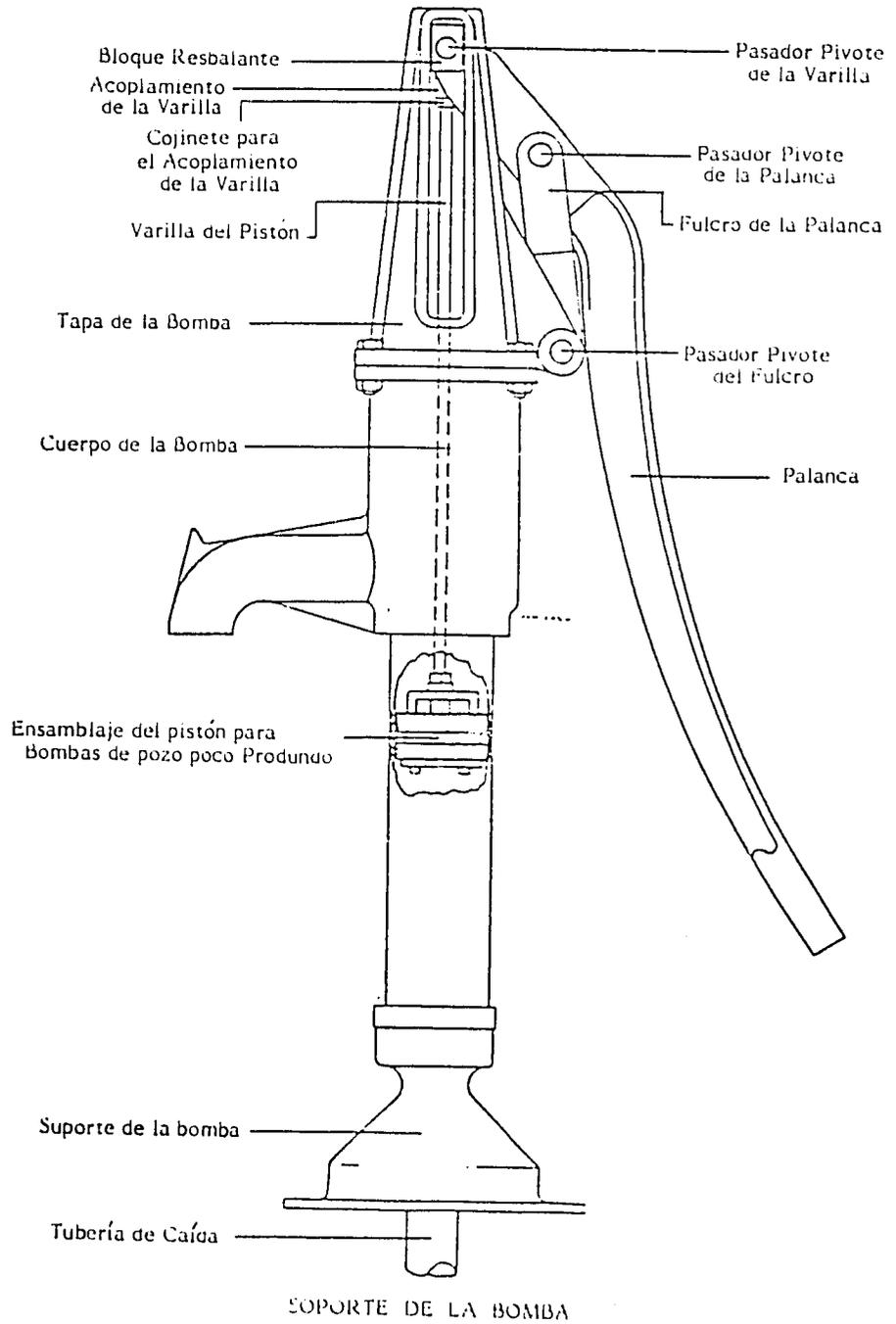
En la bomba de pozo profundo, el cilindro está situado en el fondo del pozo. Empuja el agua hasta la superficie desde el nivel bajo el agua, o bien, si el cilindro de la bomba está situado bajo el nivel del agua, sube el agua por succión, exactamente igual que en el modelo de pozo poco profundo. En este último caso, el cilindro no debe estar a un nivel mayor de ocho metros sobre el nivel del agua estática.

La bomba funciona moviendo la palanca manualmente. Si la bomba sube el agua por succión, debe imprimarse previamente. Si ha de empujar el agua desde el nivel bajo la superficie del agua, no requiere imprimador. Al levantar la palanca, el pistón baja y el agua empuja a través de una válvula de disco de su ensamblaje. Una valvula de pedal situada en la parte más baja del cilindro de la bomba se cierra al momento

* N. del T. Ver explicacion del ROBOSCREEN en la pagina 17 del presente informe

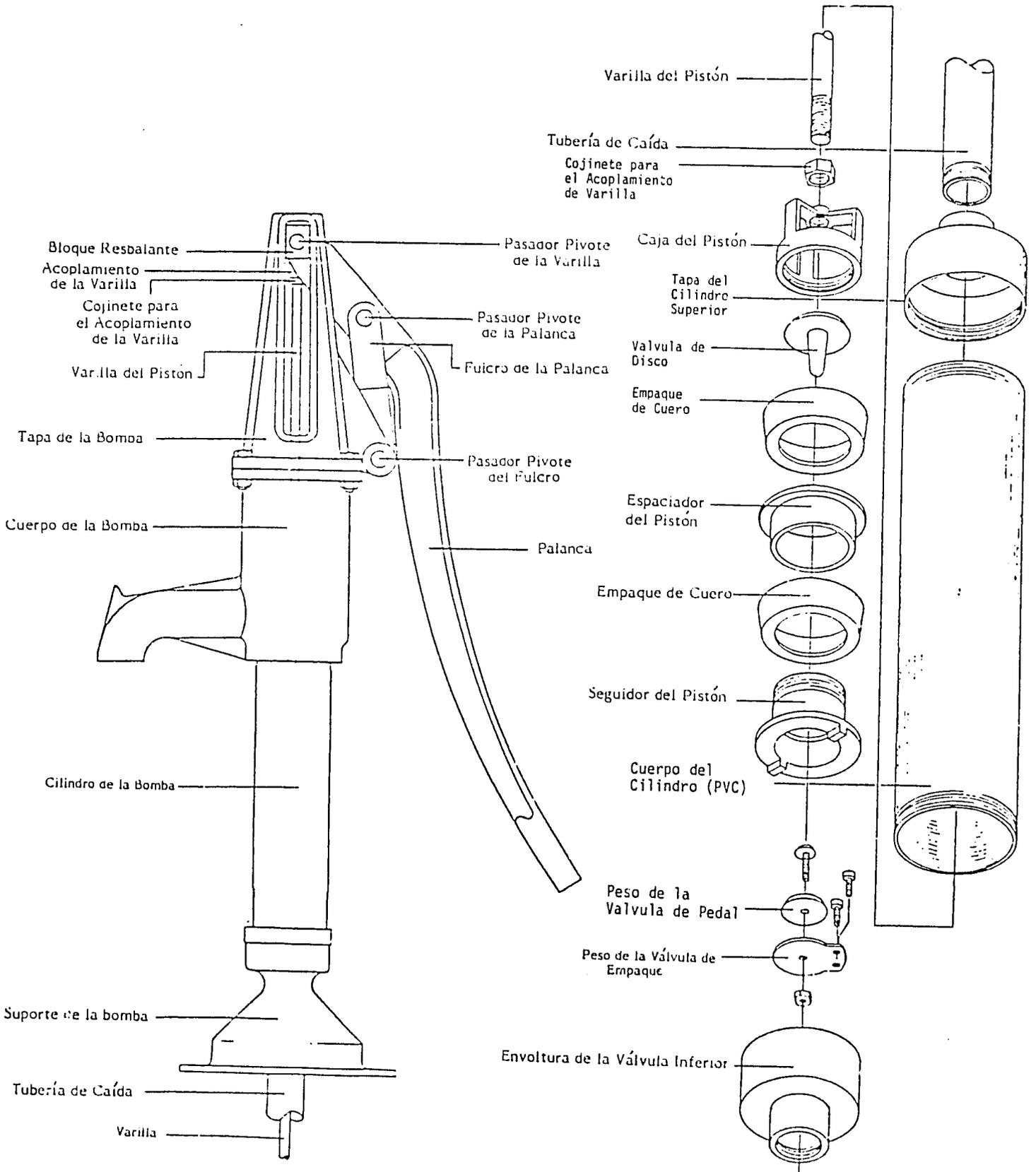
GRAFICAS 2

LA BOMBA MANUAL DE DISEÑO DE LA AID
PARA POZO POCO PROFUNDO



GRAFICAS 3

LA BOMBA MANUAL DE DISEÑO DE LA AID
PARA POZO PROFUNDO



SOPORTE DE LA BOMBA

COMPONENTES DEL CILINDRO DE LA BOMBA

de realizar esta acción, impidiendo la salida de la columna de agua a través del fondo del cilindro. Cuando la palanca de la bomba se baja, el pistón se mueve hacia arriba. La válvula de pedal se cierra y el ensamblaje del pistón empuja el agua hacia arriba. Este movimiento ascendente succiona la válvula de pedal manteniéndola abierta, dejando pasar el agua hasta el cilindro, por debajo del pistón. La operación repetida de la palanca trae el agua hasta el pistón o surtidor de la bomba.

Al igual que todos los aparatos mecánicos, la bomba de la AID requiere mantenimiento y reparación. El punto más frecuente de mantenimiento es la lubricación de los pasadores en las tres articulaciones mecánicas de la tapa de la bomba y las guías del bloque resbalante, que debe hacerse una vez por semana. Se espera que personas de la comunidad donde vaya a instalarse la bomba puedan adiestrarse para realizar este trabajo. El siguiente punto más frecuente de mantenimiento es el reemplazo de empaques de cuero gastados, el cual es necesario en intervalos que pueden variar de seis meses a dos años. Se trata de una tarea relativamente simple en el caso de los pozos poco profundos, pero muy laboriosa en el caso de la bomba de pozo profundo porque demanda de la extracción del cilindro de la bomba desde el fondo del pozo. Es necesaria entonces, en este último caso, una cuadrilla local de trabajo para realizar esta tarea.

Es importante anotar entre paréntesis, que se han sugerido numerosos cambios de diseño, sobre algunos de los cuales se han realizado pruebas de campo, para mejorar la capacidad de servicio y de mantenimiento de la bomba de la AID. Uno de estos cambios se intentó en la República Dominicana y en Túnez, con el fin de permitir la extracción del pistón del pozo profundo sin extraer el cuerpo de la bomba y la tubería de bajada. El cambio consistió en utilizar una tubería de bajada de dos pulgadas de diámetro a manera de cilindro de la bomba, para un pistón de bomba de dos pulgadas de diámetro. Se encontró que era necesario desarrollar un poco más el trabajo, sin embargo, para mejorar la conexión de la tubería de bajada PVC con la base de hierro fundido de la bomba, y especialmente para asegurarse de que el personal de instalación de la bomba están adecuadamente adiestrados para instalar la bomba correctamente. La intención del trabajo realizado bajo la ODT 29 fue de comparar la bomba de diseño estándar de la AID con otras bombas, de manera que no se hicieran cambios en el diseño.

De cualquier forma, deberían establecerse cuadrillas regionales para realizar trabajos más complejos de reparación y mantenimiento, que deberían contar con el apoyo de una infraestructura nacional capaz de administrar esta operación. Dicha administración debería contar entre sus objetivos básicos la logística en el suministro de repuestos, herramientas, materiales, combustible y abastecimientos, vehículos de mantenimiento, estructuración de horarios, organización y adiestramiento de personal, y presupuesto y financiación. La experiencia en muchos países ha demostrado que si tal infraestructura no existe o no puede desarrollarse, un programa de bombas manuales no será viable durante mucho tiempo.

Para lograr una eficiencia en la reducción de enfermedades de contagio por el agua, un programa que incluye la bombas manuales debe incorporar la educación de los usuarios, para lograr que la gente use recipientes limpios al sacar el agua de las bombas, para que la almacene en recipientes limpios en sus casas, y que adquieran el

cuidado de usar el agua higiénicamente. El sitio de ubicación del pozo debe drenarse, para evitar el estancamiento de agua, y los usuarios deben mantener el lugar limpio y libre de fango.

3.2 Enfoque General de la Asistencia Técnica

Al llevar a cabo programas de transferencia de tecnología que incluyen el uso de la bomba de AID, el Instituto Tecnológico de Georgia sigue una serie de actividades que se esbozan a continuación:

1. Georgia Tech evalúa la capacidad de producción de la bomba de varios fabricantes, y recomienda uno o más de estos fabricantes para la selección por parte de la AID, con el fin de que produzca esta bomba de uso en el país productor.
2. Georgia Tech proporciona dibujo mecánicos y una bomba prototipo a los fabricantes seleccionados y analiza en detalle la fabricación de cada componente de la bomba, así como el ensamblaje y acabado de la bomba.
3. El fabricante manufactura la bomba. Este proceso incluye la fundición y el maquinado de los componentes de hierro y bronce, y la adquisición o fabricación de otros materiales y repuestos. El maquinado incluye el corte, el esmerilado, el torno, el fresado, el taladrado y el enrosque. El proceso de fabricación incluye igualmente el endurecimiento y atermperación de los pasadores y de los cojinetes de acero para las articulaciones mecánicas de la bomba.

Al completar la manufactura de algunas bombas iniciales, el personal de Georgia Tech las inspecciona cuidadosamente, aprovechando la oportunidad para orientar y adiestrar al fabricante en cuanto a control de calidad, e inspección y prueba del producto.

4. Basado en la inspección de las bombas iniciales, el personal de Georgia Tech identifica las principales dificultades que el fabricante haya encontrado, determina las causas de tales dificultades, y trabaja en un programa mutuamente aceptable de asistencia técnica intensiva. La ejecución de este elemento de asistencia técnica específica es el componente más importante del programa de Georgia Tech, y el que mayor cantidad de tiempo consume.
5. El fabricante completa la orden de bombas, y el personal de Georgia Tech realiza la inspección final y la prueba de aceptación. Nuevamente, Georgia Tech usa esta oportunidad para adiestrar al fabricante sobre estos últimos e importantes pasos del proceso de producción de la bomba.
6. Si un organismo del país donde se realiza el programa es el comprador de las bombas, Georgia Tech adiestra al personal del organismo en el procedimiento de aceptación de la bomba de tal manera que cuenten con la capacidad de realizar este primer paso para asegurar que solamente bombas de funcionamiento seguro lleguen a sus lugares de campo. El personal del

organismo será el único responsable de aceptar or rechazar las bombas y de aprobar or retener el pago al fabricante.

Si Georgia Tech compra las bombas en representación de la AID, puede llamarse al personal de Georgia Tech más adelante para adiestrar al personal del organismo cuando el organismo del país donde se realiza el programa sitúe su propia orden de bombas.

7. Con el fin de obtener información sobre el desempeño de la bomba de fabricación local, y de la aceptación y uso de la bomba por parte de las gentes de la localidad, el personal de Georgia Tech asesora al personal del país donde se realiza el programa, en la selección de lugares de campo y en la instalación de las bombas. Este proceso incluye una encuesta sanitaria, la selección y caracterización de los lugares, la construcción de una plancha de concreto (para los pozos de excavación), o de un paramento exterior (para los pozos de válvula), la instalación de la bomba y desinfección del pozo. El momento de realizar estas actividades se aprovecha para adiestrar el personal del país donde se realiza el programa.
8. En conjunto con el personal del país donde se realiza el programa, Georgia Tech asegura y supervisa los lugares de las pruebas de campo, suministra información sobre los resultados del funcionamiento de la bomba, su aceptabilidad y posibilidades de mantenimiento a la Misión de la AID, al organismo del país donde se realiza el programa, y al fabricante de la bomba.
9. Si es necesario, se proporciona asistencia técnica adicional al fabricante o al personal del país, según las dificultades que demuestren las pruebas de campo.
10. Finalmente, Georgia Tech elabora un informe documentando sus actividades y, de acuerdo con las experiencias obtenidas, formula conclusiones específicas sobre las actividades o que son aplicables al programa general de transferencia de tecnología sobre bombas, de la AID. Se hacen recomendaciones con relación tanto a los programas específicos de suministro de agua del país, como a futuras actividades que se realizan bajo los programas de transferencia de tecnología de la AID.

Generalmente el programa inicial de asistencia técnica es un programa piloto, en el sentido de que se incluye un número relativamente bajo de bombas y su objetivo es, tanto de demostración y recolección de datos, como de desarrollar una capacidad local de fabricación. En algunas oportunidades se recomienda un programa consecutivo de asistencia técnica para ayudar a la AID, al gobierno del país donde se realiza el programa, y a los fabricantes, no solamente en cuanto a los problemas que se encuentran en el programa piloto, sino también a los relacionados con el volumen y la complejidad mayores de los programas de gran escala y de plena producción que incluyen miles de bombas.

3.3 Selección de Fabricantes y Provisión de Asistencia Técnica en Honduras

3.3.1 Bombas Manuales de la AID

Antes de iniciar el trabajo bajo la ODT 29, se visitaron y evaluaron cinco de los más promisorios fabricantes potenciales de la bomba manual en Honduras, como parte del estudio de factibilidades de 1980 (Apéndice B). Se evaluaron los siguientes fabricantes:

Berkling Industrial, San Pedro Sula
Fundidora del Norte, S.A., San Pedro Sula
Fundición y Maquinado (FUNYMAQ), San Pedro Sula
Metalurgia de Mayab, Tegucigalpa
Industrias Asociados, S.A. Tegucigalpa

Esta evaluación se basó en observaciones tanto objetivas como subjetivas realizadas por fabricantes experimentados de la Universidad de Maryland, el Instituto Tecnológico de Georgia, y del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). Los criterios básicos en la determinación de la conveniencia de estos fabricantes fueron los siguientes:

1. Capacidades de fundición aparentes,
2. Capacidades de taller mecánico,
3. Calidad actual de producción,
4. Aparente nivel de capacitación de los empleados, y
5. Aparente capacidad administrativa del dueño.

También se tomaron en consideración los costos de producción estimados, y los precios de venta en la fabricación de la bomba manual de la AID.

Se encontró que tres de estos fabricantes no resultaban adecuados desde el punto de vista de la capacidad de producción. Uno de ellos se consideró inadecuado, porque se encontró que la sección de fundición de su negocio se había disuelto. Luego de visitar a otro fabricante, los investigadores notaron que las instalaciones de fundición no se habían usado durante algún tiempo, y que se encontraban en mal estado de reparación. Los investigadores fueron de la opinión de que esta empresa no resultaba adecuada porque carecía de instalaciones de fundición de calidad. Una tercera empresa se descartó como inadecuada porque la administración parecía incapaz de manejar grandes órdenes de producción. Las dos fundiciones restantes se consideraron en capacidad de producir fundiciones aceptables, así como maquinado. Una de estas dos fundiciones, sin embargo, expresó su desinterés en fabricar la bomba manual. Luego de la emisión de la ODT 29 y de la autorización a Georgia Tech para iniciar el trabajo, su personal viajó a Honduras para entrevistarse con personal de la Misión y del GOH para seleccionar los fabricantes e iniciar la producción de la bomba.

Con el fin de facilitar su trabajo en Honduras, Georgia Tech contrató los servicios de consultoría del ICAITI. Copia del contrato entre Georgia Tech e ICAITI se incluye en el Apéndice C. El ICAITI, cuya sede se encuentra en Ciudad de Guatemala, Guatemala, contaba con una oficina de campo dirigida por un ingeniero

hondureño en Tegucigalpa, Honduras. Se pensaba que un representante hondureño no solamente facilitaría las translaciones, sino que también agilizaría muchas facetas de este proyecto. El ICAITI contaba con la capacidad de suministrar asistencia técnica a los fabricantes, durante la ausencia de Georgia Tech. El ICAITI debía también realizar compras importante en Honduras (por ejemplo bombas, roboscreen, etc.), ya que su oficina local tenía mecanismos de compra y de pago ya en funcionamiento. En Junio de 1981, el personal de Georgia Tech y el consultor de ICAITI discutieron el proceso de selección del fabricante de la bomba con Richard Dudley, Ingeniero de la AID, y con Edmundo Madrid, Coordinador de AID PRASAR. Los resultados del estudio de factibilidades se encontraron aun válidos, y Ricardo Mata, propietario y gerente general de la fundición recomendada, FUNYMAQ, confirmó que su cotización de \$100 por bomba y un costo unico de \$1,000 por los patrones y modelos de fundición era aun válida. A la luz de los hallazgos del estudio de factibilidades y de una revisión de la situación en Junio de 1981, la AID estuvo de acuerdo en que Georgia Tech debía comprar las bombas AID a un fabricante, proporcionándole la asistencia técnica necesaria para obtener una bomba de calidad. Siguiendo instrucciones de AID, y a través de su consultor ICAITI, Georgia Tech ordeno 100 bombas manuales de diseño de AID para pozo poco profundo y 50 para pozo profundo. En el Apéndice D del presente informe se incluye copia del contrato de compra. Al final del proceso de fabricación de las bombas, FUNYMAQ concluyó que el precio que tendría que cobrar por las bombas en el futuro sería de \$250 por bomba, para órdenes menores de 1.000 unidades, y de \$238 para órdenes mayores de 1.000 unidades.

El diseño de la bomba manual AID se discutió ampliamente durante las entrevistas iniciales con el Sr. Mata. Cada una de la gráficas del diseño se revisó detalladamente, y se dejó al dueño una bomba de muestra fabricada en Indonesia, siguiendo el procedimiento habitual de los programas de bombas manuales de AID realizados en otros países. Luego de revisar las gráficas, el Sr. Mata indicó que comprendía plenamente el diseño y que no tendría problemas en producir la bomba. Después del regreso del personal de campo de Georgia Tech a los Estados Unidos, el Sr. Mata procedió a fabricar un modelo prorotipo para pozo profundo, antes de iniciar la producción en pleno.

Se descubrió luego que el Sr. Mata había utilizado la bomba de muestra de Indonesia como guía en la fabricación de su modelo, más bien que sus dibujos mecánicos. La bomba prototipo, al ser inspeccionada por el personal de campo de Georgia Tech en Septiembre de 1981, presentaba varios problemas. Se informó al Sr. Mata sobre tales problemas y se le indicó cómo corregirlos. Cuando el personal de campo de Georgia Tech regresó a Honduras en Octubre de 1981, los errores se habían corregido. Una de estas bombas prototipo de pozo profundo se instaló entonces en un pozo localizado cerca de Tegucigalpa, Honduras, funcionando adecuadamente.

Parece ser algo común que las fundiciones en los países en desarrollo tienen una mayor habilidad duplicando artículos ya existentes, que fabricándolos a partir de dibujos mecánicos y especificaciones escritas. Este último enfoque requiere un nivel más alto de alfabetización y un adiestramiento más formal y complejo del que se encuentra comunmente entre trabajadores de fundición en los países en desarrollo. Es principalmente por esta razon que Georgia Tech ha encontrado necesario

depender en tan alta medida de la asistencia técnica para obtener una bomba que se ajuste a las gráficas.

Otro factor importante en la transferencia de tecnología es, por supuesto, la barrera de los idiomas. Debido a la dificultad de entender y de hacerse entender, Georgia Tech firmó el contrato con la organización local ICAITI, pero aun esta medida no logró superar las dificultades de comunicación aparentemente intrínsecas a tales situaciones de cruces culturales. Si bien el problema del idioma se resolvió utilizando los servicios de ICAITI, quedaba aun la brecha entre el ingeniero de alto nivel de adiestramiento, y el trabajador de fundición, de formación práctica.

En Noviembre de 1981, el personal de campo de Georgia Tech realizó una nueva visita a Honduras, y encontró que FUNYMAQ no había logrado aun la dimensión especial del entubado PVC necesario para el forro del cilindro del pozo poco profundo y para el revestimiento del cilindro del pozo profundo. Georgia Tech había verificado durante el estudio de factibilidades, que este entubado se encontraba en Honduras, pero encontró que el retraso de FUNYMAQ para obtenerlo se debía a que no lo había disponible a nivel local en las cantidades limitadas requeridas para la orden inicial reducida de bombas para el programa piloto. Este entubado se encontró posteriormente en los Estados Unidos, en donde se compró y se embarcó hacia Honduras, realizando al mismo tiempo que la compra de este entubado plástico en los Estados Unidos, trascendía el concepto de "manufactura o adquisición local", que es una parte esencial del programa de transferencia de tecnología de la AID. Puesto que se había establecido en el estudio de factibilidades inicial que la tubería PVC se conseguía en Honduras en cantidades industriales, se pensó entonces, que este aspecto no presentaría en última instancia mayores problemas.

Durante su visita en Noviembre, el personal de Georgia Tech encontró que el fabricante continuaba teniendo problemas con diversos aspectos del proceso de fabricación. En este punto, el personal de Georgia Tech inició una práctica de asistencia técnica intensiva al fabricante para resolver estos problemas, que incluyó las siguientes áreas específicas:

- o maquinado de las fundiciones
- o tratamiento al calor
- o ensamblaje final
- o pruebas
- o desarrollo de los dispositivos y las guías.

Se prestó asistencia en el proceso de generación de superficies planas, taladrado y ensanche, en el taller. Algunos de estos procesos se ilustran en el Apéndice E. Mas adelante, se proporcionó información y se hicieron demostraciones sobre pasadores y cojinetes tratados al calor. Desafortunadamente, la empresa no contaba con instalaciones para tratamiento al calor en producción, y no existían tampoco en San Pedro Sula servicios de tratamiento al calor. El personal de Georgia Tech aconsejó entonces a la empresa sobre el tipo de acero a usar para los pasadores y cojinetes, y sobre cómo tratar al calor los repuestos terminados utilizando un equipo de soldaduras de oxígeno y acetileno. Si se lleva a cabo un programa de producción

de bombas a gran escala, el fabricante requerirá un horno de tratamiento al calor a nivel de producción. El Sr. Mata manifestó su interés en comprar este horno, si habría de recibir una orden para una cantidad grande de bombas. Más tarde se prestó asistencia extensa durante el proceso de ensamblaje. Puesto que el fabricante no había hecho ninguna provisión sobre el diseño, la fabricación y el uso de los dispositivos y guías durante el maquinado y taladrado de las fundiciones para las primeras 140 bombas, el ensamblaje se convirtió en un proceso complicado y lento. Algunos de estos problemas se ilustran en el Apéndice G. Fueron necesarias extensas operaciones de retaladrado, ensanche, esmerilado y limado con el fin de lograr que todos los componentes de la bomba ajustaran correctamente. Y aun así, resultó limitada la funcionalidad del cambio de las partes componentes de la bomba. Finalmente, se prestó asistencia sobre el procedimiento correcto de las pruebas e inspecciones dentro del proceso, y de las pruebas e inspecciones finales. En el Apéndice L se describen e ilustran los detalles del procedimiento.

Después de instruir al dueño de la fábrica y al personal sobre tecnología básica en la fabricación de bombas, se desarrollaron conceptos sobre guías y dispositivos, y se prepararon diseños pagados por Georgia Tech. Las guías y dispositivos se ilustran en el Apéndice F. Mantener las limitaciones de la tolerancia dimensional es absolutamente esencial para varios componentes de la bomba manual AID. Algunos ejemplos son: 1) espaciamiento en las perforaciones de la palanca, 2) espaciamiento en las perforaciones del fulcro, 3) dimensiones de las perforaciones de la tapa de la bomba, 4) dimensiones de las perforaciones del cuerpo de la bomba y 5) dimensiones del modelo de las perforaciones de la base de la bomba. No solamente es vital que estas dimensiones de las perforaciones se mantengan, sino también que las perforaciones del fulcro y de la palanca sean absolutamente paralelas. Las dimensiones y el alineamiento incorrecto de estas partes afecta la articulación de la palanca, del fulcro, de los pasadores, de los acoplamientos de las varillas, y de los bloques resbalantes, trabando el movimiento, lo que puede causar fallas prematuras en la bomba. Igualmente, el mantenimiento y reparación se complican porque los repuestos no podrían cambiarse. Al usar las guías y dispositivos diseñados por Georgia Tech, la administración de la fábrica logró fabricar herramientas para operaciones de fabricación vitales, que aseguraran la funcionalidad en el cambio de los componentes de la bomba, y que redujeran drásticamente el tiempo de ensamblaje de la bomba y su costo asociado. Las 10 bombas finales de la orden inicial se produjeron utilizando las herramientas de producción con un mejoramiento evidente en la calidad de las bombas y en la funcionalidad en el cambio de los repuestos. Finalmente, unas 75 bombas producidas inicialmente sin estas herramientas, se re-maquinaron utilizando las herramientas para mejorar su calidad. Los patrones y modelos originales para la fundición de los componentes de la bomba se mejoraron aumentando la consistencia de las fundiciones, y mejorando por consiguiente la calidad general de la bomba.

Con el fin de asesorar al fabricante para prepararse a manejar el gran número de bombas que el GOH probablemente ordenaría eventualmente, aunque no necesariamente a FUNYMAQ, Georgia Tech dio orientación al Sr. Mata sobre un enfoque objetivo y analítico para determinar sus costos de producción, y un costo razonable de venta de la bomba. Los costos específicos utilizados por FUNYMAQ son de su propiedad, y por lo tanto no pueden incluirse en este informe. Sin

embargo, las formas utilizadas en este procedimiento se incluyen en el Apéndice H, y muestran los principales puntos a considerar en los cálculos de los costos, así como el tiempo necesario aproximado necesario para fabricar cada uno de los componentes de la bomba.

3.3.2 Roboscreen

El roboscreen es un filtro (tamizador) de ranurado helicoidal, internamente nervado, de PVC, que fue desarrollado en el Laboratorio de Desarrollo Internacional de Investigación de Agua Rural de la Universidad de Maryland, bajo auspicio del Banco Mundial. Sus autores son el Profesor Ron Sternberg y el Sr. Bob Knight; de ahí su nombre. Su principal ventaja sobre otros filtros plásticos para pozos es su mayor proporción de área abierta que permite un mayor movimiento libre del agua, y menor obstrucción del filtro.

En el estudio de factibilidades (ver Apéndice B) se evaluaron los siguientes fabricantes de entubado PVC:

Polymer, S.A., Comayagua
Industrias Novatec, S.A., Tegucigalpa
Polyformas Plásticas, S.A., San Pedro Sula

Dada su experiencia previa en la producción de filtros plásticos para pozos se recomendó a la Misión la selección de Industrias Novatec, S.A. para la fabricación del roboscreen. Esta recomendación se revisó de nuevo cuando Georgia Tech se hizo cargo del trabajo de la ODT 29 y no se encontró razón para alterarla, especialmente puesto que Novatec fue la única que indicó un interés real en fabricar el roboscreen.

El personal de Georgia Tech se entrevistó con el ingeniero gerente de Novatec. En conjunto idearon un método para modificar el troquel de estiramiento por presión del tubo macho, para producir el entubado nervado necesario para el roboscreen. Novatec produjo una muestra de cinco pies, de entubado nervado de dos pulgadas de diámetro, de acuerdo con los bocetos y especificaciones proporcionados por Georgia Tech (ver Apéndice I).

El método original de ranurar el entubado PVC para producir el roboscreen consistía en utilizar una sierra circular montada sobre una rectificadora de puntas de torno, pero este aparato no se encontró fácilmente en Honduras. Se diseñó un método alternativo utilizando equipo disponible en FUNYMAQ (ver Apéndice J para una descripción detallada de este método). Utilizando este método alternativo, el entubado de muestra se ranuró en FUNYMAQ, produciendo un roboscreen satisfactorio.

Sobre la base de estos resultados iniciales exitosos, se situó una orden a Novatec, S.A. por 400 pies de entubado PVC de nervado interno, de dos pulgadas de diámetro. La ODT incluía solo 200 pies de roboscreen. Los 200 adicionales de entubado se ordenaron para dar un margen de desperdicio, normal en el desarrollo de la capacidad de producción de un producto nuevo. Las herramientas especiales diseñadas por Georgia Tech para el ranurado del tubo fueron ligeramente modificadas por FUNYMAQ. Utilizando la experiencia lograda durante la etapa de desarrollo, FUNYMAQ logró producir 200 pies de roboscreen aceptable sin ningún problema.

3.4 Compra de Equipo, Materiales y Suministros y Otorgamiento de Contratos

3.4.1 Bombas Manuales AID

Georgia Tech situó una orden verbal a FUNYMAQ a comienzos de Junio de 1981 por los patrones y modelos de la bomba manual de AID, fijando como fecha de inspección, Julio de 1981. A finales de Junio se celebró un contrato formal entre ICAITI y FUNYMAQ para la compra de las bombas. Una copia del contrato se incluye en el Apéndice D. Sus principales disposiciones fueron las siguientes:

1. Se fabricaran 100 bombas para pozo poco profundo y para pozo profundo.
2. Los patrones y modelos costarán \$1,000 y las bombas \$100 cada una.
3. Se tendrán listas dos bombas modelo en Agosto 17 de 1981, para inspección previa a la aprobación de plena producción.
4. Los patrones y modelos quedarán de propiedad de AID.
5. Todo el trabajo requerirá la aprobación del personal de campo de Georgia Tech y de ICAITI, previa la aceptación final y la instalación en campo.

3.4.2 Roboscreen

En Febrero de 1982 se ordenaron docientos pies de roboscreen de 2 pulgadas de diámetro, que fueron aceptadas en Abril de 1982 (ver 3.3.2).

3.4.3 Bombas Manuales Dempster

La bomba manual Dempster, al igual que la bomba manual de diseño de la AID, es una bomba de pistón, de desplazamiento positivo y de acción simple. El concepto básico de diseño de esta bomba es casi idéntico al de la bomba manual AID. En Mayo de 1982 se despacharon a Honduras 35 bombas manuales Dempster Modelo 210F. Estas bombas manuales se compraron antes de la Fase II de este proyecto. Treinta de estas bombas debían instalarse en los lugares de prueba para lograr datos de funcionamiento comparativos junto con las bombas de fabricación local.

3.4.4 Bombas Manuales Sanpar

La bomba manual Sanpar es también una bomba de pistón, de acción simple y de desplazamiento positivo. Sin embargo, se fabrica de acero y se ensambla en gran parte por soldadura. Es considerablemente mas liviana en peso que la de diseño AID y la Dempster.

La ODT 29 incluía la compra de 50 bombas manuales Sanpar y la selección de lugares para instalar 35 de ellas. En cuanto a las bombas Dempster, debían

obtenerse datos comparativos sobre su funcionamiento. Se produjo una superposición entre la finalización de la Fase I bajo la ODT 29 y el comienzo de la Fase II bajo la ODT 85. La ODT autorizó pruebas de campo para 10 bombas Sanpar, mientras que la ODT pedía selección de lugares para pruebas de campo para 35 de ellas. Debido al reducido número de bombas Sanpar necesarias para la Fase II y a que por lo menos 10 de ellas provenían del inventario del MS, la AID estuvo de acuerdo en no comprarlas según la ODT 29. El MS proporcionó las 10 bombas Sanpar para la Fase II.

3.4.5 Bombas Moyno

La bomba manual Moyno es una bomba giratoria, de cavidad progresiva que se fabrica en E.E.U.U. Funciona por manivelas situadas en la base de la bomba a ras de tierra. Una caja sellada de engranaje transmite la rotación a un rotor de acero inoxidable que gira un estator helicoidal de goma dura en el cilindro de la bomba, el cual está situado por debajo del nivel del agua del pozo. El agua es empujada gradualmente hacia arriba de una cavidad a la siguiente cuando el rotor gira en el estator helicoidal, siguiendo hacia arriba por la tubería de caída, hasta el surtidor de la bomba. El costo inicial de la bomba es dos o tres veces el de la mayoría de las bombas manuales de palanca, pero la Moyno se considera como una de las que menor mantenimiento requieren. Debido a las dificultades de mantenimiento de las bombas en las zonas rurales, AID consideró que valdría la pena incluir esta bomba en las pruebas de la Fase II.

En Junio de 1982, Camp Dresser & McKee autorizó a Georgia Tech la compra de 10 bombas Moyno, sobre la base de instrucciones verbales de S&T/H/WS. La enmienda No. 3 de la ODT 29, emitida en Agosto de 1982, autorizó formalmente esta compra por escrito.

A causa de severos problemas de producción, sin embargo, el fabricante único, Robbins and Meyers, no logró cumplir varias fechas de promesas de embarque. Como resultado, la orden se canceló en Octubre de 1982 por instrucciones de S&T/H/WS.

3.4.6 Tubería de Caída, Varilla del Émbolo y Otros Suministros

La tubería de caída, la varilla del émbolo y otros suministros se compraron antes de la instalaciones de la Fase II. Estos suministros se encontraron fácilmente en Honduras a precios razonables. Se esperaba sin embargo, que tendrían que comprarse suministros adicionales, en la medida en que progresara la Fase II.

3.5 Identificación y Caracterización de Pozos para Lugares de Prueba de Bombas

3.5.1 Procedimiento General

Las pruebas de campo de las bombas manuales incluyen cinco pasos principales. Las pruebas presuponen la existencia de pozos o un programa de instalación. Si esta presunción no es válida, deberá añadirse el paso de construcción de pozos. En cada

uno de los pasos se incluye el personal del país no solo para facilitar el trabajo en las comunidades rurales, sino también para adiestrarlo de manera que eventualmente puedan realizar el trabajo por su propia cuenta. Estos pasos son:

1. Selección de lugares
2. Caracterización de lugares
3. Instalación de bombas
4. Supervisión y mantenimiento
5. Procesamiento de datos e información sobre los resultados.

Los primeros dos pasos se realizaron bajo la Fase I (ODT 29), y los tres últimos habrían de realizarse bajo la Fase II (ODT 85).

La selección de los lugares incluye la inspección de lugares de pozos existentes para investigar las condiciones técnicas y socio-culturales que determinan la conveniencia del lugar para realizar las pruebas de campo. Sobre la base de este procedimiento se selecciona un cierto número de lugares potenciales de prueba.

La caracterización del lugar implica un examen detallado de cada uno de los lugares seleccionados con el fin de establecer los recursos de tiempo, dinero, personal, materiales y equipo necesarios para preparar el lugar para las pruebas. Las características a investigar incluyen el tipo de pozo (ver Cuadro 1), condiciones de la superestructura existente, niveles estacionales de agua registrados, número de usuarios, y localización de posibles fuentes de contaminación.

Cuadro 1 - Tipo de Pozos

<u>Tipo de Pozo</u>	<u>Características</u>
De Clavado	El acceso al agua subterránea se logra clavando el ensamblaje completo punto/filtro/tubería de caída hasta el estrato de sustentación de agua. Este método es rápido en tiempo y materiales donde la superficie del agua subterránea es poco profunda y los suelos no permiten la construcción de pozos abiertos o de válvula.
De Válvula	Los pozos "perforados", "de taladro", o de válvula tienen generalmente diámetros pequeños que van de 1 a 10 pulgadas. Se perforan utilizando taladros de mano o de motor, o herramientas de choque, y generalmente llevan revestimiento de metal o de tubería PVC. Requieren una capacitación relativamente compleja y una minuciosa supervisión.
Excavado a Mano	Los pozos "excavado a mano" o "abiertos" tienen diámetros mucho mayores que los de válvula y se construyen cuando la capacidad y/o materiales para perforar son limitados, la superficie del agua es poco profunda, y/o la tasa de recarga es muy baja para permitir el flujo adecuado de los pozos de válvula. Este método es mucho más laborioso que el de los pozos de clavado o de válvula. Si las condiciones físicas son correctas, es un buen método para usar donde la participación de la comunidad es fuerte o se está en vías de desarrollarla.

3.5.2 Selección de Lugares

Georgia Tech y el ICAITI comenzaron conversaciones con el MS en el otoño de 1981 sobre la identificación de lugares apropiados para la instalación de bombas, con el fin de llevar a cabo el componente de las pruebas de campo (Fase II) del proyecto general. Inicialmente, Georgia Tech intentó identificar un mínimo de 100 lugares, de tal manera que pudiera iniciarse la caracterización (ver criterios sobre selección de lugares en el Apéndice K.) A finales de 1981, sin embargo, solo se habían designado 10 lugares como posibles para realizar pruebas. Se informó a Georgia Tech que los promotores de salud que debían haber hecho la identificación inicial habían estado en huelga y por lo tanto el trabajo se había retardado.

A principios de Febrero de 1982, los representantes de Georgia Tech se entrevistaron de nuevo con el Ingeniero Girón y otros funcionarios del MS en un intento adicional de designar los lugares de las pruebas de bombas. Como resultado de esta entrevista, se decidió que se utilizarían cuatro áreas para las pruebas de campo. Estas eran: Bajamar, Travesía, La Lima, (todas cerca de San Pedro Sula con pozos poco profundos, de clavado), y Comayagua (cerca de Tegucigalpa, con pozos profundos, de excavación). El Ingeniero Girón informó que el Ingeniero Jorge Flores, Ingeniero Jefe del Distrito de San Pedro Sula, prestaría asistencia en la selección de lugares de prueba y que luego prestaría cualquier asistencia necesaria en la selección de las bombas y mejoramiento de los lugares. Más tarde en el mismo mes se investigaron lugares en Bajamar, Travesía, y La Lima. En Marzo, se visitaron de nuevo estas tres áreas, y se designaron 42 lugares específicos para las pruebas de la Fase II. También durante este período, se visitó Comayagua y se designaron allí seis lugares específicos para las pruebas de la Fase II.

3.5.3 Caracterización de los Lugares

La caracterización de los lugares se inició en Marzo y se completó en Mayo de 1982. Los ingenieros de campo de Georgia Tech lograron evaluar los costos de mejoramiento de los lugares, la capacitación técnica necesaria, tasas aproximadas de recarga de los pozos, y demás información relacionada con la capacidad técnica de los lugares. Al revisar la información no-técnica como la localización de los lugares, accesibilidad, tipo de usuarios, localización de otras fuentes de agua, interés local, y capacidad de mantenimiento local de las bombas, los ingenieros de campo de Georgia Tech lograron una mejor capacidad de agrupar los lugares para reducir los costos de transporte y el tiempo, tanto en la instalación como en la supervisión y mantenimiento. Igualmente se logró realizar una evaluación sobre la receptividad que tendría el programa de las bombas, por parte de las comunidades locales incluidas.

3.5.4 Zonas de Lugares de Pruebas

Bajamar/Travesía

Bajamar y Travesía son dos poblaciones costaneras pesqueras cerca de Puerto Cortés (aproximadamente una hora de carro al norte de San Pedro Sula). Se encontró que

podrían utilizarse hasta 24 bombas de pozo poco profundo en esta área. Las bombas sin embargo tendrían que reajustarse dentro de pozos de clavado existentes, que tenían en ese momento una serie de bombas en funcionamiento y fuera de servicio, que habían sido suministradas por el GOH. Los funcionarios locales conyineron en la reinoción de algunas de las bombas fuera de servicio, y la utilización de otros pozos que tenían bombas en funcionamiento con el fin de llevar a cabo un programa de supervisión de funcionamiento comparativo de bombas. Existían ya vigilantes locales en estos lugares de pozos, quienes se utilizarían para la instalación y supervisión de las bombas en la Fase II. El cálculo aproximado de costo promedio de preparación por cada lugar se estimó en unos \$200.

La Lima

La Lima es una zona nueva de desarrollo rural, situada cerca del aeropuerto, a unos 30 minutos de San Pedro Sula. Esta zona también estaba siendo beneficiada por un programa del MS y propocionaría buenos datos de supervisión comparada, con una capacidad de 12 a 24 instalaciones de pozos poco profundos, para desarrollar en pozos de válvula. Se estimó que una bomba AID podría instalarse por \$400 a \$500 por lugar, incluyendo mano de obra y materiales.

La Lima proporcionó lugares ideales para prueba de la bomba manual AID, dado el entusiasmo en esta zona por las bombas. Igualmente, la zona proporcionó buenos datos de supervisión comparativos, tanto para bombas locales como importadas que actualmente se usan en programas del MS. Los pozos se encontraban bien agrupados y situados cerca de San Pedro Sula, permitiendo un acceso conveniente para la supervisión.

Comayagua

El personal del MS y del ICAITI recomendaron que el programa se concentrara en el desarrollo de lugares en Comayagua (aproximadamente una hora por carro al norte de Tegucigalpa) para las potenciales instalaciones de pozos profundos. Se registraron muchos sitios disponibles adecuados en esta zona. Sin embargo, las investigaciones indicaron que solamente 10 pozos profundos de excavación eran aptos para instalaciones pareadas. Tales instalaciones proporcionarían datos comparados sobre dos bombas diferentes en el mismo lugar de pozo. No se encontraron pozos profundos de excavación disponibles o convenientes para parear en las otras dos zonas de prueba.

3.6 Inspección, Prueba, y Aceptación de Equipo, Materiales y Suministros

3.6.1 Bombas Manuales AID

Durante la fabricación de la primeras 50 bombas, se instruyó a los técnicos de la fábrica, y fueron adiestrados por ingenieros de campo de Georgia Tech sobre la inspección correcta de aceptación y sobre procedimientos de pruebas, la inspección asegurando la conformidad con los dibujos y especificaciones, y las pruebas funcionales asegurando que las bombas manuales bombearan el agua a la tasa de cinco galones por minuto (gpm). Estas primeras 50 bombas tuvieron una inspección

del 100 por ciento y 100 por ciento de pruebas funcionales. En las primeras 50 bombas producidas por FUNYMAQ, la inspección final incluyó los siguientes pasos:

1. Articulación de la palanca, fulcro, pasadores, acoplamiento de la varilla, y bloques resbalantes fueron revisadas para alineamiento y evitamiento de obstrucción, con relación a la tapa de la bomba.
2. El ensamblaje del pistón se desensambló y verificó para revisar la calidad de las empaquetaduras de cuero, terminado de la superficie en la parte inferior del cabezal móvil y parte superior del seguidor del pistón, y acoplamiento de la rosca en la varilla de la bomba.
3. El acomplamiento de la rosca se verificó de la base de la bomba hasta la cabeza de la bomba, e igualmente, de la base de la bomba hasta el soporte.
4. Se observó el alineamiento y calidad de la válvula de retención.
5. Se inspeccionaron los cilindros de PVC para verificar la calidad de la superficie y, en las bombas de pozos poco profundos, se verificó el desajuste entre el cilindro y la envoltura de la tubería de acero.
6. Se realizó una prueba de dureza en pasadores representativos, seleccionados al azar. Los cojinetes habían sido ya prensados en las fundiciones del hierro, y no pudieron probarse en esta oportunidad. Sin embargo, puesto que la dureza de los cojinetes se había probado durante el proceso de fabricación, pareció que podría eliminarse esta prueba durante la inspección final. Si se comprueba que este procedimiento de prueba de cojinetes resulta inadecuado, deberá iniciarse un procedimiento revisado que incluya el prensado de varios cojinetes representativos por fuera de las fundiciones y midiendo su dureza.
7. Se realizó una prueba de funcionamiento añadiendo un segmento corto de tubería de caída a la base de la bomba y situando el ensamblaje de la bomba sobre un tanque de concreto de agua. La bomba fue imprimada y puesta en funcionamiento hasta obtener un flujo consistente. Mientras la bomba funcionaba a 50 golpes de palanca por minuto, el agua de salida se recogía en un balde de 2.5 galones registrando el tiempo de llenado del balde. Si el balde se llenaba en 30 segundos o menos, la bomba se consideraba aceptable.

Luego de que estas bombas se inspeccionaron al 100 por ciento, se diseñó un plan de inspección de aceptación para las restantes 100 bombas pendientes de producción. El plan de aceptación se incluye en el Apéndice L.

En Abril de 1982, los ingenieros de campo de Georgia Tech inspeccionaron y aceptaron 140 bombas manuales de AID. En Junio de 1982, se aceptaron las 10 restantes. Estas bombas se almacenaron en FUNYMAQ donde se mantuvieron records completos sobre retiros y sus destinaciones. Posteriormente, las bombas se han trasladado a la Misión AID.

Georgia Tech compró las bombas en representación de la AID. Por lo tanto, el personal del GOH no participó esta vez en el proceso de aceptación final. Cuando el GOH sitúa una orden de bombas, deberá prestarse asistencia técnica para adiestrar a su personal en pruebas de funcionamiento y procedimientos de aceptación final.

3.6.2 Roboscreen

A finales de Abril de 1982, la muestra de 200 pies de roboscreen terminado fue inspeccionada y aceptada por los ingenieros de campo de Georgia Tech. El roboscreen se había producido en longitudes de 2 pies. Se escogieron al azar 10 piezas del lote de 100 piezas y se inspeccionaron para verificar la calidad del ranurado, y excesivo acarreo y rebaba. No se observaron imperfecciones en la muestra, así que el lote completo se aceptó.

3.7 Resultados

Al momento de redactar el borrador final del presente informe, es decir, en la primavera de 1983, las actividades de la Fase II bajo la ODT 85 estaban por finalizar, y se preparaba un informe individual sobre la Fase II.

Sin embargo, el proyecto PRASAR ha encontrado dificultades hidrogeológicas, institucionales y administrativas en la instalación de las bombas manuales Dempster que se ordenaron al comienzo del proyecto. Como resultado, pasará algún tiempo antes de que el trabajo realizado bajo las ODT 29 y 85 den resultados prácticos de influencia en la selección de bombas al situar órdenes en el futuro. El GOH y la Misión AID están dando pasos positivos para superar tales dificultades y se espera que no pase tanto tiempo antes de que el trabajo de las Fases I y II se lleven a la práctica a largo término cuando se resuelvan tales dificultades. Los problemas que el GOH ha encontrado, junto con las sugerencias sobre cómo tratarlos, se documentan en el Informe de Campo de WASH 65 (ODT 115), 69 (ODT 101) y 81 (ODT 135).

El número de bombas que se esperaba instalar dentro del proyecto PRASAR se ha reducido de 3.000 a 1.600. En cambio de ordenar 1.800 bombas manuales para complementar las 1.120 bombas Dempster ya compradas, parece ahora que el MS necesitará solamente entre 350 y 400 bombas adicionales, teniendo en cuenta las bombas AID ya producidas por FUNYMAQ.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Todos los puntos del alcance de trabajo bajo la ODT 29 se completaron exitosamente. En términos específicos, se seleccionó un fabricante de bombas manuales (FUNYMAQ) suministrándole asistencia técnica. Esta asistencia permitió a la Compañía FUNYMAQ no solamente fabricar y despachar 150 bombas de diseño AID de alta calidad, sino también fabricar y despachar 200 pies de roboscreen aceptable. Se suministró a la Compañía Novatec asistencia técnica que le permitió producir 400 pies de entubado PVC de nervado interno, de calidad aceptable que se utilizó en la fabricación del roboscreen.

La capacidad de fabricación que se estableció en Honduras, incluyó no solamente todos los procesos de manufactura, sino también la asistencia técnica en los sistemas de control de calidad dentro de los procesos, y pruebas de aceptación final.

La transferencia de tecnología que se proporcionó a FUNYMAQ produjo diversos beneficios. Uno de estos relacionado con el diseño y fabricación de dispositivos y guías de producción. Al hacerse la Compañía FUNYMAQ más eficiente en la precisión, el maquinado y el trazado, fueron capaces de proveer dispositivos y guías a dos compañías parte del proyecto de bombas manuales AID en Ecuador. Esto permitió a estas dos fundiciones y talleres mecánicos de Ecuador producir bombas manuales de alta calidad en un tiempo mucho menor del normalmente requerido.

Otro beneficio derivado de esta transferencia de tecnología fue el mejoramiento forzoso en el diseño y calidad de los productos de otros fabricantes locales de bombas manuales. Antes de la introducción de nuevos procesos y técnicas de inspección que dieron como resultado la bomba de alta calidad de FUNYMAQ, otros fabricantes de Honduras producían productos de mediana calidad. Con la amplia aceptación local de la bomba manual producida por FUNYMAQ, se estableció en Honduras un nuevo nivel de calidad aceptable.

Se obtuvieron materiales y equipo para las pruebas de campo de la Fase II. Además de las bombas manuales AID y del roboscreen, estos materiales y equipo consistieron en 35 bombas manuales Dempster Modelo 210F, 10 bombas manuales Sanpar y tubería de caída, pistones y suministros varios.

Se desarrollaron buenas relaciones de trabajo con el personal del MS a todos los niveles, y con el personal de la Misión AID. Se realizaron muchas reuniones conjuntas con el MS, que fueron desde las realizadas con el Ingeniero Girón, Director del componente del MS asignado al proyecto PRASAR, hasta las realizadas con los promotores de salud de campo. El personal del MS y de la AID se mantuvo involucrado e informado, y se solicitaron sus sugerencias durante todas las fases del trabajo realizado bajo la ODT 29. En diversas ocasiones vinieron a la fábrica para observar el proceso de fabricar y se les solicitaron ideas sobre cómo mejorar

la bomba. También desempeñaron un papel principal en la selección de lugares para las pruebas de campo de la Fase II. Diversas locaciones del proyecto PRASAR se consideraron como posibles lugares para las pruebas de bombas. Durante reuniones realizadas con personal del MS y de la Misión se seleccionaron cuatro zonas geográficas para lugares de pruebas de bombas. En última instancia se identificaron y caracterizaron 48 lugares potenciales para pruebas de bombas.

Se desarrollaron procedimientos de inspección y prueba que condujeron a la aceptación final de 150 bombas manuales AID y 200 pies de roboscreen de 2 pulgadas.

4.2 Recomendaciones

4.2.1 Recomendación No. 1

Precedentes

Durante la adquisición de bombas manuales de la Compañía FUNYMAQ, se hicieron contactos iniciales, se dieron dibujos a la compañía, y se entregó una bomba modelo como referencia. Los ingenieros de campo de Georgia Tech permitieron a la compañía proceder con la fabricación inicial de la bombas con solo un mínimo de asistencia técnica. Muy pronto, se hizo evidente que se estaban cometiendo errores y que el fabricante, de buena fé, había seguido sus antiguos procesos y procedimientos, que no eran adecuados para producir una bomba de alta calidad. Por fortuna, esto se advirtió a tiempo para tomar los pasos necesarios para corregir la situación y finalmente producir 150 bombas de alta calidad.

Recomendación

Se recomienda que para futuros proyectos de este tipo, se intensifiquen las actividades de asistencia técnica en la fase inicial de fabricación. Por ejemplo, la práctica común indica que un comprador debe pagar los patrones de producción al ordenar las fundiciones. Este mismo procedimiento debería seguirse con las herramientas de producción con los dispositivos y las guías. Esta asistencia intensiva debería incluir el diseño y manufactura de estas herramientas como un primerísimo paso del proceso de fabricación. Aun más, la construcción de los patrones de producción para fundiciones y producción de herramientas para maquinado de las fundiciones debe coordinarse cuidadosamente para asegurar la compatibilidad.

4.2.2 Recomendación No. 2

Precedentes

Durante las discusiones iniciales con la Compañía FUNYMAQ, se proporciono un conjunto completo de dibujos, así como el modelo de una bomba manual AID fabricada en otro país. Usando el modelo solo para referencia, los ingenieros de campo de Georgia Tech discutieron cuidadosamente cada modelo en el Sr. Mata de la Compañía FUNYMAQ, quien dio todas las indicaciones de haber comprendido todos los dibujos y de estar dispuesto a cumplir con las especificaciones esbozadas

por el personal de Georgia Tech . Sin embargo se encontró más tarde, que el Sr. Mata tenía muy poca habilidad para leer e interpretar dibujos mecánicos. Los mecánicos y técnicos de su fábrica eran aun menos hábiles en esta área. Este problema se identificó pronto, y se hicieron las correcciones necesarias de tal forma que la calidad del producto final no se viera afectado adversamente. No cabe duda de que los intereses a largo plazo de la transferencia de tecnología se verían mejor servidos si los trabajadores de fundición pudieran adiestrarse para leer dibujos y especificaciones, pues estarían entonces en capacidad de fabricar productos originales. Tal adiestramiento solo podría lograrse, sin embargo, en un período de varios años, porque no solo requiere capacitación en alfabetización, que en sí toma bastante tiempo, sino también desarrollo de las capacidades de interpretación de dibujos, lo que requiere un largo periodo de practica supervisada y repetición.

A la luz de esta limitaciones, los planificadores y administradores de programas de suministro de agua serán quienes decidan si quieren invertir el tiempo suficiente de tal manera que los fabricantes nacionales puedan adiestrarse para leer dibujos y especificaciones, para ser entonces capaces de proveer al programa con cualquier producto manufacturado que se requiera sin depender de asistencia técnica externa. Si no se toma la decisión de tal esfuerzo, debido por ejemplo a la premura en iniciar un programa, deberán entonces tornarse medidas para que la asistencia técnica ayude a los fabricantes a producir los artículos necesarios para el programa.

Recomendación

Se recomienda que la capacidad de un dueño de fábrica y de su personal para interpretar y trabajar con dibujos mecánicos se tome como un punto esencial en la selección de un fabricante nacional. Se recomienda igualmente que los dibujos mecánicos se traduzcan a la lengua del país y se conviertan a las prácticas corrientes de dibujo usadas en dicho país. Si resulta imposible encontrar fabricantes con la capacidad de interpretar dibujos mecánicos, las bombas modelo que se ajustan a los dibujos y especificaciones en todo sus detalles, deberán proporcionarse a los fabricantes para usarlas como guías en la fundición de patrones, producción de herramientas y en ultima instancia, en la producción.

Más aún, si puede incluirse en el diseño de programas de agua rural con utilización de bombas manuales de fabricación local, un período de preparación (por ejemplo de dos o tres años), sería benéfico a la larga adiestrar a los fabricantes locales para trabajar partiendo de dibujos mecánicos y especificaciones escritas, más bien que copiar una bomba prototipo.

4.2.3 Recomendación No. 3

Precedentes

Durante los estudios de factibilidad iniciales en Honduras, muchos de los fabricantes de suministros y materiales, tales como entubado PVC, acero templable, tuercas, pernos y demás, indicaron ser capaces de producir todas las partes necesarias para fabricar la bomba manual. Luego de comenzar la fabricación de la bomba manual,

sin embargo, algunos fabricantes se mostraron renuentes a suministrar la cantidad limitada de materiales requeridos para el programa piloto de fabricación inicial de bombas.

Recomendación

Se recomienda que durante el estudio de factibilidades, se obtengan de los proveedores sólidas cotizaciones (que incluyan precios, cantidades mínimas de las órdenes, fechas de despacho, y demás) de todos los materiales esenciales, necesarios para fabricar la bomba manual.

4.2.4 Recomendación No. 4

Precedentes

Cuando se inició el trabajo de campo bajo la ODT 29, el personal de la Misión revisó la estructura administrativa del MS con el personal de Georgia Tech, e identificó al funcionario del MS que sería responsable de los aspectos de la bomba manual en el Proyecto PRASAR. Poco después de que comenzó el trabajo bajo la ODT 29, sin embargo, hubo elecciones nacionales y ocurrió un cambio leve en la estructura de poder dentro del MS. Igualmente, durante el período de intento de identificación de lugares de pozos que podrían utilizarse como lugares de prueba para la bomba, bajo la ODT 85, se encontró que era imposible obtener información sobre lugares potenciales debido a problemas laborales a nivel técnico en el MS. Se descubrió igualmente más adelante, que la persona responsable a cargo de este proyecto en el MS no tenía autoridad jerárquica sobre los ingenieros de campo y los promotores del MS a nivel local. Esto significó que los acuerdos con las directivas del MS en Tegucigalpa no necesariamente se respetarían en San Pedro Sula a nivel local, causando incomprendiones entre los ingenieros de campos de Georgia Tech y los técnicos locales del MS.

Recomendación

Se recomienda que en cualquier proyecto de esta naturaleza, la Misión AID proporcione al contratista la mayor información posible, para tener una visión de las estructuras de poder de las organizaciones gubernamentales locales, y del clima político en que trabajará el contratista. Se recomienda que esto se haga no solo al inicio del proyecto, sino en una base continua a través del mismo.

4.2.5 Recomendación No. 5

Precedentes

Durante el proceso de selección de lugares se hizo evidente que el personal del MS a nivel local no tenía conciencia del objetivo del proyecto, ni de los planes generales del personal del MS en Tegucigalpa. Esto creó incomprendiones y se perdió mucho tiempo. Esta experiencia sugiere que al inicio de proyectos similares debería desarrollarse un plan de acción conjunto entre el personal contratante que realizará el programa de trabajo, el personal de la Misión AID, y el personal de AID en Washington. Es esencial que el personal del país donde se realiza el programa, que

es responsable del proyecto, tenga responsabilidades básicas en el desarrollo y aprobación final de este plan inicial de acción.

4.2.6 Recomendación No. 6

Precedente

El cilindro AID de pozo profundo no cabe en un revestimiento para pozos de cuatro pulgadas de diámetro, mientras que el cilindro Dempster si cabe. Por lo tanto, la bomba AID, tiene dificultades en la competencia con la bomba Dempster. Se ha encontrado igualmente que la varilla de 1/2 pulgada de diámetro de la bomba, se encuentra más fácilmente que la de 7/16 utilizada en la bomba AID.

Recomendación

Considerar la modificación del diseño de la bomba AID de tal manera que el cilindro para pozo profundo quepa en un revestimiento de pozo de cuatro pulgadas y que pueda utilizarse una varilla de bomba de 1/2 pulgada.

4.2.7 Recomendaciones para la Acción Futura

Precedentes

Una vez que se hizo claro al final de 1981 que FUNYMAQ produciría una bomba de alta calidad, se recomendó comenzar la Fase II del programa de asistencia técnica que la Misión había solicitado. La Fase II incluía la instalación y prueba de las bombas manuales AID, Sanpar y Dempster para una evaluación comparativa. Incluía también la provisión de instrucción sobre mantenimiento y reparación de dichas bombas. Finalmente, había de proporcionar supervisión y evaluación de las diversas bombas manuales con información sobre resultados al fabricante para el mejoramiento de la calidad y al MS de Honduras para su uso en la futura selección de bombas manuales. La Fase II se inició bajo la ODT 85 del Proyecto WASH, antes de completar el trabajo bajo la ODT 29.

La fundición que recibió asistencia técnica bajo el programa piloto ODT 29 fue seleccionada por AID, el MS, y Georgia Tech, sobre la base de una evaluación objetiva y subjetiva de su capacidad para producir una bomba manual AID de alta calidad. Cuando el GOH sitúe una orden de una gran cantidad de bombas en el futuro, el proceso de selección de la fundición se basará muy seguramente en una revisión de cotizaciones de varios fabricantes.

Recomendación

Cuando el GOH sitúe una orden de bombas manuales en el futuro, deberá buscarse asistencia técnica en la preparación de documentos de cotización (dibujos, especificaciones, propuestas o contratos) o en la evaluación de las cotizaciones. También deberá buscarse asistencia técnica para asegurar que los fabricantes seleccionados han entendido sus obligaciones contractuales y pueden producir una bomba de alta calidad. Finalmente, deberá buscarse asistencia, para adiestrar al personal del GOH sobre procedimientos de pruebas de funcionamiento y aceptación final de las bombas manuales, roboscreen, y otros productos relacionados que deban comprarse.

APÉNDICE A

Itinerario

VIAJES A Y DESDE HONDURAS
DEL PERSONAL DE GEORGIA TECH

FUNCIONARIO DE GEORGIA TECH	A HONDURAS	DESDE HONDURAS
POTTS	5-28-81	6-05-81
MONTGOMERY	5-28-81	6-05-81
HARPER	5-28-81	6-05-81
MONTGOMERY	7-26-81	7-28-81
MONTGOMERY	8-31-81	9-03-81
MONTGOMERY	10-13-81	10-16-81
JAMES	11-09-81	11-11-81
JAMES	12-07-81	12-10-81
MOY	2-01-82	2-19-82
MOY	3-15-82	4-02-82
JAMES	3-15-82	3-26-82

APÉNDICE B

FACTIBILIDAD DE FABRICACIÓN LOCAL DE BOMBAS DE AGUA DE FUNCIONAMIENTO MANUAL AID Y DISPOSITIVOS ROBO EN HONDURAS

Preparado por

Robert Knight
Autor del Proyecto
Laboratorio Internacional de
Desarrollo de Recursos para Agua Rural
Universidad de Maryland
College Park, Maryland 20742

Phillip W. Potts
Investigador Científico
Division de Programas
Internacionales
Centro de Ingeniería Experimental
Instituto Tecnológico de Georgia
Atlanta, Georgia 30332

Ing. Angel Profirio Sánchez
Delegado en Honduras
Instituto Centroamericano de Investigación
y Tecnología Industrial (ICAITI)
Apartado Postal No. 20-C
Tegucigalpa, D.C., Honduras

para

La Agencia Internacional de los Estados Unidos
Para el Desarrollo Internacional
Washington, D.C.

Contrato No. AID/ta-C-1354

División de Programas Internacionales
Centro de Ingeniería Experimental
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GEORGIA
Agosto de 1980

Resumen

El objetivo de este informe es presentar la factibilidad de fabricación local de la bomba de agua de funcionamiento manual AID, el roboscreen (rejilla plástica para pozos/filtro para infiltración de galería), la roboválvula (un grifo plástico) y el robometro (medidor de agua de activación por el usuario), en Honduras. Cada uno de estos dispositivos ha sido diseñado como un vehículo de efectividad en los costos en el mejoramiento del suministro de agua en los países en desarrollo, y deberá ofrecer enormes beneficios mediante la fabricación nacional (generando empleo local, repuestos más disponibles, menores costos por unidad de bomba manual a los usuarios y reducción del flujo de divisas extranjeras).

Los datos secundarios por sí mismos indican que la necesidad de suministro de agua rural y programas al respecto (incluyendo los aparatos como la bomba manual AID y los dispositivos robo), es grande en Honduras. Por ejemplo, la diarrea es la principal causa de hospitalización entre los niños, y una de las causas más importantes de consulta externa. Representa una de las primeras cinco causas de mortalidad en todos los grupos de edades y, como se reporta en las estadísticas de 1977, causó el 12.4 por ciento de todas las muertes y el 24.4 por ciento de las muertes infantiles. Entre las muertes por causa de la diarrea, 77 por ciento ocurrieron entre niños menores de 5 años de edad. Si bien una fuente de agua más sana y conveniente no es suficiente para mejorar estas estadísticas, ciertamente es una parte necesaria de cualquier programa general del que se espere éxito.

Por fortuna, hay actualmente una gran actividad en curso, o se está planeando por parte del Gobierno de Honduras, para ayudar a satisfacer las necesidades de programas de suministro de agua rural (básicamente mediante tres organismos del gobierno, el Programa de Sanidad Básica, PROSABA, el Servicio Autónomo Nacional de Agua y Alcantarillado, SANAA, y el Banco Municipal de Desarrollo, BANMA. Existen ahora en Honduras fundiciones adecuadas para fabricar las bombas manuales AID, que podrían desempeñar un papel importante en estas actividades, y por lo tanto, se recomienda que dos o tres fundiciones seleccionadas fabriquen órdenes de prueba de 70 a 75 bombas manuales cada una. Estas bombas se instalarían entonces en el campo para supervisión y evaluación de manera que se detectaría cualquier

defecto de fabricación, y los datos de tales defectos, si hay alguno, se informarían a las fundiciones para una mayor estrictez en alguno de los procedimientos de control de calidad. A la conclusión del período de evaluación y supervisión, de 12 a 16 meses de duración, los fabricantes deberán tener un amplio conocimiento de la fabricación de una bomba manual AID, que estará entonces disponible para inclusión dentro de los muchos programas de suministro de agua rural del Gobierno, como una bomba manual de alta calidad, fuerte, de costo eficiente (aproximadamente \$100 U.S. de acuerdo con cotización de funcionarios de la fundición FUNYMAQ), para servir las necesidades rurales de Honduras.

Si el programa de fabricación y prueba de campo que se recomienda más arriba se lleva a cabo, deberá incluir igualmente una evaluación comparativa de campo de la bomba manual Sanpar que se fabrica actualmente en Honduras. La bomba Sanpar se vende por \$150 aproximadamente y se informa que tiene capacidad para bombear desde profundidades de pozo de 160 a 180 pies. Esta bomba es actualmente promocionada por diversos funcionarios del MS, y la aceptación de la bomba manual AID dependerá de su buen desempeño frente a la bomba Sanpar (no existen datos de desempeño en el campo de la bomba Sandpar).

La fabricación del roboscreen se encuentra bien dentro de las capacidades de dos fabricantes de plástico: Polymer y, especialmente Industrias Novatec (dada su experiencia anterior en la fabricación de filtro ranurado PVC para pozos). Puesto que el roboscreen es una parte complementaria de la bomba manual AID (a manera de filtro), valdría la pena, desde el punto de vista del desarrollo económico, así como de disponibilidad de repuestos y de efectividad en los costos, incluir la producción del filtro para su inclusión en el programa piloto de fabricación de bombas manuales y de pruebas de campo que se recomienda.

La introducción de la fabricación local de la roboválvula, desafortunadamente parece resultar prematura en este momento, puesto que el vaciado de inyección está por encima del alcance actual de la industria plástica en Honduras.

El robometro está dentro de las capacidades de la industria hondureña, y se estima que podría lograrse la producción local a un costo de menos de \$50 por metro. Sin

embargo, el robometro se encuentra aun en las fases de desarrollo (optimización), y no debería introducirse en Honduras hasta tanto no se complete un diseño mejor terminado, con mayores pruebas de laboratorio. Este desarrollo adicional de laboratorio (optimización) y pruebas de laboratorio deberá empezar pronto bajo el proyecto centralmente financiado AID/Washington (DS/HEA) Water and Sanitation for Health (WASH), y deberá culminarse dentro de los próximos 12 meses.

INTRODUCCION

El objetivo de este informe es presentar la factibilidad de fabricación local de la bomba de agua de funcionamiento manual AID, el roboscreen (rejilla plástica para pozos/filtro para infiltración de galería) la roboválvula (un grifo plástico) y el robometro (medidor de agua de activación por el usuario), en Honduras. Cada uno de estos dispositivos ha sido diseñado como un vehículo de efectividad en los costos, en el mejoramiento del suministro de agua en los países en desarrollo, y deberá ofrecer enormes beneficios mediante la fabricación nacional (generando empleo local, provisión de repuestos más disponibles, menores costos por unidad de bomba manual a los usuarios, y reducción del flujo de divisas extranjeras).

La bomba manual AID consiste en una versión para pozos poco profundos (con el pistón y el cilindro ubicados en el soporte de la bomba) y en una versión para pozos profundos (con el pistón y cilindro ubicados por debajo del nivel del agua del pozo al instalar la bomba). Ambas versiones son de acción simple, de movimiento alternativo y de desplazamiento positivo.

Originalmente, la bomba manual AID se fabricó y se sometió a pruebas de campo en Nicaragua y en Costa Rica. Luego, con cambios en el diseño recomendados, resultantes de estas pruebas de campo, se introdujo con éxito en programas de suministro de agua rural en la República Dominicana, Indonesia y Sri Lanka. En los próximos meses deberán comenzar programas similares en Tunes y Ecuador. En cada uno de estos programas, la bomba manual AID ha probado su adaptabilidad a la fabricación local, tiene fácil mantenimiento, y su costo es bajo si se le compara con las bombas de importación (que también demandan de un largo proceso de compra). También han probado ser muy durables.

El roboscreen se desarrolló para llenar la necesidad de una rejilla plástica de bajo costo, que rendiría un alto porcentaje de area abierta, y teniendo en mente la fabricación local en países en desarrollo. Básicamente, el roboscreen es una tubería PVC (cloruro polivinílico) con nervaduras de refuerzo longitudinales, de

espaciamiento parejo, en el diámetro interior, y con un corte ranurado helicoidal dentro del espesor de la pared a lo largo de toda la tubería (permitiendo que las nervaduras sostengan lo que de otra manera sería un serpentín plástico). Esta rejilla se produce ahora en Filipinas para consumo nacional y de exportación. Su producción comercial se iniciará igualmente en Septiembre del presente año en Túnez y Ecuador.

La roboválvula se diseñó en respuesta a la necesidad de un grifo plástico de manufactura local, de bajo costo, y de cierre automático. Esta válvula (grifo) es un artefacto simple, con una válvula de flotador y asiento de válvula encofrados en el cuerpo central. No hay resortes ni arandelas que se gasten, puesto que la roboválvula funciona usando dos principios básicos: presión hidráulica y presión diferencial.

Los resultados de las pruebas de campo son todavía limitados actualmente. Sin embargo, las pruebas de laboratorio sugieren que la válvula debe durar varios años sin problemas, lo que es un mejoramiento notable con relación a los grifos comunes de bronce con arandelas de goma.

El robometro es un medidor de agua de activación por el usuario, que se diseñó con la idea de permitir al consumidor pagar por un volumen de agua prefijado, antes de su consumo. El concepto básico es que el consumidor compra un cartucho especial de aire comprimido que se utiliza para activar el medidor de agua (engranado para permitir solo un determinado volumen de agua que deberá fluir antes de cerrarse automáticamente). Cuando se ha usado el volumen prefijado de agua, el consumidor deberá tener a mano, o deberá comprar otro cartucho, para lograr obtener agua de nuevo, del medidor. Así, el consumidor paga una suma pequeña de dinero al consumir agua en lugar de pagar cantidades mayores por períodos más largos, recibiendo la empresa los ingresos de la venta de los cartuchos de aire comprimido, en lugar del ingreso tradicional de recolección de cuentas, evitando así la costosa lectura de los medidores, el cobro de cuentas, y otros ingresos adicionales de recolección.

NECESIDAD DE SUMINISTRO DE AGUA RURAL EN HONDURAS (1)

Honduras sufre de las condiciones de salud que prevalecen en los países pobres en desarrollo: alta fertilidad y mortalidad; infecciones que son la causa principal de muerte y enfermedad; desnutrición endémica; condiciones de salud más deficientes en las zonas rurales, y una tasa de mortandad/mortalidad mayor en los grupos madre/niño. La mortalidad infantil es de 103 por cada 1000 nacimientos, y aproximadamente el 80 por ciento de los niños menores de cinco años de edad sufren de algún grado de desnutrición. Las infecciones gastrointestinales y respiratorias representan el 40 por ciento del total de muertes registradas, y son la causa más común de mortandad. Los parásitos son de muy frecuente existencia entre niños y adultos; y de acuerdo con la mayoría de los estimados, la desnutrición de segundo y tercer grado afecta a un 35 por ciento aproximadamente de los niños menores de cinco años. Además de la continua amenaza de las enfermedades gastrointestinales y respiratorias, aumentan las severas epidemias de enfermedades evitables como el polio, el sarampión y la malaria, siendo una fuente creciente de preocupación de los funcionarios oficiales de salud. En 1972 la tasa general de mortalidad fue de 16.5 por 1000 entre la población rural, comparada con el 9 por 1000 en las zonas urbanas; ocurrieron 127 muertes infantiles por cada 1000 nacimientos en las zonas rurales comparadas con 85 muertes infantiles por cada 1000 nacimientos en los centros urbanos.

A pesar de la adopción de una política de cobertura de salud básica de base comunitaria por parte del gobierno, y de una considerable inversión en instalaciones de salud y adiestramiento, las condiciones de salud en Honduras dejan mucho que desear. La diarrea, por ejemplo, es una causa principal de mortandad y la deshidratación diarreica es un factor de importante contribución a la alta tasa de mortalidad infantil. Durante 1978 el Ministerio de Salud registró 110,393 casos de diarrea (excluyendo la disentería amibica y bacilar), con una incidencia de 3210 casos por cada 100.000 habitantes (cifra esta muy seguramente de registro deficiente con relación a la cifra real, especialmente en las zonas rurales, que, por lo tanto, no muestra la verdadera magnitud del problema).

(1) Tomado de "Documento de Proyecto de Honduras de Agua y Sanidad Rural" de USAID/Honduras, Marzo de 1980

Entre los niños, la enfermedad diarreica es la causa principal de hospitalización, y una causa primordial de visitas de consulta externa. Representa una de las primeras cinco causas de mortalidad en todos los grupos de edad y, como se registró en las estadísticas de 1977, causó el 12.4 de todas las muertes y el 24.4. de las muertes infantiles. Entre las muertes por diarrea, el 77 por ciento ocurrió entre niños menores de cinco años de edad.

Dentro de su plan quinquenal 1979-1983, el Gobierno de Honduras espera proporcionar acceso - a través de pozos comunitarios o de un medio mejor - al agua potable para el 75 por ciento de la población rural, y alguna forma de sistema para la eliminación de desechos humanos para el 38 por ciento, es decir, más del doble de sus logros hasta la fecha. Dada la presente cobertura y el crecimiento de la población, estos objetivos alcanzan a un grupo de 1'200.000 habitantes en los nuevos sistemas de agua y sanidad; un grupo adicional de 170.000 necesitaría reparaciones en sus sistemas de agua durante este período.

Actualmente, el Gobierno de Honduras pone en marcha sus programas de agua y sanidad esencialmente a través de tres organismos del gobierno: el Ministerio de Salud (MS), el Programa de Sanidad Básica (PROSABA), y el Banco de Desarrollo Municipal (BANMA).

PROSABA se estableció en 1974 con el propósito de administrar y promocionar los programas de sanidad ambiental rural de largo alcance. Sus principales actividades se han dirigido hacia la instalación de pozos de bomba manual, y la promoción y construcción de letrinas en comunidades rurales dispersas, con poblaciones menores de 200 habitantes. Estas actividades son coordinadas por el MS a nivel central y son puestas en marcha por los promotores de salud rural, que trabajan a nivel de municipios y poblaciones. El promotor asignado al trabajo de poblaciones es natural de la zona, y se espera, por lo tanto, que conozca las costumbres y creencias locales. A través de su esfuerzo, se estimula la participación de la comunidad, que se organiza para desarrollar el potencial de ayuda propia que existe en cada localidad.

SANAA se creó en 1961 para responder a las necesidades de acueducto y alcantarillado. Su actividad rural se ha dirigido básicamente hacia la construcción

de sistemas de acueducto por gravedad en comunidades rurales con poblaciones superiores a los 200 habitantes. Sus responsabilidades incluyen la financiación de proyectos, diseño, supervisión de construcción de proyectos, y mantenimiento de los sistemas ya estructurados. SANAA ha comenzado a aplicar tarifas a los usuarios con el fin de financiar la rehabilitación de sistemas rurales ya existentes y de mal funcionamiento, que, luego de mejorarlos, se incorporarán al programa de mantenimiento de SANAA. En todos los sistemas están siendo instaladas unidades de tratamiento de clorinación y/o filtración para aquellos que las necesitan. Con la ayuda financiera externa, SANAA construye o supervisa anualmente la instalación de unos 100 sistemas rurales de acueducto por gravedad, aproximadamente.

El BANMA otorga préstamos a las municipalidades para financiar servicios municipales y de infraestructura, inclusive sistemas de distribución de agua. Luego las municipalidades se encargan del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas, pagando al BANMA con los cobros a los usuarios o con otros ingresos. Desde 1975, se han construido o reparado sistemas en comunidades de volumen medio, la menor de las cuales de una población de 6.000 habitantes. Se espera que estas actividades continúen en la medida en que sean viables las oportunidades de financiación del BANMA. (La AID, por ejemplo, financia actualmente un Préstamo de Desarrollo Municipal de \$5'000.000 a través del BANMA para asistir a las municipalidades más pequeñas en sus esfuerzos de desarrollo).

Desde 1942, el Gobierno de los Estados Unidos ha sido activo en el apoyo de actividades para el suministro de agua en Honduras, al financiar la instalación de sistemas rurales. A través de los servicios del Instituto para Asuntos Inter-Americanos (IIAA) y otros organismos sucesores, estos programas se han concentrado en la construcción e instalación de acueductos por sistemas de gravedad. Aunque no existen cifras exactas, se calcula que, por ejemplo, entre 1942 y 1959 se construyeron más de 125 acueductos rurales dentro de estos programas. De 1964 a 1967, la Agencia Internacional de los Estados Unidos para el Desarrollo (USAID) trabajó con SANAA en un Proyecto de Agua Rural con un monto de \$1'100.000 (Préstamo 522-T-008) que financió la construcción de 62 sistemas de acueducto por gravedad beneficiando a unos 13.000 habitantes de zonas rurales.

Actualmente, un Proyecto de Nutrición de la USAID (Préstamo 522-T-029) incluye la suma de \$1'500.000 con el fin de que PROSABA promueva la construcción y el uso de letrinas, pozos de bajo costo, y algunos sistemas de acueducto por gravedad. Otro proyecto actual del Fondo para Actividades Especiales de Desarrollo de USAID ha dado prioridad a la financiación de materiales de construcción necesarios para completar sistemas rurales de acueducto a una tasa aproximada de 10 anuales, a través de SANAA. Un Proyecto de Agua y Sanidad Rural que debe comenzar pronto consiste en proveer a la familias de las zonas rurales de acceso al agua potable y a sistemas de eliminación de desechos humanos, esencialmente a través de la construcción con ayuda de la propia comunidad, de pozos multifamiliares, acueductos por sistema de gravedad y letrinas, y de un programa de educación diseñado para reforzar el efecto del programa de construcción, enseñando a la población rural de Honduras la importancia de las buenas prácticas de higiene.

Otros proyectos financiados por donantes internacionales y administrados por el Gobierno de Honduras son los siguientes:

1. CARE/SANAA. En 1979, la Cooperative for American Relief Everywhere, Inc. donó \$2'000.000 para la construcción de sistemas de acueducto por gravedad. Entre 1980 y 1982, se planifica la construcción o expansión de 100 acueductos rurales por gravedad a escala nacional, con una inversión financiera de CARE estimada en \$1'200.000. CARE financia una porción de los materiales de construcción y la supervisión, y SANAA provee cemento y transporte. Las comunidades asisten con el resto. El proyecto CARE no ataca el aspecto de la calidad del agua, sino que simplemente hace una conexión de una corriente de agua arriba de la comunidad, para suplir las necesidades de agua de los habitantes de la población. Al completarse, los sistemas se remiten a la comunidad para su administración, funcionamiento y mantenimiento.
2. BID/SANAA. El Banco Interamericano de Desarrollo, (BID) prestó \$4'000.000 en 1976 para la construcción de 90 sistemas de acueducto

rurales por gravedad a cargo de SANAA para servir a 87.000 habitantes rurales aproximadamente. Recientemente, el BID firmó un préstamo consecutivo de \$7'500.000 para acueductos rurales a ser construídos en todo el territorio de Honduras para unas 150 comunidades rurales que oscilan en volumen de población entre 200 y 2000 personas. Se probará la calidad del agua, y en cuanto sea necesario, se proveerán unidades simples de tratamiento. El período de ejecución del proyecto se estima de 1980 a 1983.

3. CEE/MS. La Comunidad Económica Europea (CEE) está negociando actualmente una donación de \$4'000.000 con el MS para la instalación de letrinas, pozos y sistemas de acueducto rurales que cubriría al 90 por ciento de la población para el Departamento de Olancho durante el período 1980-1983.
4. CE DEN/SANAA. El Comité Evangélico de Desarrollo y Emergencia Nacional (CE DEN) empezó a trabajar recientemente bajo un acuerdo contractual con SANAA para perforar e instalar pozos profundos con bombas a motor para evaluar la posibilidad de la participación eventual de SANAA en esta area de trabajo.
5. OPS. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha estado proporcionando asistencia técnica y algunas oportunidades de adiestramiento durante muchos años. El programa de la OPS ha estado orientado hacia el estudio y desarrollo de recomendaciones para superar problemas técnicos específicos, pero sin proporcionar recursos substanciales en la puesta en marcha que aseguren la realización de la mejoras.
6. Otros. Diversos organismos internacionales, inclusive el Gobierno Suizo, el Plan de Padres Adoptivos y el Fondo Internacional de Emergencia para los Niños de la Naciones Unidas (UNICEF) han contribuído con \$1'000.000 aproximadamente, desde 1976, con

donaciones y préstamos al Ministerio de Salud, para financiar la extensión de pequeños sistemas de agua rural, generalmente pozos, en la región del sur y en la zona cercana a la frontera del sur con El Salvador.

INVESTIGACION DE POSIBILIDADES LOCALES PARA LA FABRICACION LOCAL DE LA BOMBA MANUAL DE LA AID

Es evidente que la necesidad de Honduras de programas de suministro de agua rural es grande, y que el Gobierno de Honduras se encuentra desarrollando un considerable actividad que podría utilizar de manera efectiva la bomba manual AID así como los diversos dispositivos Robo. Como resultado, los autores del presente informe visitaron una serie de industrias del plástico, de fundición y metalmecánica en las regiones de Tegucigalpa y San Pedro Sula (donde se encuentra concentrada la industria nacional) para determinar el nivel de capacidad de fabricación nacional.

Las organizaciones de fundición y metalmecánica visitadas son las siguientes:

Nombre: Berkling Industrial
Direccion: Apartado Postal 588
San Pedro Sula
Teléfono: 523751 o 523754

Persona Entrevistada: Sra. Ruth de Berkling

Berkling Internacional es un establecimiento de fundición y taller mecánico con una trayectoria de producción de calidad, que incluye dos tipos de bombas manuales (una giratoria y la otra de movimiento alternativo), maquinaria agrícola, enrejados y parrillas. Como un ejemplo del volumen de esta organización, su horno tiene capacidad de vaciar hasta 25 toneladas de metal derretido diariamente; sin embargo, falta un ingrediente importante: empleados. Parece ser que el Sr. Berkling, el propietario y fuerza dirigente del negocio falleció en un accidente aéreo hace algún tiempo, y desde entonces las operaciones de la compañía han decaído. Dado que la Sra. Berkling estaba muy interesada en fabricar la bomba manual AID, y pensó que dicha fabricación haría solvente a la compañía, la impresión es de que el uso de este recurso sería altamente deseable desde el punto de vista de un desarrollo económico. Por otra parte, permitir la caída de la empresa, tendría seguramente un efecto negativo en la economía hondureña.

Fundición No. 2

Nombre: Fundidora del Norte, S.A.

Dirección: Apartado Postal 661
San Pedro Sula

Teléfono: 523028 o 542141

Esta compañía fue visitada en diferentes ocasiones. La primera visita se realizó con el propósito de inspeccionar la planta, su maquinaria y equipo, y la calidad de su fundición actualmente en producción. La segunda visita se hizo para dejar una bomba prototipo en manos del personal técnico para obtener un costo estimado de la producción de 50 a 100 bombas.

El equipo y maquinaria observados son los siguientes:

- 4 hornos de ladrillo
- equipo de vibración
- equipo de vaciado de arena
- 5 tornos
- 2 limadoras
- 1 fresadora horizontal
- 1 taladro radial grande
- 1 prensa taladradora pequeña
- 1 cortadora de disco.

En general, esta compañía parece bien organizada y produce fundidos de calidad en bronce, aluminio y hierro (maquinaria agrícola, p. ej. para ingenios, molinos de maíz, y una atractiva línea de muebles para patio en aluminio fundido). La compañía no cuenta con talleres para fabricación de patrones, lo que no es un problema mayor puesto que los patrones pueden ser fabricados, como en efecto se fabrican, por otras firmas, para la compañía. En conclusión, la impresión es de que la bomba manual AID puede fabricarse allí a un nivel de calidad muy aceptable.

Nota: El gerente de Fundidora del Norte, Sr. Antonio Jacobo Saybe, no estuvo presente durante las visitas a la compañía debido a compromisos anteriores; sin embargo, su personal técnico ofreció una buena impresión en cuanto a sus conocimientos de fundición y metalmecánica, y a su facilidad para asumir las responsabilidades durante la ausencia del Sr. Saybe. Desafortunadamente, luego de dos meses de solicitud continuada de un estimado de costos para fabricar la bomba manual AID, no ha habido respuesta, lo que es un indicio de falta de interés.

Fundición No. 3

Nombre: Fundición y Maquinado (FUNYMAQ)

Dirección: Carretera a Chamelecón

Kilómetro 16

Apartado Postal 1094

San Pedro Sula

Teléfono: Ninguno

Persona Entrevistada: Sr. Ricardo Mata, Gerente

Esta fundición/ taller mecánico se encontró igualmente muy aceptable para fabricar la bomba manual AID. Cuenta con experiencia en la producción de bombas pitcher así como de una variedad de maquinaria agrícola, tiene una buena organización en el trazado de su planta, y produce fundiciones de excelente calidad. Igualmente, existen buenas instalaciones para fabricación de patrones. El equipo de planta y maquinaria que se observa es el siguiente:

- 3 hornos de ladrillo (se espera pronto un nuevo horno de inducción)
- 4 tornos
- 1 fresadora
- 2 prensas taladradoras
- 2 sierras de recortar
- 1 probador de dureza (tipo Rockwell)

Luego de desensamblar e inspeccionar una bomba manual prototipo, FUNYMAQ determino que un costo estimado de fabricación sería de \$100 por bomba en una orden de 50 a 100 bombas.

Fundición No. 4

Nombre: Metalurgia de Mayab

Dirección: Apartado Postal 249

Tegucigalpa

Se hizo una cita para entrevistarse con el gerente de esta compañía que, según se afirmó, tenía una fundición. Sin embargo, el gerente no cumplió la cita, y luego de mayor investigación se estableció que la sección de fundición del negocio se había disuelto. Por lo tanto, la compañía se eliminó de la consideración en la fabricación de la bomba manual AID.

Fundición No. 5

Nombre: Industrias Asociadas, S.A.

Dirección: Km 5 Carretera a Suyapa
Apartado Postal 216
Tegucigalpa

Teléfono: 325157 o 325944

Persona Entrevistada: Sr. Rolando Aplicano Molina, propietario y gerente.

Esta compañía fabrica muebles para oficina y marcos estructurales livianos de acero (armaduras y cabrias). Parecía existir una fundición, pero obviamente no se había usado durante algún tiempo. De acuerdo con investigaciones adicionales, se estableció que un propietario anterior al Sr. Molina trabajaba la fundición en el pasado, mientras que el Sr. Molina prefería revitalizar la actividad, solamente si se encontraba un volumen suficiente de producción. En estas circunstancias, parece poco indicado fabricar allí la bomba manual AID, especialmente existiendo otras fundiciones bastante capaces.

Sobre la base arriba señalada, se recomienda que dos o tres fundiciones (posiblemente FUNYMAQ, Berkling y Fundidora del Norte) reciban asistencia técnica para producir cada una de 50 a 75 bombas manuales. La provisión de asistencia técnica a más de un fabricante estimulará la competencia en los precios y deberá elevar y mantener un alto nivel de calidad mediante la competencia. Una muestra representativa de estas bombas podría entonces instalarse en el campo para supervisión, evaluación y adaptación, en la que podrá detectarse cualquier defecto de fabricación, y los datos de tales defectos, si los hay, se reportaran a los fabricantes para el ajuste de cualquier procedimiento de control de calidad. A la conclusión del período de supervisión, evaluación y adaptación, de 12 a 16 meses de duración, el fabricante deberá estar ampliamente informado sobre la producción de una bomba manual AID de calidad, pudiendo esta estar disponible para inclusión en los muchos programas de suministro de agua rural actualmente en proceso o que se planean para el futuro, por parte de una serie de organismos de desarrollo.

INVESTIGACION SOBRE POSIBILIDADES DE FABRICACION LOCAL DE DISPOSITIVOS ROBO

Los siguientes fabricantes plásticos se investigaron en Honduras:

Fabricante de Plásticos No. 1

Nombre: Polymer, S.A.
Dirección: Avenida 2a., Calle 14
Frente al Obelisco
Comayagua
Apartado Postal 827

Persona Entrevistada: Sr. Hector M. Zelaya, Gerente

Polymer es uno de los dos principales fabricantes de plástico en Honduras. Produce tubería PVC, principalmente de la variedad de pared delgada, y vende al por mayor una gama de accesorios de tubería PVC fabricados en Costa Rica. De acuerdo con el Sr. Zelaya, todos los artículos de moldeo por inyección que se encuentran en Honduras se importan de Costa Rica puesto que no existe tal capacidad local. En consecuencia, sería posible producir allí el roboscreen, pero no la roboválvula.

Fabricante de Plásticos No. 2

Nombre: Industrias Novatec, S.A.
Dirección: Antigua Colonia La Rosita
Tegucigalpa
Apartado Postal 164-C
Teléfono: 326911

Persona Entrevistada: Sr. Edwin Handal, Presidente

Industrias Novatec es la segunda de las dos principales fabricantes de plástico en Honduras. Esta compañía produce ya tubería PVC, revestimiento y rejillas para pozos (ranurados a la manera vertical y horizontal tradicional; por lo tanto, el Presidente, Sr. Handal, se mostró muy interesado en el proceso de ranurado que se aplica al roboscreen. El Sr. Handal estima su precio para el roboscreen no ranurado PVC de dos pulgadas, (completo con nervaduras) en un increíblemente atractivo precio de 42¢ (U.S.) por pie (el ranurado añadiría un estimado de 50¢ al precio de la unidad.

La gerencia de Industrias Novatec (Sr. Handal), afirma disponer de maquinaria

de moldeado por inyección, pero ésta no se encontraba en funcionamiento (y tampoco disponible para inspección); por lo tanto, la roboválvula no puede fabricarse allí hasta el momento no determinado en que exista tal maquinaria y/o funcione correctamente.

Fabricante de Plásticos No. 3

Nombre: Polyformas Plásticas, S.A.
Dirección: Carretera a Cortés - Choloma
San Pedro Sula
Apartado Postal 166

Persona Entrevistada: Sr. Jose Handal

Esta compañía también produce tubería PVC de paredes delgadas, y nada más, en tamaños que van de media pulgada a seis pulgadas. No existe capacidad de moldeado por inyección pero, de acuerdo con el Sr. Handal, la Asociación de Fabricantes de Plástico de Honduras ha investigado en detalle la factibilidad de entrar en este campo, y considera que el potencial del mercado es grande dada la demanda de accesorios de tubería. Sin embargo, hasta tanto no existan en Honduras instalaciones para el moldeado por inyección, la roboválvula no podrá manufacturarse localmente. (El roboscreen sí puede ser fabricado por los competidores de Polyformas Plásticas, Polymer o Industrias Novatec.)

CONCLUSIONES

Existe una evidente necesidad en Honduras de ampliación de los programas de suministro de agua, especialmente en las zonas rurales; para llenar estas necesidades, el Gobierno de Honduras realiza actualmente considerables actividades, o las está planificando. Parece lógico que la fabricación local debería fortalecerse (para lograr una mayor generación de empleo, repuestos de más fácil adquisición, menores costos de bombas manuales por unidad para los usuarios, y reducción del flujo de divisas extranjeras al exterior), en lugar de recurrir a la importación de la mayor cantidad de equipo necesario para estos programas.

Al determinar el mercado potencial para la bomba manual AID en Honduras, los funcionarios de USAID/Honduras estiman que existen más de 1.200 poblaciones de entre 200 y 500 habitantes, y más de 18.000 comunidades de menos de 200 personas, que carecen totalmente de cualquier forma de agua o de sistemas de eliminación de desechos. De los viajes al campo y las discusiones con personal del gobierno, se concluye que la mayoría de estas poblaciones son aptas como lugares para ubicar bombas manuales AID con el fin de aliviar la necesidad de viajar grandes distancias para recoger agua de dudosa calidad. (En estas circunstancias, se estima que son necesarias 20.000 bombas manuales inmediatamente para corregir la situación).

Es razonable concluir que donde existe la necesidad de bombas manuales, existe una correspondiente necesidad de roboscreens. Donde las bombas manuales no resultan apropiadas y los sistemas de acueducto aparecen como la solución práctica al problema de suministrar mejor agua a los ciudadanos de las zonas rurales, las roboválvulas y robometros podrían tener aplicación, si la comunidad local los acepta, y la calidad local de fabricación puede mantenerse.

La fabricación de la bomba manual AID en Honduras no debería presentar ningún problema considerable. FUNYMAQ, (una de las muchas posibilidades de fabricación), es plenamente capaz de tal fabricación, y a un atractivo precio de \$100 por bomba. En consecuencia, se recomienda llevar a cabo un programa piloto que permita la fabricación de 150 bombas manuales AID aproximadamente

con asistencia técnica a los fabricantes seleccionados, sobre procedimientos correctos de producción y control de calidad. Después de fabricarse las bombas, deberán instalarse en el campo para supervisión y evaluación en las que se detectaran los defectos, si existen, y los datos se remitirán a los fabricantes para una mayor rigidez en el control de calidad. A la conclusión del programa, el fabricante deberá estar ampliamente familiarizado y en capacidad de producir una bomba manual de alta calidad, fuerte, y de efectividad en los costos para servir las necesidades de las zonas rurales de Honduras.

Si el programa recomendado de fabricación y pruebas de campo se lleva a cabo, deberá incluirse igualmente una evaluación de campo comparativa, de una bomba manual no mencionada anteriormente, la bomba Sandpar, que se fabrica actualmente en Honduras. La bomba Sandpar se vende por \$150 aproximadamente y según se indica tiene capacidad de bombear agua desde profundidades hasta de 160-180 pies. Esta bomba está siendo promocionada por diversos funcionarios del MS y la aceptación de la bomba manual AID dependerá de su desempeño frente a la bomba Sandpar. (No existen datos de desempeño en el campo de la bomba Sandpar).

La fabricación del roboscreen está bien dentro de las capacidades de Polymer y especialmente de Industrias Novatec, dada su experiencia anterior en la fabricación de rejillas para pozos. Puesto que el roboscreen es un artefacto complementario de la bomba manual AID (como filtro), sería conveniente, desde un punto de vista económico, así como de disponibilidad de repuestos y de la efectividad en los costos, incluir la producción de la rejilla en los programas pilotos antes recomendados de fabricación de la bomba y pruebas de campo.

Infortunadamente, la introducción de la fabricación local de la robaválvula parece aun prematura puesto que el moldeado por inyección está por encima del alcance actual de la industria del plástico en Honduras.

El robometro está dentro de las capacidades de la industria de Honduras, y se estima que podría lograrse su producción local a un costo menor de \$50 por metro. El robometro se encuentra en su etapa de desarrollo pleno y podría introducirse en Honduras cuando se complete su diseño final.

APÉNDICE C

ACUERDO SOBRE SERVICIOS DE CONSULTORÍA

entre

DIVISIÓN INTERNACIONAL
LABORATORIO DE APLICACIONES TECNOLÓGICAS
ESTACION EXPERIMENTAL DE INGENIERÍA
GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

y el

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION
PARA LA INDUSTRIA

La partes firmantes convienen mutuamente sobre los siguientes arreglos de consultoria entre la División Internacional (que en adelante se llamará ID) del Georgia Institute of Technology, y el Instituto Centroamericano de Investigación para la Industria (que en adelante se llamará ICAITI) y entran en el presente acuerdo a partir de la fecha de la firma del presente documento.

1. ID desea utilizar los servicios de consultoría de ICAITI en relación con un proyecto de agua rural potable en Honduras que incluye la fabricación local de bombas de agua AID y dispositivos robo. (Los trabajos según se indican en el alcance de trabajo adjunto, Fase I).
2. Los servicios de ICAITI incluirán la asistencia técnica a la ID, USAID y el Gobierno de Honduras en la estimación y evaluación de la factibilidad de fabricación local de bombas manuales AID, y roboscreens. El personal profesional de ICAITI reportara al Sr. Phillip W. Potts, del personal de ID quien servirá como director del proyecto.

3. El proyecto se hará efectivo en la fecha de Mayo 29 de 1981, y terminará en fecha no posterior al 30 de Noviembre de 1981.

4. Los costos estimados de los servicios de ICAITI, a ser prestados incluyendo salarios y beneficios adicionales, gastos indirectos, viáticos diarios y de viaje, son de \$95,000, y esta suma no se excederá sin la autorización escrita del director del proyecto.

El detalle de los costos es el siguiente:

Servicios profesionales, incluidos los beneficios adicionales y gastos indirectos	\$15.593
Viáticos diarios y de viaje	\$6.825
Telecomunicaciones y suministros	\$2.582
Equipo y Materiales	<u>\$70.000</u>
	\$95.000

5. ID reembolsará al ICAITI por costos reales en que éste incurra, previa presentación de facturas mensuales.

EN TESTIMONIO DE LO CUAL, las partes ejecutan el presente documento.

GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

INSTITUTO CENTROAMERICANO DE
INVESTIGACION PARA LA INDUSTRIA

Por: _____

Por: _____

Título: _____

Título: _____

Fecha: _____

Fecha: _____

APENDICE D

ACUERDO DE COMPRA ENTRE FUNYMAQ E ICAITI

CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN Y COMPRA-VENTA

El Instituto Centro americano de Investigación y Tecnología Industrial (en adelante denominado el "ICAITI"), entidad internacional con domicilio en Avenida de la Reforma 4-47, Zona 10 de la ciudad de Guatemala, República de Guatemala; y Fundición y Maquinado (en adelante denominada "FUNYMAQ"), empresa hondureña con domicilio en la Carretera a Chamelecón, Kilometro 6, Apartado Postal No. 1094, de la ciudad de San Pedro Sula, República de Honduras; habiendose acreditado mutuamente los poderes de los respectivos representantes legales que suscriben este documento, convienen en celebrar el CONTRATO DE CONSTRUCCION Y COMPRA-VENTA contenido en las siguientes cláusulas:

PRIMERA: FUNYMAQ se obliga a manufacturar ciento cincuenta (150) bombas de agua, con estricto apego a los diseños, especificaciones y planos proporcionados por el ICAITI, los cuales forman parte de este contrato, debiendo seguir los ineamientos siguientes:

- a. FUNYMAQ fabrica los patrones y modelos en madera, los cuales deberán ser aprobados por el ICAIT;
- b. Una vez que haya recibido la aprobación de los patrones y modelos en madera, procedera a fabricación de dos bombas prototipo, las cuales seran hechas de aluminio.
- c. Una vez aprobados por el ICAITI los prototipos, procedera FUNYMAQ a manufacturar CIEN bombas para agua de pozo poco fprofundo y CINCUENTA bombas para pozo profundo.

SEGUNDA: Todos los trabajos convenidos en este contrato deberan quedar terminados el treinta y uno de diciembre de este ano; y FUNYMAQ se obliga a entregar las bombas, modelos y patrones a mas tardar el cinco de enero de mil novecientos ocheta y dos.

TERCERA: Los modelos y patrones quedaran en propiedad de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) de Honduras; y los planos y diseños proporcionados quedaran en propiedad de FUNYMAQ.

CUARTA: El precio total de los trabajos, incluyendo el valor de los materiales, patrones, mano de obra, honorarios, perstaciones la borales y gastos de cualquier otra naturaleza, asciende a la cantidad de DIEZ Y SEIS MIL DOLARES EXACTOS (\$16,000.000)

QUINTA: El precio convenido se pagara en la siguiente forma: un anticipo de SEIZ MIL DOLARES (\$6 000.00) que el representante de FUNYMAQ ha recibido a su entera satisfaccion; y luego, a medida que el ICAITI reciba y apruebe las unidades de bombas de agua fabricadas, pagara cien dolares (\$100.00) por cada una.

SEXTA: En garantía del cumplimiento de las obligaciones que adquiere FUNYMAQ por este contrato, el ICAITI retendra el diez por ciento (10%) de cada pago que le corresponda hacer, y el total así reunido lo entregara a FUNYMAQ a la terminación del presente contrato y una vez que hayan sido entregados los trabajos a entera satisfacción del ICAITI.

SEPTIMA: Salvo el caso de fuerza mayor debidamente comprobada, FUNYMAQ se obliga a cubrir una multa de diez dolares (\$10.00) diarios por el retraso en la entrega de la bombas en la fecha convenida. Esta multa se aplicara por un maximo de treinta días, a cuyo vencimiento el ICAITI podra dar por vencido este contrato y ejercitar las acciones que procedan.

OCTAVA: Para los efectos de este contrato, FUNYMAQ renuncia al fuero de su domicilio, se somete expresamente a los tribunales que escoja el ICAITI y acepta desde ya como buenas y exactas las cuentas que este le presente.

NOVENA: Ambas partes aceptan expresamente este contrato y se obligan a cumplirlo con absoluta buena fe.

Guatemala, junio 29, 1981

San Pedro Sula, junio , 1981

POR EL ICAITI:

POR FUNYMAQ:

Director

Gerente

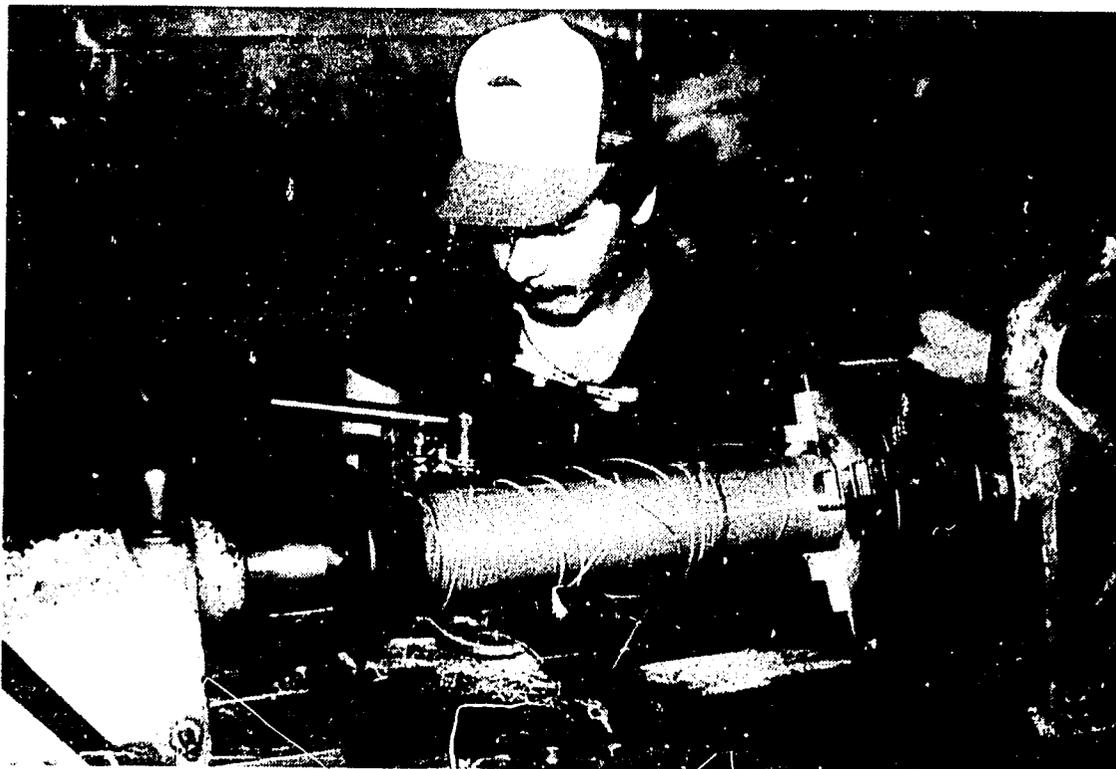
APÉNDICE E

Fotografías de Operaciones de Fundición y Taller



VACIADO DE FUNDICIÓN DE TAPAS

DURANTE EL VACIADO DE HIERRO DERRETIDO EN LOS MOLDES DE ARENA, DEBE TENERSE ESPECIAL CUIDADO PARA EVITAR LOS VACÍOS Y LA POROSIDAD.

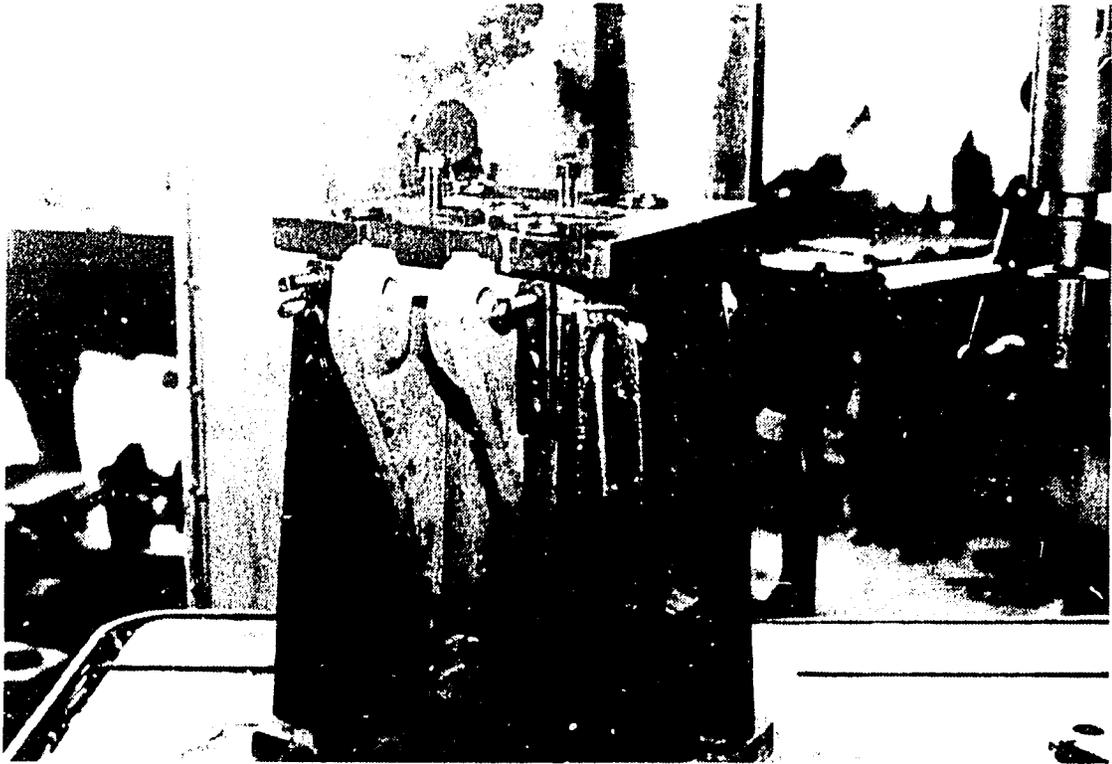


GIRANDO LOS TORNOS DE CILINDRO

ESTA ES UNA DE LAS OPERACIONES VITALES EN LA FABRICACIÓN DE LA BOMBA. SI SE HACE INCORRECTAMENTE, LA FUERZA MECÁNICA Y LA CAPACIDAD DE SELLADO DE LOS TORNOS PUEDE AFECTARSE SERIAMENTE.

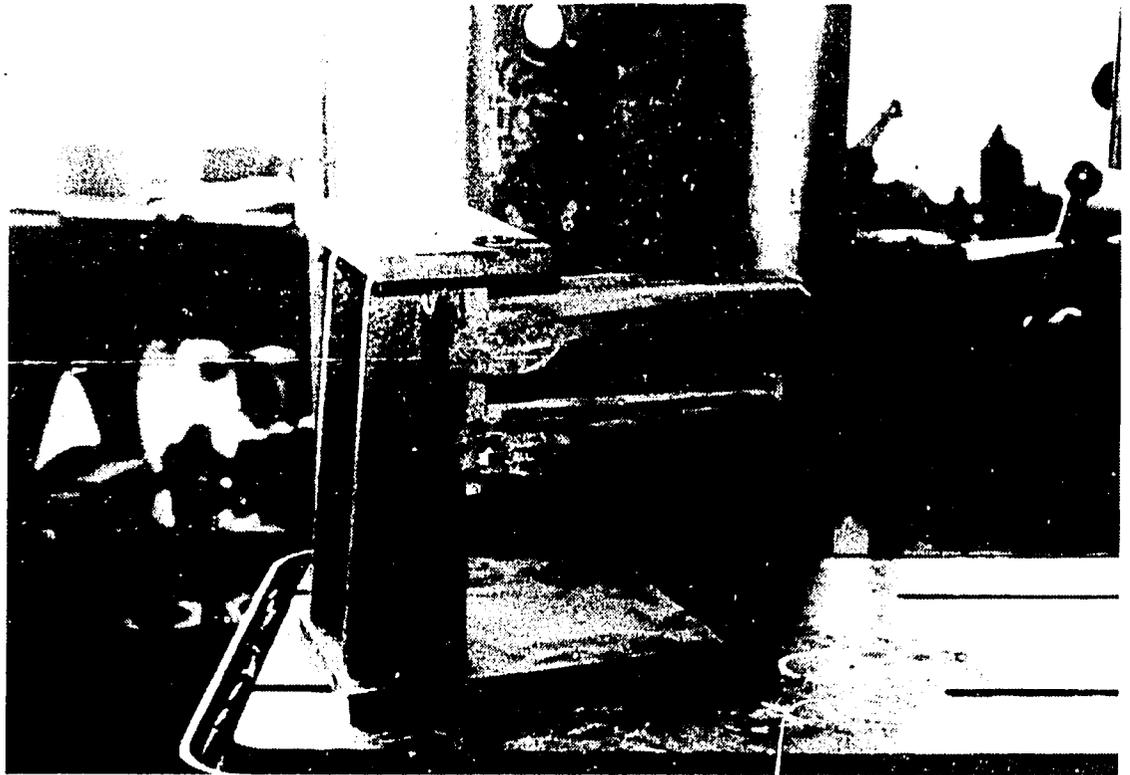
APÉNDICE F

Fotografías de Herramientas de Producción (Dispositivos y Guías)



DISPOSITIVO DE PERFORACIÓN DE LA TAPA Y EL CUERPO

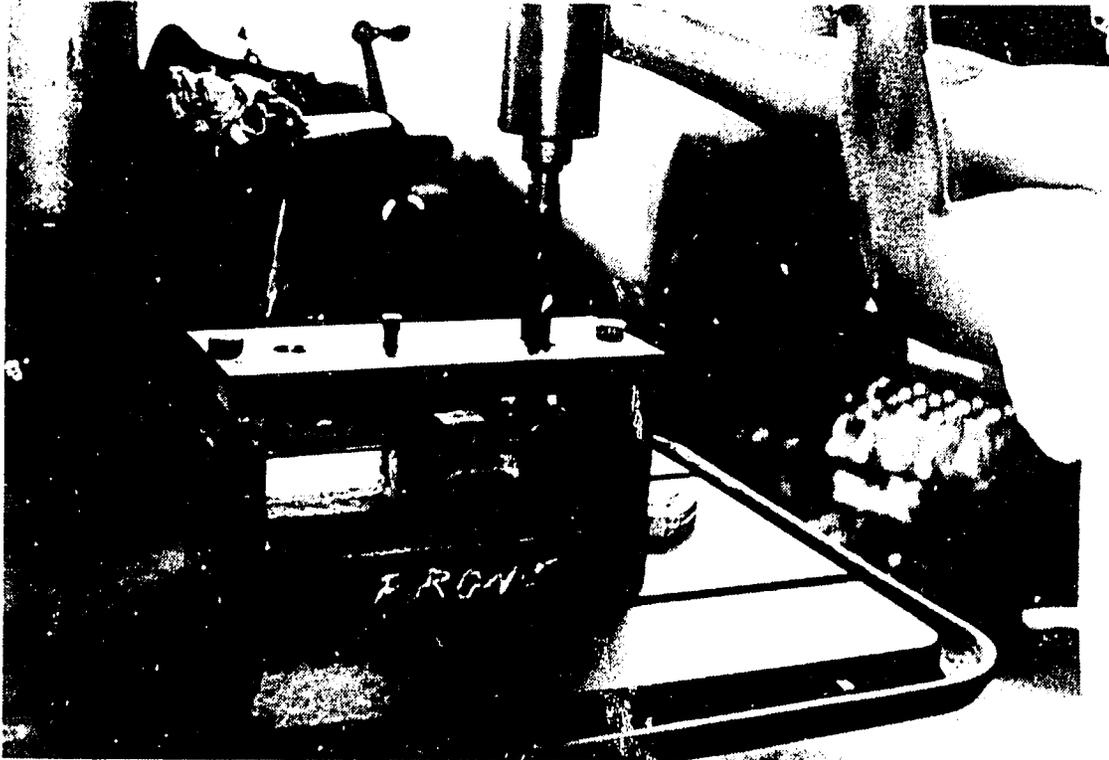
TAL COMO SE MUESTRA EN POSICIÓN DE CIERRE, ESTE DISPOSITIVO LOCALIZA DE MANERA PRECISA LAS PERFORACIONES PARA ASEGURAR QUE LA TAPA AJUSTA EN EL CUERPO EN CUALQUIER POSICIÓN DE 90°. LA PARTE SUPERIOR DE ESTE DISPOSITIVO ESTÁ ARMADA CON BISAGRAS Y PASADORES DE TAL MANERA QUE, LUEGO DE QUE LA PIEZA SE HA PERFORADO, LA TAPA PUEDE GIRARSE POR FUERA DE SU POSICIÓN Y LA PIEZA PUEDE SACARSE.



DISPOSITIVO DE PERFORACIÓN DE LA TAPA

ESTE DISPOSITIVO ASEGURA QUE EL PASADOR INFERIOR DEL FULCRO SOSTENGA EL FULCRO EN CORRECTO ALINAMIENTO CON RESPECTO A LA PALANCA Y QUE EL PASADOR INFERIOR DEL FULCRO PUEDA INSERTARSE LIBREMENTE SIN TRABARSE.

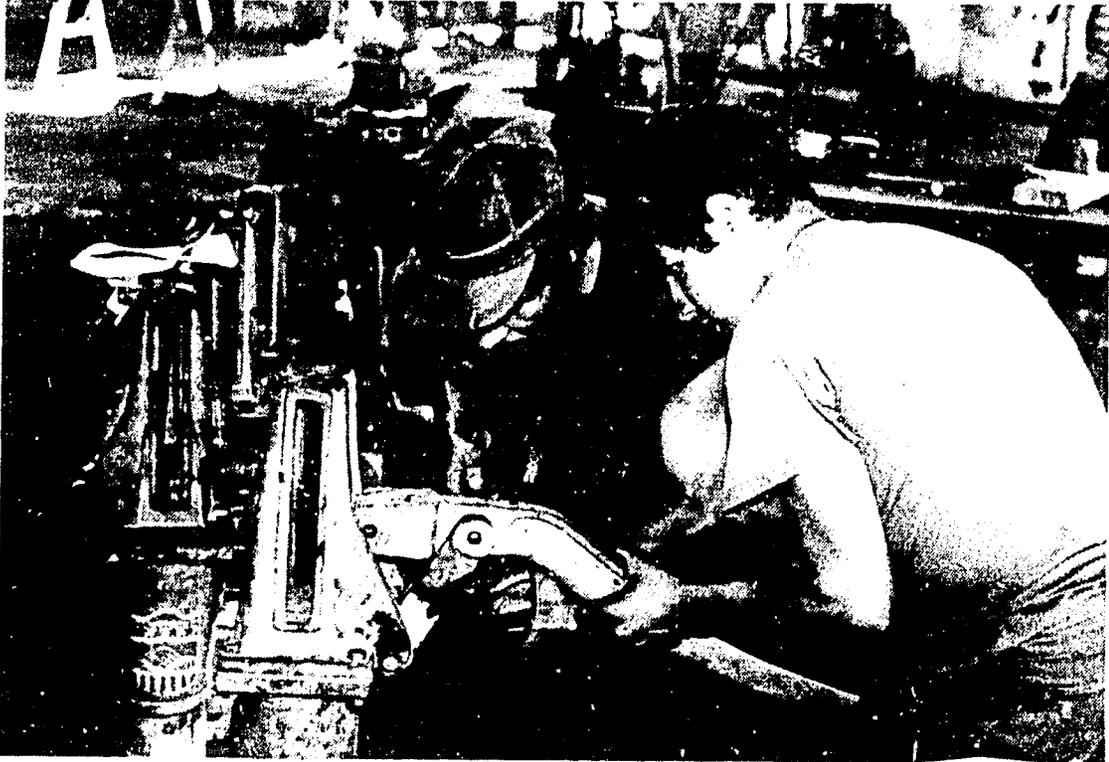




DISPOSITIVO DE PERFORACIÓN DEL FULCRO

ESTE DISPOSITIVO ASEGURA QUE LAS PERFORACIONES DEL FULCRO ESTEN CORRECTAMENTE ESPACIADAS Y ABSOLUTAMENTE PARALELAS.

APÉNDICE G
Fotografías de
Ensamblaje de Bombas



ENSAMBLAJE DE BOMBAS

LA FALTA DE UN ALINEAMIENTO CORRECTO DE LAS PERFORACIONES DE LA TAPA, DE LA PALANCA, Y EL FULCRO, PUEDEN HACER LA OPERACIÓN DE ENSAMBLAJE DE LA BOMBA DIFÍCIL, O AUN IMPOSIBLE.



FRESADO DE LA TAPA PARA CORREGIR PERFORACIONES DE ALINEAMIENTO INCORRECTO

LA CORRECCIÓN DE ERRORES SOMETIDOS EN OPERACIONES DE TALLER ANTERIORES CONSUME UNA CANTIDAD DE TIEMPO CONSIDERABLE.

APPENDIX H

FUNDICION DE
 HIERRO
 BRONCE Y
 ALUMINIO

FUNDICION Y MAQUINADO, S. A.
 "FUNYMAQ"
 CARRETERA A CHAMELECON KM 6
 SAN PEDRO SULA HONDURAS, C. A.

APARTADO 1094
 TELEFONO: 54-05-52
 CABLE "FUNYMAQ"

Format for the Production
 Cost Analysis and Sales Price Determination

DETALLE DE COSTO DE VENTA DE BOMBA

COSTO DE PRODUCCION

COSTO DIRECTO

Materia Prima	Lps. XXX	
Mano de Obra Directa	XXX	
Materiales y Accesorios	XXX	
	<hr/>	Lps. XXX

COSTO DE FABRICACION

Materiales Indirectos	Lps. XXX	
Mano de Obra Indirecta	XXX	
Sueldos y Salarios	XXX	
Seguros y Infop	XXX	
	<hr/>	Lps. XXX

GASTOS INDIRECTOS

Gastos de Administración	Lps. XXX	
Depreciaciones	XXX	
Mantenimiento	XXX	
Energía Eléctrica	XXX	
Combustible y Lubricantes	XXX	
Gastos Financieros	XXX	
	<hr/>	Lps. XXX
SUB-TOTAL		Lps. XXX
Utilidad		XXX
COSTO DE VENTA		<hr/> <hr/> Lps. XXX

DETALLE DE PIEZAS FUNDIDAS QUE COMPONEN UNA BOMBA

Pump Head, Pieza fundida en hierro		Peso	27	Lbs.	Lps. XXX
Pump Body, " " "		"	30	"	XXX
Pump Stand, Pieza fundida en hierro		"	27	"	XXX
Handle, Pieza fundida en hierro		"	14.5	"	XXX
Lower Valve Housing, Pieza fundida en hierro		"	6	"	XXX
Foot Valve Weight, " " " "		"	1/2	"	XXX
Plunger Follower, " " " "	bronce	"	2	"	XXX
Plunger Spacer, " " " "	"	"	2.5	"	XXX
Peppet Valve, " " " "	"	"	1/2	"	XXX
Plunger Cog, " " " "	"	"	?	"	XXX
Ful Crum, " " " "	Hierro	"	6	"	XXX
Rod End, " " " "	"	"	2	"	XXX
Upper Cylinder Cap, " " " "	"	"	7	"	XXX
					<u>Lps. XXX</u>

DETALLE DE ACCESORIOS PARA ARMAR BOMBA

COMPRADOS AL COMERCIO

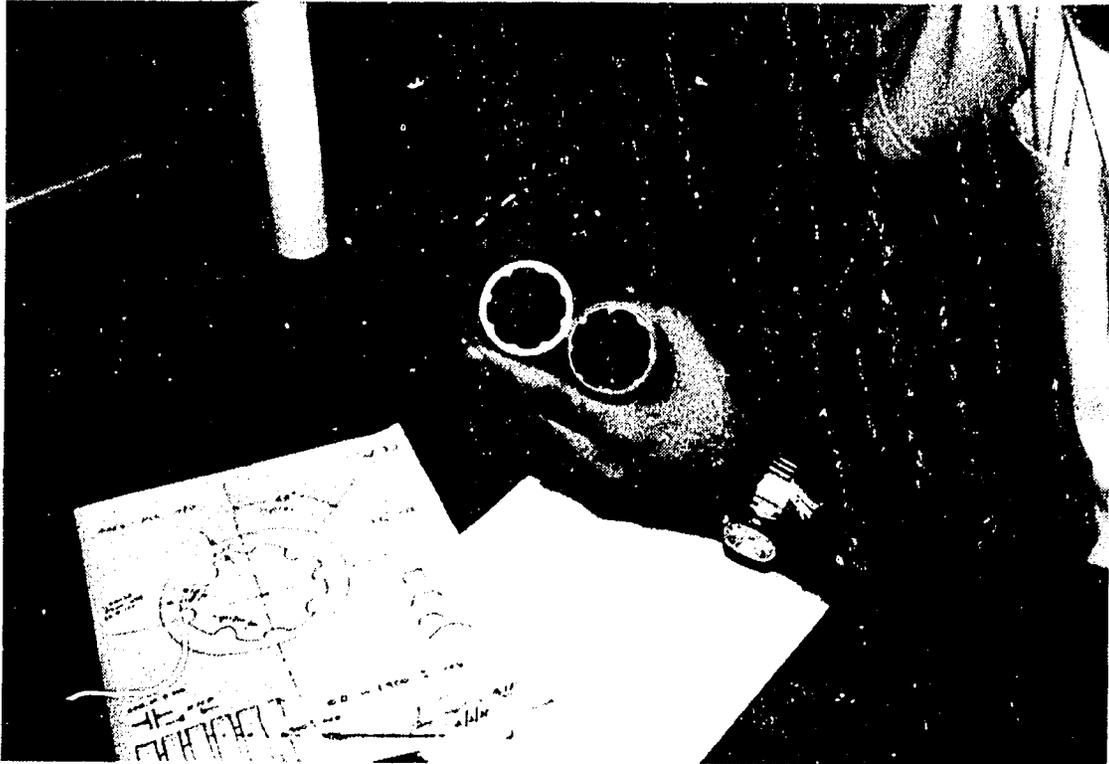
CANTIDAD	DETALLE	P/UNIDAD	TOTAL
3	Rod Pivot Pin de 5/8"	Lps. XX	Lps. XXX
1	Foot valve Leather	XX	XXX
2	Leather Cup	XX	XXX
1	Plunger rod inch de 20" X 7/16	XX	XXX
6	Chavetas	XX	XXX
4	Tornillos de 1/2 X 2	XX	XXX
2	" " 3/4 X 1/4	XX	XXX
1	" " 1/2 X 1/4	XX	XXX
2	Tuercas " 7/16	XX	XXX
1	Pump Cylinder de 1 1/2 X 3	XX	XXX
1	Cylinder Body (PVC)	XX	XXX
10	Bushing de hierro dulce 10-40 endurecido a 60R	XX	XXX
	Lock nut	XX	XXX
1	Decimo de galón de pintura	XX	XXX
			<u>Lps. XXX</u>

OTROS GASTOS EN MANO DE OBRA

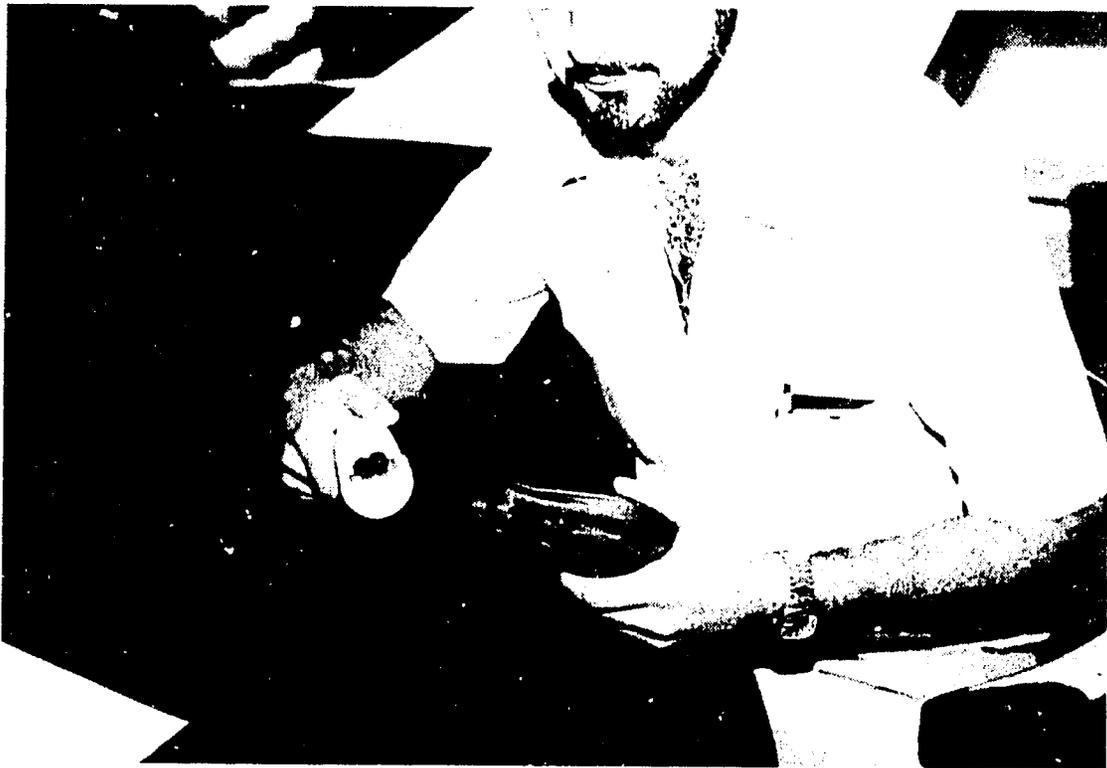
	(Minutes)	
Tiempo de armado de 1 bomba	25	L. XXX
Inspección y Prueba	10	XXX
Traslado de bomba al Dpto. de pintado y limpieza	10	XXX
Pintado de bomba	10	XXX
Inspección de acabado	5	XXX
		<hr/>
		<u>L. XXX</u>
		<hr/>

APÉNDICE I

Fotografías de Roboscreen Desarrollo de Entubado en Honduras



MUESTRA INICIAL DE ENTUBADO ROBOSCREEN



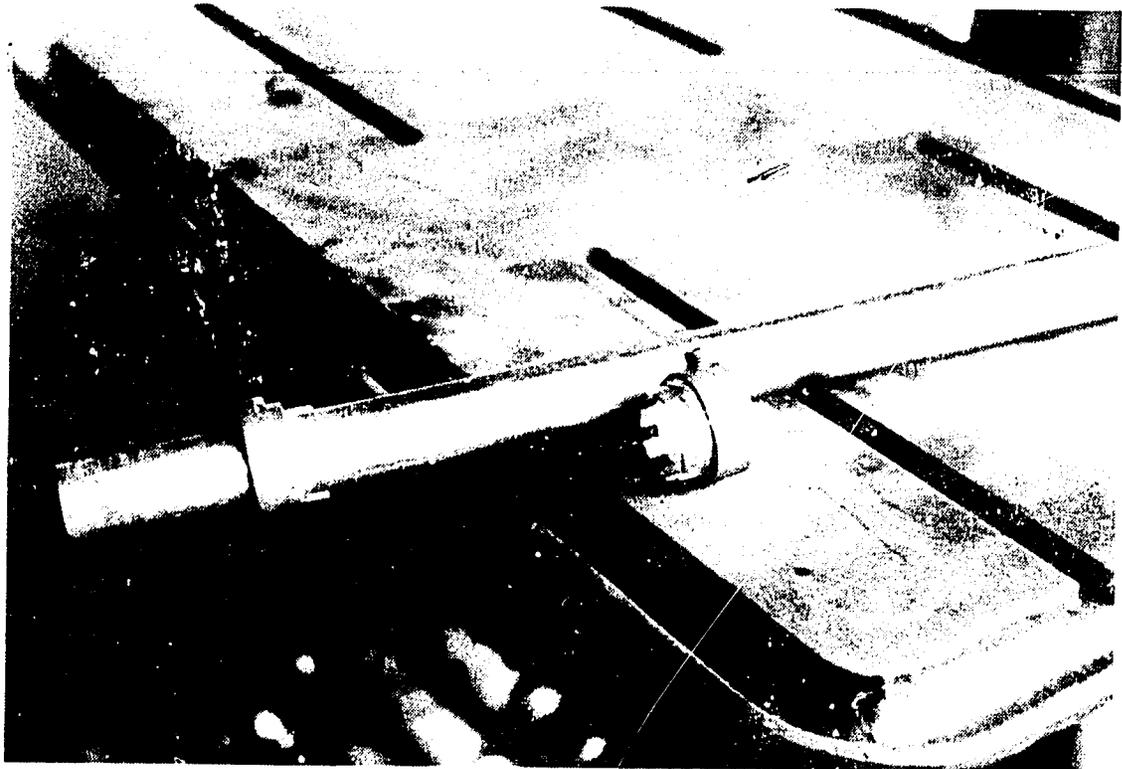
MODIFICACIÓN POR ESTIRAMIENTO A PRESIÓN DEL COJINETE MACHO PARA EL ROBOSCREEN

APENDICE J

Fotografías del Maquinado de Roboscreen

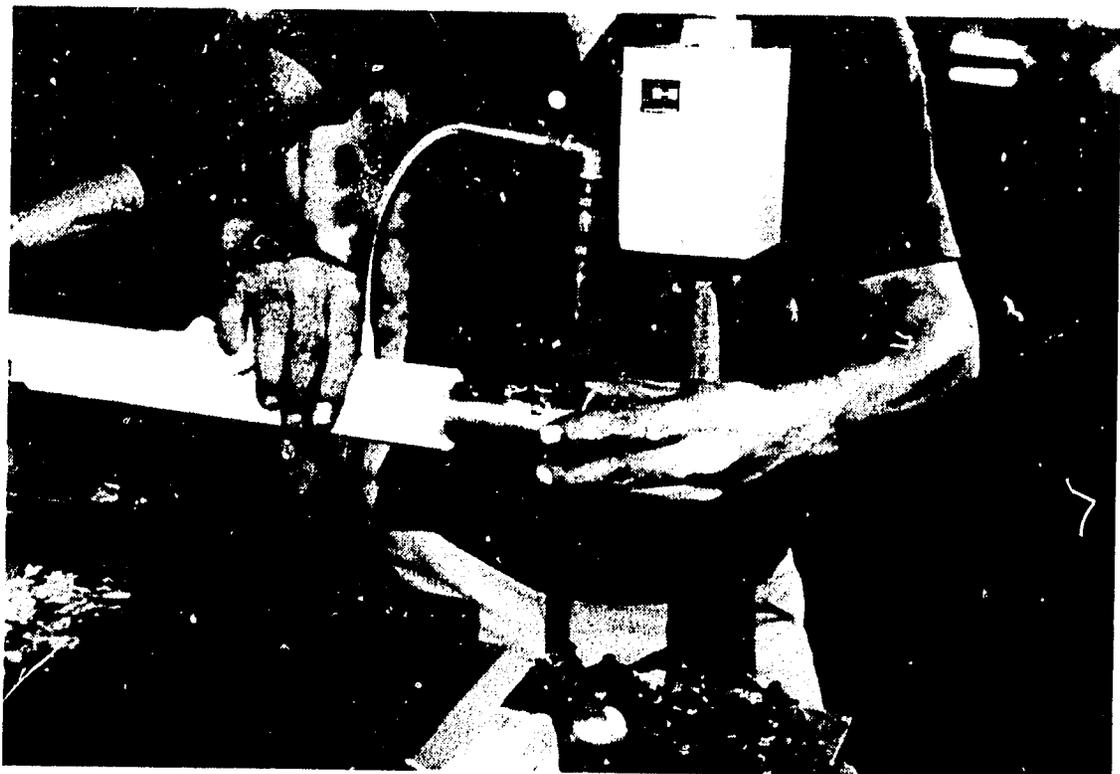
Desarrollo en Honduras

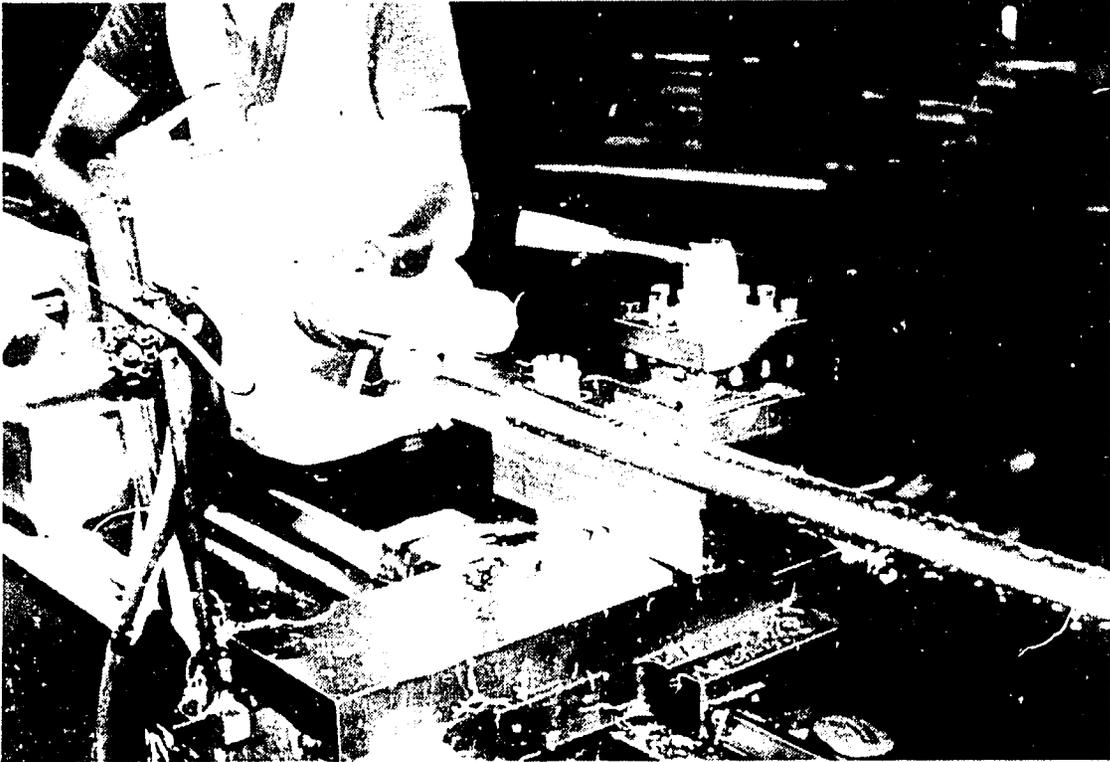
Dado que no logró encontrarse fácilmente una esmeriladora en Honduras, se desarrolló otro método de ranurado aceptable que requirió tan solo un torno común de motor, y herramientas de muy bajo costo y de fácil adquisición. Este proceso alterno de ranurado implicó el esmerilado de un torno común de 3/8" en blanco, de tal manera que el extremo quedara de solo .015 de pulgada de grosor. Se diseñó entonces un mandril de manera tal que el entubado PVC pudiera deslizarse por encima, manteniéndolo completamente firme mientras se le hacía el ranurado. La fresa previamente esmerilada se colocó en el taco de remache del torno; el entubado PVC se deslizó entonces sobre el mandril y, al igual que cuando se giran las roscas insertas, se inició el proceso de ranurado. Al realizar la rotación del entubado PVC, y hacer la fresa un corte en el PVC de 0.010 pulgadas de profundidad moviéndose a lo largo del entubado, se produjo un ranurado en espiral. Se requirieron varias pasadas, cada una removiendo entre .010 y .015 de pulgada de grosor del material antes de que la fresa llegara a la superficie interior del entubado PVC. No se permitió que la fresa cortara el nervado, con el fin de preservar la rigidez y la tuerza del Robosereen. Se sacó entonces el entubado ranurado del mandril, y se limpió el interior, de rebaba y de desechos, con un cepillo de alambre.



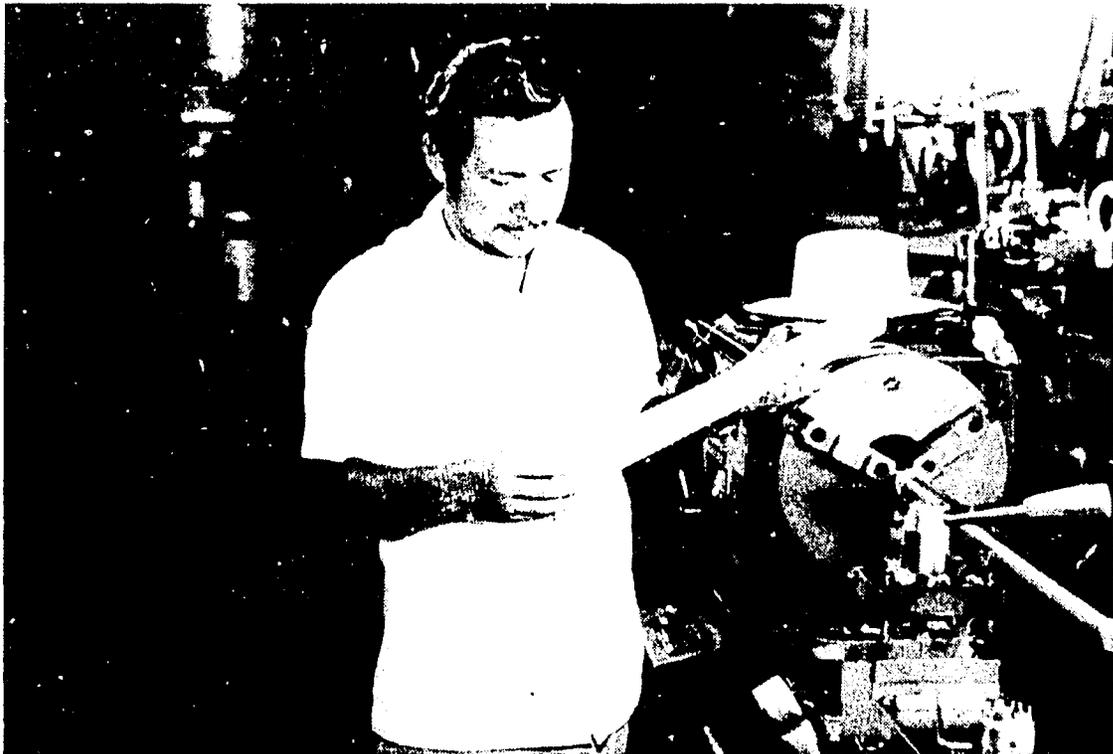
HERRAMIENTAS PARA EL RANURADO DEL ROBOSCREEN
(Arriba y abajo)

ESTE MANDRIL Y ANILLOS DE ENGRAPADO, CUANDO SE ASEGURAN AL TORNO, ASEGURAN QUE EL ENTUBADO PVC SE MANTENGA RIGIDAMENTE DURANTE LA OPERACIÓN DE RANURADO.





MONTAJE DE FRESADO PARA EL RANURADO DEL ROBOSCREEN



ROBOSCREEN TERMINADO

APÉNDICE K

Criterio de Selección de Lugares para Pruebas de Campo de Bombas Manuales

1. Debe ser aceptable para la comunidad local.
2. Todas las fuentes posibles de contaminación del agua freática deben estar cuesta abajo y por lo menos a 15 metros (50 pies) del pozo.

Esta fuentes son:

- a) Cualquier instalación sanitaria (letrinas, pozos sépticos)
 - b) Pozos para bañarse y lavar.
 - c) Campos sembrados que utilizan insecticidas y fertilizantes
 - d) Canales de drenaje, estanques de peces y otros cuerpos de agua
3. El lugar debe ofrecer agua subterránea todo el año (el pozo no debe secarse)
 4. El agua debe ser de calidad aceptable para la gente, o dentro de las pautas de calidad de agua de la O.M.S.
 5. El pozo debe ser un pozo público y localizado en el terreno más elevado posible.
 6. El pozo debe ser de fácil acceso para reparación, limpieza, pruebas y supervisión.
 7. El espacio del pozo debe ser adecuado para los métodos de profundización disponibles.

APÉNDICE L

Criterio de Aceptación y

Plan de Inspeccion Pa... Bombas Manuales AID

1. Seleccionar al azar una muestra consistente en el 20% del lote de producción, o 5 bombas (lo que sea mayor).
2. Inspeccionar las siguientes características de calidad:

CARACTERÍSTICA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
1. Examinar el movimiento del ensamblaje palanca/fulcro	<ol style="list-style-type: none">A. Movimiento suave, sin pegarse las arandelas, etc.B. El fulcro debe limitar el movimiento de la palanca de tal manera que el acoplamiento de la varilla no toque la tapa.
2. Examinar el terminado de la superficie de las partes externas y del ensamblaje del pistón	<ol style="list-style-type: none">A. No hay adherencia de arena en el vaciado; superficie relativamente suave.B. Se ha eliminado la rebaba de la lámina de separación.C. No se evidencia distorsión de las partes.
3. Examinar las roscas de la base, el soporte y el cuerpo	<ol style="list-style-type: none">A. no hay vacíos ni roscas rotas en el área enroscadaB. No hay mastique ni taparoro visibleC. La sección de tubería de 3" y 1 tubería de caída de 1/4" debe tener 4 roscas visibles al ajustar a mano la base o el cuerpo.

4. Girar la tapa sobre el cuerpo para verificar el espaciamiento de las perforaciones	A. La tapa debe ajustar en todas las 4 posiciones
5. Verificar las dimensiones de las perforaciones en el perno de sujeción de la base	A. Usando una base estándar o una plantilla, alinear las perforaciones de la base
6. Inspección de porosidad en áreas críticas	A. Deben llenar los criterios de porosidad dentro de los criterios de fundición
7. Inspeccionar pasadores y cojinetes	<p>A. Pasadores y cojinetes deben tener una dureza de 40-45 y 60-65 Rc respectivamente</p> <p>B. Los cojinetes deben estar ajustados a presión en la parte de hierro fundido</p> <p>C. Medir las dimensiones y el bombeo en las miras</p> <p>D. Las clavijas deben sacarse fácilmente de los pasadores; las clavijas no deben rozar las partes de hierro fundido</p>
8. Inspeccionar cilindros	<p>A. No debe haber masticado, vacíos, ni sellador en las roscas</p> <p>B. El cilindro ID deberá estar suave y sin ondulación excesiva.</p>
9. Inspeccion ensamble del pistón	<p>A. No debe haber perforaciones, vacíos ni porosidad en la superficie de la válvula de contacto del seguidor, o en la parte inferior de la válvula de disco.</p> <p>B. No hay perforaciones ni porosidad excesiva en la caja del pistón</p> <p>C. Se ha eliminado la rebaba de las partes de bronce.</p>

- D. Los empaques de cuero no están quebrados, gastados ni estirados; el ID debe ajustar preciso sobre el seguidor
- E. El pistón ajusta sin holgura en el cilindro
- F. Las roscas del acoplamiento de la varilla no están mal enroscadas ni causan protuberancias en la caja

10. Inspeccionar la válvula de pedal

- A. El asiento de válvula no tiene perforaciones ni imperfecciones
- B. La goma o el cuero de la válvula debe ser lisos

11. Prueba de humedad de la bomba

- A. La bomba debe llenar un recipiente de 5 galones en 18-25 golpes.
- B. No hay escapes en las conexiones de la base/soporte/cuerpo.
- C. la válvula de pedal no debe presentar escape en un período de 5 minutos.

- 3. Si alguna de las bombas de muestra (20%) tiene deficiencias en una de la características de calidad, la bomba completa se rechazará y dicha característica se inspeccionará en todas la bombas del lote completo. El inspector es la única autoridad para determinar la disposición de la parte defectuosa; puede ordenar que se deseche o se repare.
- 4. Cada bomba del lote tendrá un número. Ninguna de las bombas del lote para inspeccion deberá tener rastros de pintura o de sellador de las roscas, o mastique de ningún tipo al realizar la inspección. Luego de que el lote se ha aceptado, el número se pintará o se grabará en sténkil sobre el cuerpo de la bomba en un color que contraste con el color del terminado de la bomba

CRITERIOS DE POROSIDAD EN LA FUNDICIÓN

Aceptable:

Perforaciones de diámetro menor de 1mm

y

de más de 1cm. de distancia uno de otro

Inaceptable:

1) En las áreas críticas, perforaciones de más de 1mm de diámetro pero menores de 2mm

y

2) En áreas críticas, perforaciones de más de 3 mm de diámetro

3) Cualquier perforación en las roscas.

4) Cualquier perforación en el asiento de válvula

Áreas críticas:

- 1) Área alrededor de cualquier cojinete
- 2) Cuello de la base
- 3) Bifurcaciones de la palanca y el fulcro
- 4) Sección de transición de la palanca.

GRAFICAS 2

LA BOMBA MANUAL DE DISEÑO DE LA AID PARA POZO POCO PROFUNDO

Bloque Resbalante

Pasador Pivote de la Varilla

Acoplamiento de la Varilla

Pasador Pivote de la Palanca

Cojinete para el Acoplamiento
de la Varilla

Fulcro de la Palanca

Varilla del Pistón

Pasador Pivote del Fulcro

Palanca

Tapa de la Bomba

Cuerpo de la Bomba

Ensamblaje del piston para
Bombas de pozo poco Profundo

Suporte de la bomba

Tubería de Caida

SOPORTE DE LA BOMBA

GRAFICAS 3

LA BOMBA MANUAL DE DISEÑO DE LA AID PARA POZO PROFUNDO

Bloque Resbalante	Pasador Pivote de la Varilla
Acoplamiento de la Varilla	Pasador Pivote de la Palanca
Cojinete para el Acoplamiento de la Varilla	Fulcro de la Palanca
Cabeza de la Bomba	Pasador Pivote del Fulcro
Cuerpo de la Bomba	Palanca -----
Cilindro de la Bomba	Varilla del Piston
SopORTE de la Bomba	Tubería de Caída
Tubería de Caída	Cojinete para el Acoplamiento de Varilla
Varilla	Caja del Pistón
SOPORTE DE LA BOMBA	Tapa del Cilindro Superior
	Valvula de Disco
	Empaque de Cuero
	Espaciador del Piston
	Seguidor del Piston
	Cuerpo del Cilindro (PVC)
	Peso de la Válvula de Pedal
	Envoltura de la Válvula Inferior
	COMPONENTES DEL CILINDRO DE LA BOMBA



INSPECCIÓN DURANTE EL PROCESO

LA INSPECCIÓN DE LA BOMBA MANUAL DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN ES PARTE DEL PLAN GLOBAL DE CALIDAD PARA ASEGURAR LA CONFORMIDAD A LAS ESPECIFICACIONES Y DIBUJOS, Y GENERALMENTE ES REALIZADA POR REPRESENTANTES DEL FABRICANTE DE LA BOMBA MANUAL