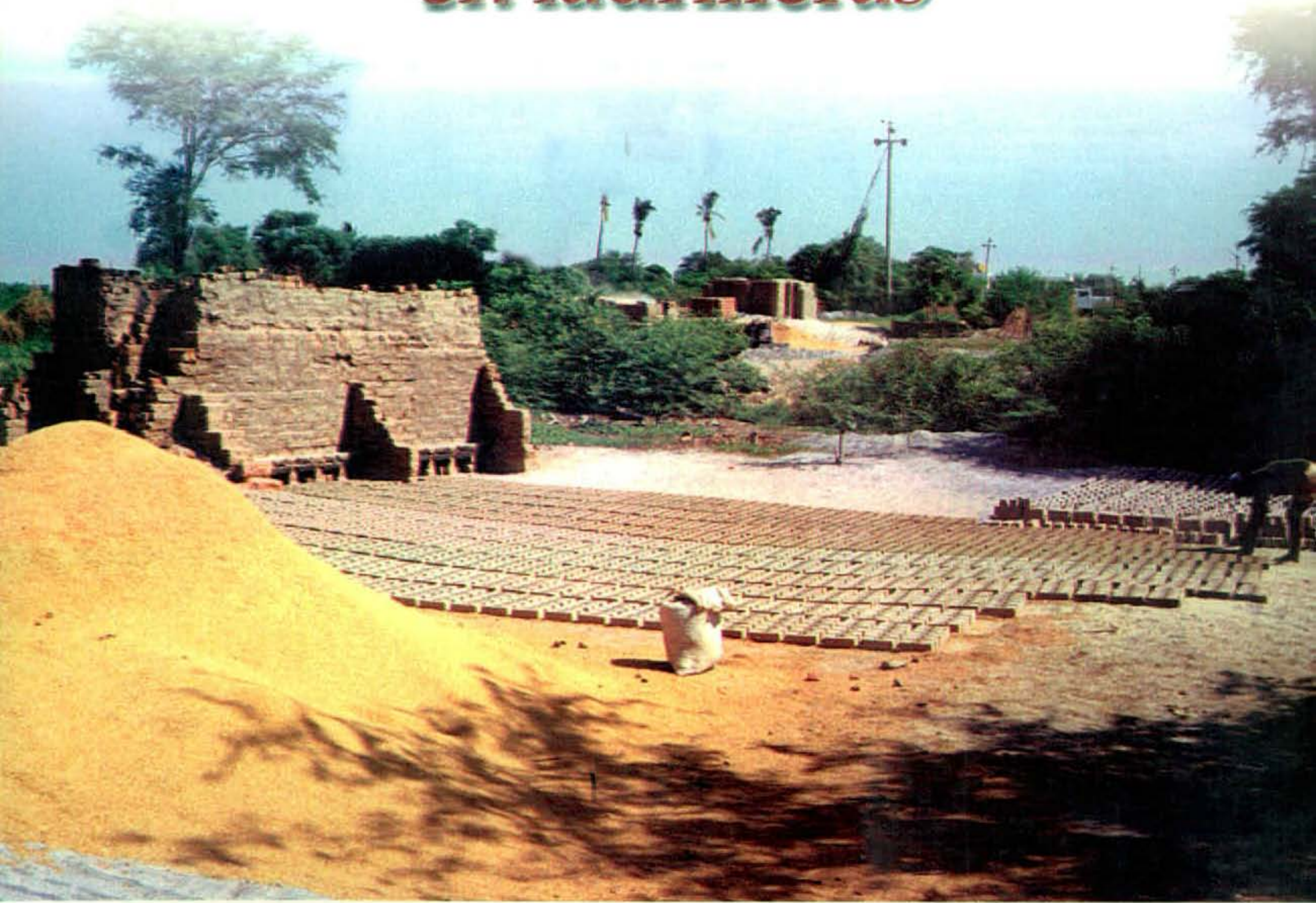


Proyecto Piloto Demostrativo Ambiental

Utilización de la cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras



PROGRAMA APGEP-SENREM
CONVENIO USAID-CONAM



PROYECTO PILOTO DEMOSTRATIVO AMBIENTAL
**USO DE LA CASCARILLA DE
ARROZ COMO FUENTE ENERGETICA
EN LADRILLERAS**

DOCUMENTO DE SISTEMATIZACIÓN

**ORGANIZACIÓN EJECUTORA:
INTERMEDIATE TECHNOLOGY
DEVELOPMENT GROUP - ITDG**

Equipo técnico del proyecto:

Teodoro Sánchez - Responsable del proyecto
Ing. Emilio Mayorga - Jefe del proyecto 1ra. etapa
Ing. Mauricio Gnecco - Jefe del proyecto 2da. etapa
Ing. Jorge Marquina - Técnico de campo
Lic. Janet Velásquez - Aspectos sociales
Lic. Rafael Escobar - Aspectos sociales
Ing. Saúl Ramirez - Aspectos energéticos
Econ. Manuel Gonzales - Estudio económico

PROGRAMA APGEP-SENREM
CONVENIO USAID-CONAM

Uso de la Cascarilla de Arroz como Fuente Energética en Ladrilleras. Programa APGEP-SENREM. Convenio USAID-CONAM, 82 págs. Ilustrado. Primera edición, 500 ejemplares. Lima, agosto 2001.

Esta publicación ha sido desarrollada por Intermediate Technology Development Group - ITDG, como parte del Programa "Ambiente, Participación y Gestión Privada" (APGEP) del Proyecto SENREM, a cargo de un consorcio liderado por la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental y conformado además por el Centro Peruano de Estudios Sociales, la Oficina de Asesoría y Consultoría Ambiental y el Instituto Cuánto, bajo los términos del Convenio N° 527-0368, entre la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América (USAID) y el Consejo Nacional de Ambiente (CONAM).

Las opiniones expresadas en esta publicación corresponden a los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista de las demás instituciones.

ISBN: 9972-792-13-7

Depósito legal: 1501222001-0732

Diagramación e impresión

Industrial Papiros S.A.

Arica 415, Miraflores, Lima

Teléfonos: 447-5029 / 242-3957

E-mail: papiros@ec-red.com

Diseño: Marínés Ortiz

Gerente Programa APGEP-SENREM

Carlos Gasco

Asesoramiento técnico

Enrique Wangeman

Coordinación de la edición

Cecilia Mendiola Vargas

Gerente USAID Proyecto SENREM

Edilberto Alarcón

Este documento puede ser reproducido citando la fuente.

Este libro se terminó de imprimir en agosto del 2001.

Impreso en Perú

Contenido

Prólogo	5
Resumen ejecutivo	7
Introducción	13
Capítulo 1 Contexto	15
1.1. Contexto ecogeográfico	15
1.2. Contexto sociocultural	17
1.3. El problema a resolver	19
1.4. Análisis de las propuestas de solución planteadas	20
Capítulo 2 Principales logros y tecnologías innovadoras	23
2.1. Identificación del propósito, objetivos y resultados	23
2.2. Análisis cualitativo y cuantitativo de los logros obtenidos	25
2.3. Descripción de las técnicas y prácticas innovadoras	26
Capítulo 3 Participación de los beneficiarios	45
3.1. Sobre la organización beneficiaria	45
3.2. Etapas y formas de participación	50
Capítulo 4 Gestión del proyecto	53
4.1. Análisis de la gestión	53
4.2. Identificación de los principales factores internos y externos que afectaron el desarrollo del proyecto	56
4.3. Mecanismos de coordinación establecidos	57
Capítulo 5 Sostenibilidad	59
5.1. Técnica	59
5.2. Social	60
5.3. Económica	60
5.4. Ambiental	61

Capítulo 6 Replicabilidad del proyecto	63
6.1. Estrategias y métodos	63
6.2. Análisis del alcance de los medios de difusión utilizados por el proyecto	67
6.3. Materiales de promoción y diseminación preparados por el proyecto	69
6.4. Potencial de replicabilidad	70
Capítulo 7 Evaluación final y lecciones aprendidas	73
7.1. Conclusiones de la evaluación final	73
7.2. Impactos logrados y probables	74
7.3. Principales lecciones aprendidas	75
7.4. Reflexiones finales	76
Documentos generados por el proyecto	79
Bibliografía	80
Proyectos Piloto Demostrativo Ambientales del Programa APGEP-SENREM	81

Prólogo

La Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA) se complace en presentar esta publicación que sistematiza las experiencias adquiridas durante el desarrollo del proyecto “Utilización de la cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras”, ejecutado por Intermediate Technology Development Group (ITDG), en el marco del Programa “Ambiente, Participación y Gestión Privada” (APGEP-SENREM), financiado por el convenio suscrito entre la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) y el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM).

El objetivo principal de este proyecto fue sustituir la leña de algarrobo por la cascarilla de arroz, como combustible en la fabricación de ladrillos, contribuyendo a la conservación de los bosques de algarrobo del departamento de Piura y liberando a las piladoras de arroz de un desecho encombrante. La propuesta promovió el uso eficiente de energía, recogió las experiencias de los artesanos e introdujo equipos de bajo costo que facilitan el trabajo y mejoran la calidad de los ladrillos.

La posibilidad de financiar proyectos que demuestren la rentabilidad de las inversiones que incorporan principios y tecnologías favorables al ambiente es una oportunidad que se debe aprovechar al máximo. Por ello 22 instituciones, de 11 Departamentos del Perú - cuyos proyectos resultaron elegidos

entre más de 250 propuestas participantes del sector privado en los dos concursos públicos realizados (1997 y 1999) - podrán aportar su experiencia y resultados concretos al quehacer ambiental nacional. El principal objetivo de estos 22 Proyectos Piloto Demostrativo Ambientales es ensayar y validar prácticas y tecnologías ambientales innovadoras, sostenibles y replicables. Cada proyecto tuvo una duración de hasta dos años y un monto de donación no mayor a US\$ 150 000,00.

Con el propósito de fomentar la replicabilidad de los proyectos y difundir las lecciones aprendidas, se ofrecen estas publicaciones a las instituciones públicas, organismos internacionales de cooperación, universidades y otras organizaciones representativas del sector privado relacionadas a las respectivas actividades y materias que desarrolla cada proyecto.

Complementando este esfuerzo de difusión se han producido vídeos sobre cada uno de los proyectos piloto con el fin de mostrar y compartir, de manera más efectiva, las técnicas validadas y lecciones aprendidas.

La SPDA felicita y agradece a las instituciones ejecutoras por el esfuerzo desplegado en la realización de sus respectivos proyectos y por los logros obtenidos.

Igualmente, la SPDA agradece a USAID y CONAM por la confianza depositada en organizaciones privadas como la nuestra y las que integran el Consorcio conformado además por el Centro Peruano de Estudios Sociales, la Oficina de Asesoría y Consultoría Ambiental, y el Instituto Cuánto, para la ejecución de proyectos destinados a generar valor agregado, tanto en términos económicos, ambientales, como sociales. Es evidente que la labor del Estado se multiplica cuando las organizaciones privadas participan en la gran tarea de promover el desarrollo sostenible y cuando se comparten solidariamente las lecciones aprendidas con el resto de la sociedad.

Finalmente, debo también felicitar al equipo de trabajo del Programa APGEP-SENREM por su valiosa contribución en la realización de estas publicaciones y vídeos, así como por el apoyo prestado a las instituciones ejecutoras en el desarrollo de los proyectos.

Jorge Caillaux Zazzali
Presidente SPDA

Resumen ejecutivo

La desertificación y la tala de bosques de algarrobo son problemas que afectan la costa norte del Perú. Gran parte de la madera extraída de estos bosques se emplea como leña para quemar ladrillos, por lo que el gobierno ha prohibido su uso en procesos productivos en los departamentos de la costa norte. A pesar de existir esta prohibición aún se sigue utilizando la leña de algarrobo como combustible, por lo que se hace necesario buscar fuentes alternativas.

El proyecto desarrolló, validó y aplicó tecnologías para emplear cascarilla de arroz como combustible en la quema de ladrillos, reemplazando a la leña de algarrobo. Para tal fin, se emplearon técnicas mejoradas de quema en unidades productivas familiares. Estas actividades han contribuido a proteger de la depredación a los bosques naturales de la costa norte del país y han brindado mayor estabilidad a las pequeñas empresas ladrilleras que cuentan ahora con esta alternativa de producción de ladrillos, empleando un combustible de bajo costo y disponible como desecho en la región.

Considerando que el arroz es uno de los pocos cultivos comerciales masivos en el Perú, cuyo uso intensivo deja grandes cantidades de cascarillas de arroz como subproducto y que las técnicas desarrolladas no requieren infraestructura ni conocimientos sofisticados, se puede afirmar que el proyecto tiene un elevado potencial de replicabilidad en zonas arroceras.

1. Ubicación geográfica

El proyecto se desarrolló principalmente en el Distrito de La Huaca, Provincia de Paita, Departamento de Piura. Sin embargo, parte de la sistematización y divulgación se realizaron en el Distrito Ignacio Escudero, Provincia de Sullana y en el Departamento de Tumbes.

2. Número de beneficiarios

Los beneficiarios directos fueron 12 pequeñas ladrilleras artesanales de La Huaca, con un total de 84 trabajadores. Asimismo, se han beneficiado 19 ladrilleros de Catacaos, Salitral, Cerro Mocho y Tumbes, lugares de influencia del proyecto, e indirectamente los ladrilleros de dichos sectores que han participado en las actividades de divulgación o que han recibido material del proyecto.

3. Institución ejecutora

Programa de Energía de Intermediate Technology Development Group – ITDG.

Av. Jorge Chávez 275, Miraflores - Lima,

Telfs: 4447055 – 4467324.

E-mail: postmaster@itdg.org.pe

4. Costo del proyecto

Donación del Programa APGEP-SENREM	US\$	78 606
Aporte de ITDG	US\$	17 434
Aporte de los beneficiarios (en especie)	US\$	1 500
Total	US\$	97 540

5. Período de ejecución

Abril de 1999 - Febrero del 2001

6. Problemática y justificación del proyecto

La producción artesanal de ladrillos requiere de una alta cantidad de combustible. De manera general, si consideramos que existe alrededor de 300 hornos artesanales en los departamentos de la costa norte y que cada uno realiza 16 quemas al año para producir 7 000 ladrillos cada vez, se puede estimar que se consumen cerca de 23 800 ton de leña al año*.

* Se estima que para producir 1 millar de ladrillos, se requiere en promedio 708 kg de leña.

La cascarilla de arroz es un desecho abundante cuya eliminación representa un serio problema. Normalmente se quema a la intemperie, sin utilizar el calor producido y sus cenizas se esparcen con el viento en zonas cercanas a los centros de pilado, produciendo impactos negativos al ambiente.

El reemplazo de leña por cascarilla en el proceso de quema de ladrillos, permite el empleo de un combustible más económico y simultáneamente permite que los árboles no talados sirvan de sumidero de gases de efecto invernadero. Por otra parte, la prohibición del uso de leña en la costa norte del Perú, para usos productivos como la quema de ladrillos, favorece la difusión de la tecnología. Adicionalmente, las técnicas de quemado de ladrillos empleando cascarilla son muy sencillas y están al alcance de los ladrilleros artesanales que trabajan como unidades familiares.

7. Metodología aplicada

En primera instancia se sistematizaron experiencias tradicionales de empleo de cascarilla de arroz. Luego se construyó un horno de pruebas, donde se validaron las mejores técnicas empleadas y las propuestas del proyecto, determinándose los parámetros que influyen en la calidad de los ladrillos producidos. Durante las pruebas se evaluaron los insumos y productos obtenidos en los ensayos de quema y se definieron las mejores prácticas de manejo de las cenizas producidas. Esto permitió proyectar técnicamente las cantidades de materia prima y combustible, para optimizar el uso de la energía y elevar la calidad de los ladrillos producidos.

Posteriormente se difundieron técnicas de moldeado manual y se emplearon pequeños equipos accionados sea manualmente o con un motor de pequeña potencia, para favorecer la quema uniforme y rápida, elevando la calidad del producto. Paralelamente se desarrolló una metodología de transferencia, aplicada exitosamente para difundir las experiencias, se capacitaron a pequeños productores de la Región Grau en el uso de las técnicas validadas de empleo de la cascarilla de arroz.

Para favorecer la difusión de las técnicas validadas, se desarrollaron talleres de capacitación, se elaboraron 02 manuales, se filmaron 12 cintas de video de los diferentes procesos y se realizó un encuentro regional con la participación de ladrilleros artesanales. Asimismo, se sistematizaron los aportes logrados durante la ejecución del proyecto, para que sirvan de insumo a la presente publicación.

8. Resultados y logros alcanzados

Entre los principales resultados y logros que se alcanzaron durante la ejecución del proyecto, se pueden destacar los siguientes:

- Fortalecimiento de 3 asociaciones de ladrilleros artesanales en la Huaca, Tumbes y Cerro Mocho.
- Capacitación en el uso de cascarillas de arroz a 21 pequeños productores (2 de la Huaca y 3 de Cerro Mocho en Piura, 15 de Tumbes y 1 de Lambayeque).
- Sustitución de la leña por la cascarilla de arroz como combustible para la fabricación artesanal de ladrillos en 21 hornos de Tumbes, Piura y Lambayeque. Con esto, aproximadamente 1 665 ton de leña son sustituidas por 2 658 ton de cascarilla al año*, lo cual permite evitar la correspondiente tala de bosques de algarrobo y la emisión de aproximadamente 2 300 ton de CO₂ por año**.
- Se ha logrado un incremento promedio de las utilidades de los ladrilleros del orden del 60%. La utilidad promedio de la quema con cascarilla de arroz es de 27 soles/millar, mientras que con la quema tradicional es de 17 soles/millar.
- Se ha incrementado la eficiencia de los hornos fijos en aproximadamente 15% con respecto a los tradicionales, gracias al revestimiento de las paredes interiores.
- Se ha mejorado el acabado final y la resistencia de los ladrillos, así como su peso específico, incorporando la ceniza de la cascarilla de arroz. Asimismo, este uso ha permitido reducir la polución y los problemas de almacenaje de los residuos de la quema.
- Se ha desarrollado una metodología de transferencia de tecnología.
- Se han incorporado pequeños equipos mecánicos para la mezcla y extrusión, con el fin de mejorar la calidad del ladrillo y facilitar los procesos de fabricación y diversificación de los productos.
- Se han divulgado las tecnologías desarrolladas, así como el uso de hornos postizos por medio de manuales técnicos, charlas, talleres, encuentros, la elaboración de un video y la sistematización del proyecto.

* En promedio 1,6 ton de cascarilla reemplazan a 1 ton de leña.

** En promedio 1,38 ton CO₂ x 1 ton de leña.

9. Prácticas y tecnologías innovadoras ensayadas y validadas. Lecciones aprendidas.

- El uso de la cascarilla de arroz en la quema de ladrillos, donde antes se empleaba leña de algarrobo.
- En la preparación de la masa del ladrillo crudo:
 - El uso de la ceniza de cascarilla en la mezcla, lo cual permite aligerar el peso del ladrillo y mejorar su aspecto, al mismo tiempo que se elimina dicho residuo sin producir impactos negativos al ambiente.
 - La utilización de mezcladoras accionadas por motor y acémila, no habiendo tenido éxito esta última.
 - Difusión de técnicas de moldeo de ladrillos con agujeros, empleando un molde manual (“gavera”) o una máquina extrusora, para favorecer una buena distribución del calor durante la quema, mejorando la resistencia y el aspecto del ladrillo producido.
- En el proceso de quema:
 - La construcción de un horno prototipo de pruebas.
 - El mejoramiento de la tecnología de construcción de hornos fijos en base al horno prototipo.
 - La utilización de hornos postizos para la quema con cascarilla.
 - El revestimiento de las paredes interiores del horno fijo con una pasta aislante compuesta por una mezcla de arena, arcilla y melaza, lo cual ha permitido mejorar la eficiencia.

10. Sostenibilidad del proyecto

Los ladrilleros capacitados por el proyecto, no sólo vienen aplicando las técnicas de quema usando cascarilla, sino que las han acondicionado a su realidad e incluso han transferido la tecnología a los ladrilleros de su comunidad, quienes vienen aplicando las prácticas aprendidas en sus procesos productivos.

Tanto a nivel nacional como a nivel mundial, la producción de arroz viene incrementándose como base de la alimentación de la población. Esto asegura la disponibilidad creciente de cascarilla de arroz como combustible en las zonas de intervención.

La prohibición del empleo de leña para usos productivos, como en la quema de ladrillos, viene haciéndose cada vez más rigurosa. Tal es el caso

de los Departamentos de Tumbes y Piura, donde la intervención de la Policía Forestal es cada vez más estricta con el fin de eliminar el contrabando de leña, lo que obliga a los ladrilleros al empleo de combustibles alternativos.

11. Potencial de replicabilidad del proyecto

El arroz es uno de los pocos cultivos comerciales masivos en el Perú, que se produce tanto en la costa, como en los valles bajos de la sierra a unos 800 m.s.n.m. y en la selva alta. El cultivo es intensivo en los departamentos del norte del Perú como Lambayeque, Piura, Tumbes y Cajamarca. En el sur destaca Arequipa y en la ceja de montaña, el departamento de San Martín. Por consiguiente, la cascarilla de arroz es un subproducto abundante en dichos departamentos, siendo considerado un desecho no deseado y difícil de eliminar. Su quema a la intemperie contamina con gases de efecto invernadero y cenizas las zonas cercanas a los centros de pilado.

Por ello, su uso potencial como combustible en hornos ladrilleros de los departamentos mencionados, permitirá una quema confinada y el aprovechamiento de las cenizas producidas para preparar la masa de los ladrillos crudos.

Estudios desarrollados por ITDG indican la existencia de un mínimo de 1000 ladrilleros en zonas productoras de arroz que vienen empleando leña para la cocción de ladrillos. Todos ellos constituyen el mercado potencial para replicar esta tecnología. El caso de los ladrilleros de Pampa Grande y Edén Alto en Tumbes, es un claro ejemplo de apropiación de tecnología.

La participación de otros ladrilleros de la zona facilitó el intercambio de información y experiencias. Por ejemplo, los ladrilleros de Catacaos contribuyeron con técnicas para el enrejado de los ladrillos en el horno; los de Salitral incorporaron el uso de la ceniza de cascarilla en la mezcla de los ladrillos y aportaron el sistema de quema en hornos postizos. La participación de los ladrilleros de Tumbes y Cerro Mocho es también destacable, porque rápidamente asimilaron las técnicas de quemado con cascarilla de arroz y las vienen utilizando con un alto potencial de replicabilidad.

Introducción

El presente documento corresponde a la sistematización del proyecto "Uso de cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras". Este proyecto fue desarrollado entre 1999 y el 2000 por el Programa de Energía de Intermediate Technology Development Group (ITDG), con financiamiento del Programa APGEP-SENREM y de ITDG.

En el primer capítulo se presenta la problemática que enfrentó el proyecto para validar y difundir la propuesta de usar cascarilla en los procesos de producción de ladrillos en los departamentos de la costa norte, en sustitución de la leña proveniente principalmente de bosques naturales de algarrobo. En el segundo capítulo se detallan los resultados conseguidos en la mejora del producto, tanto en resistencia como en aspecto, así como el incremento de la rentabilidad de las pequeñas empresas que se apropiaron de la tecnología. Se describen los métodos empleados, las innovaciones conseguidas y aquellas también validadas pero que quedaron como tarea para nuevos proyectos sobre el tema.

El capítulo tres describe la forma en que los beneficiarios participaron en las actividades del proyecto desde su formulación. El capítulo cuatro analiza los aspectos de gestión, identificando los factores internos y externos que afectaron el proyecto.

En el capítulo cinco se examina el grado de sostenibilidad del proyecto, que no quedó sólo en la etapa de planta piloto, sino que concretó con singular éxito la transferencia de las técnicas

validadas a ladrilleras relativamente alejadas de la planta piloto demostrativa, mediante la aplicación de una metodología especialmente desarrollada para este sector productivo rural.

El capítulo seis vislumbra el grado de replicabilidad del proyecto en el país y en zonas productoras de arroz de otros lugares del mundo, así como la metodología a emplear en su etapa de difusión. El último capítulo presenta las principales conclusiones de la evaluación y expone las principales lecciones aprendidas durante y al término de la ejecución del proyecto.

Al promover el aprovechamiento eficiente de un desecho agrícola en un proceso que requiere de un uso intensivo de calor, este proyecto contribuye a reducir el consumo de leña extraída de bosques naturales que se encuentran en riesgo permanente de extinción. El desarrollo y la aplicación de tecnologías limpias como las contempladas en este proyecto durante los últimos años han merecido el reconocimiento del International Energy Agency (IEA) y de Climate Technology Initiative (CTI), que en noviembre de 2000 otorgaron a ITDG el premio "Climate Technology Leadership Award" en el marco de la VI Conferencia Mundial de las Partes de la Convención Internacional de Cambio Climático de las NNUU, desarrollada en La Haya, Holanda. Se cumple así uno de los objetivos propuestos por ITDG y por el Programa APGEP-SENREM, de poner a disposición de los sectores más desfavorecidos una tecnología de aprovechamiento de recursos disponibles de bajo costo y de sostenibilidad comprobada.

Teodoro Sánchez
Gerente del Programa de Energía de ITDG

Contexto

1.1. Contexto ecogeográfico

La costa norte del Perú tiene un clima seco. Su temperatura anual varía entre 15 °C y 32 °C como promedio. Predomina el desierto costero y el bosque seco ecuatorial, con algarrobos y zapotes, principalmente. Hacia la frontera con Ecuador el paisaje se hace menos desértico debido a que hay más precipitaciones durante el año. En los meses de verano -de enero a marzo- el alto nivel de irradiación solar influye en la aparición de vientos que en algunas zonas alcanzan velocidades de hasta 7 m/s. Estos desplazan nubes de arena por los eriales, generando dunas esporádicas y muy bajas, casi imperceptibles por la ligera cobertura de bosques que predomina en el paisaje.

La aparición cíclica del fenómeno El Niño modifica las condiciones climáticas, causando fuertes lluvias que producen avenidas y ocasionan grandes estragos y desgracias, pues la presión demográfica fuerza a la población a ocupar zonas sobre cauces esporádicos de inundación sin tomar en cuenta el riesgo latente.

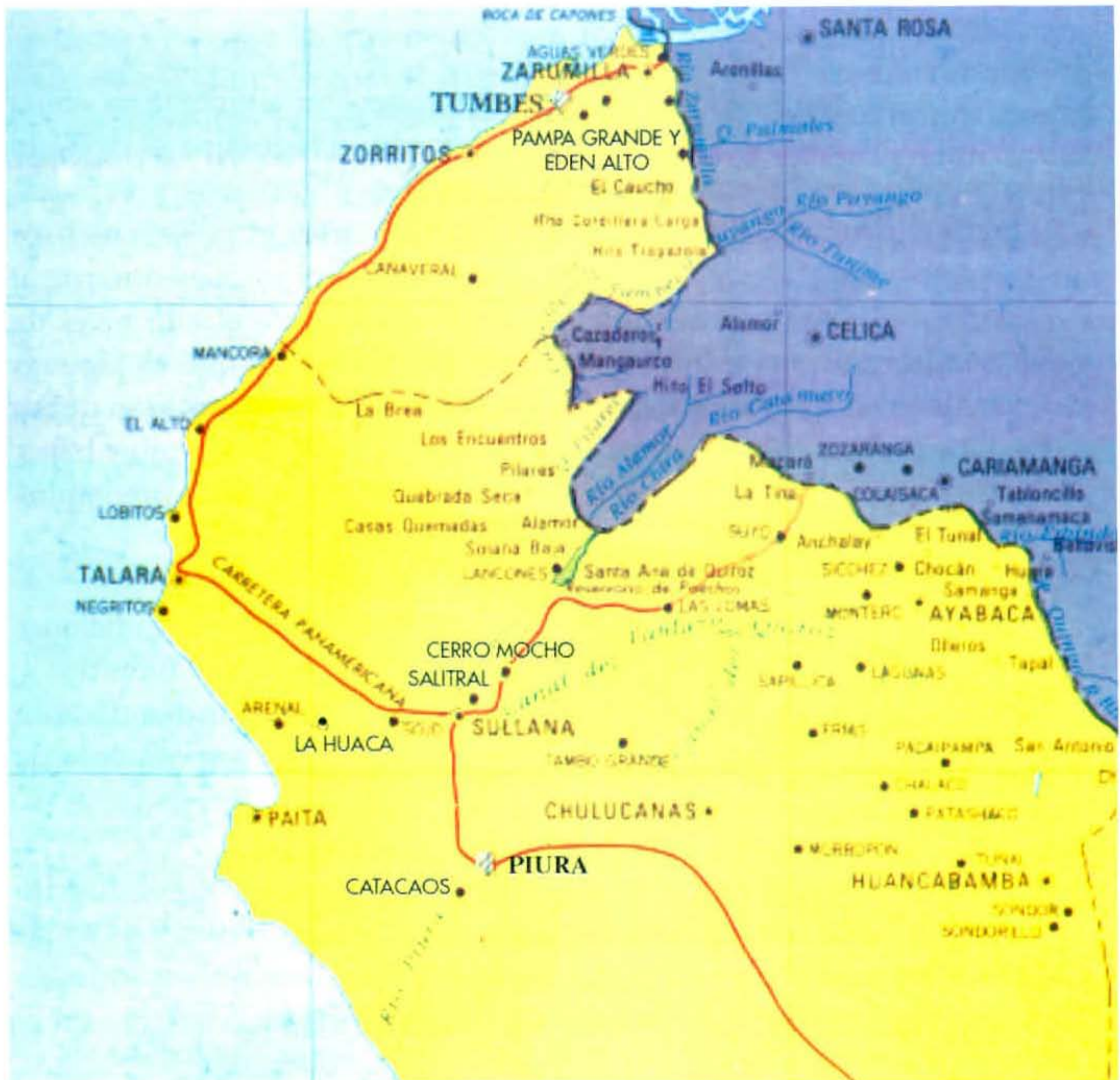
El proyecto instaló un centro piloto demostrativo en el distrito de La Huaca, provincia de Paita, departamento de Piura. Las zonas de influencia del proyecto donde se concretaron actividades de transferencia de tecnología fueron las que se muestran en el cuadro 1.

CUADRO N° 1
ÁREAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y ZONAS DE INFLUENCIA

Zona ladrillera	Distrito	Provincia	Departamento
La Huaca	La Huaca	Paita	Piura
Catacaos	Catacaos	Piura	Piura
Salitral	Salitral	Sullana	Piura
Cerro Mocho	Ignacio Escudero	Sullana	Piura
Pampa Grande y Edén Alto	Tumbes	Tumbes	Tumbes
Mórrope	Mórrope	Lambayeque	Lambayeque

Fuente: Elaboración propia, Programa de Energía de ITDG.

MAPA N° 1
UBICACIÓN DE LAS ÁREAS DE EJECUCIÓN



1.2. Contexto sociocultural

Los ladrilleros artesanales en la costa norte del Perú se hallan en condiciones de extrema pobreza¹. Su actividad se basa en la tradición; es decir, los padres enseñan el oficio a sus hijos. Es un trabajo eminentemente manual: no se dispone de maquinaria, ni aun de la más elemental tecnología. Ello los diferencia de los ladrilleros artesanales de otras zonas del país, como San Martín, donde se emplean moldeadoras (extrusoras) accionadas por pequeños motores de combustión interna, o Trujillo, donde se usan quemadores también accionados por pequeños motores de combustión interna.



El precio de los ladrillos depende de la demanda local, condicionada a su vez por los flujos económicos mayores, como la pesca y los planes de construcción del gobierno.

En el distrito de La Huaca, donde el proyecto instaló el centro piloto demostrativo, viven tres mil personas. La tercera parte de la población depende de las ladrilleras, actividad que ocupa el tercer lugar en importancia económica, luego de la pesca y la agricultura.

La zona de trabajo se encuentra a tres kilómetros del centro urbano de La Huaca, lugar que cuenta con una cantera de arcilla adecuada y donde hay un promedio de dieciocho ladrilleros o propietarios de hornos. Este número varía a lo largo del año, según la demanda de ladrillos. Los ladrilleros vienen trabajando en el lugar desde hace más de quince años, sin embargo, la propiedad de las tierras no está definida, lo que ha originado algunos problemas. Aparentemente la zona se verá beneficiada por un proyecto de irrigación (canal Chira-Piura). Hace un par de años se presentó la empresa Energo Project, que puso a la venta las tierras, dando a los actuales residentes la prioridad en la compra. Hasta la fecha no hay nada claro al respecto.

¹ Los ingresos promedio mensuales de estas familias ascienden a aproximadamente a S/. 400, monto menor al ingreso mínimo vital que indica el gobierno (S/. 450 por mes).

En general, para la quema de ladrillos se emplean hornos fijos tipo escocés que usan leña o un pequeño quemador de combustible. La ubicación de los hornos los hace vulnerables a los embates de la naturaleza: en 1997, durante la última aparición del fenómeno El Niño, casi todos los hornos fueron destruidos.

En promedio, en cada ladrillera trabajan siete personas, que de acuerdo a la división del trabajo se pueden clasificar en:

- *Labradores.* Trabajan en la cantera de arcilla, preparan la mezcla con arena y agua, moldean los ladrillos y los acomodan en tendales de secado expuestos directamente al sol. Periódicamente cambian la posición de los ladrillos (canteo) para favorecer un secado uniforme.
- *Acarreadores.* Transportan los ladrillos secos del tendal al pie del horno.
- *Cargadores.* Llenan el horno apropiadamente con ladrillos secos para su quema.
- *Quemadores.* Se encargan del encendido del horno y de la quema de los ladrillos, dosificando la alimentación de combustible. Es un trabajo que requiere de ciertos conocimientos técnicos y, por ello, ocupan una posición especial entre los ladrilleros.

Los dueños del horno contratan a este personal para todo el proceso de fabricación de ladrillos, incluyéndose a sí mismos en el proceso (algunos compran directamente los ladrillos crudos). La jornada de trabajo empieza a las 5 am y se extiende hasta la 1 pm. El sol y el calor hacen que las horas de la tarde no sean favorables para el desarrollo de sus actividades. La jornada se amplía a horas de la tarde y la noche durante la quema de ladrillos, pues esta actividad requiere de un trabajo largo y continuo.

Una vez quemados los ladrillos, éstos son vendidos por los dueños a los intermediarios, quienes lo retiran del horno para su posterior venta a los usuarios finales, incrementando su costo en un 30%.

Los ladrilleros artesanales de La Huaca participan en un proceso de organización que gira alrededor de la Asociación de Ladrilleros "Yawar Huaca", mediante la cual procuran atender sus necesidades y resolver problemas comunes. El proyecto ha respaldado, acompañado y estimulado el proceso de organización de los ladrilleros.

1.3. El problema a resolver

La costa norte del Perú (departamentos de Lambayeque, Piura y Tumbes) tiene un ecosistema sumamente frágil debido a la aridez predominante, que vuelve muy lentos los procesos naturales de restitución de bosques. Por otra parte, el rápido crecimiento demográfico genera una creciente actividad de tala del algarrobo y acelera el proceso de desertificación, en perjuicio de toda la población.

Por tales motivos, a partir de 1970 el gobierno empezó a dictar diversos dispositivos para preservar y conservar los recursos forestales mediante la veda a la tala y carbonización de los árboles. Esta medida se reforzó mediante la Resolución Suprema 114-AG del 13 de febrero de 1974, que amplió por tiempo indefinido esta prohibición en los departamentos de Piura y Tumbes. El 30 de junio de 1982 la R.D. 024-82-DGFF amplió los efectos de la veda indefinida a todo el departamento de Lambayeque. Asimismo, la Ley 26258 determinó la veda indefinida para tala en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

Si bien la explotación del algarrobo ha disminuido notablemente, es evidente que continúa en forma clandestina debido principalmente a factores socioeconómicos, a la falta de vigilancia policial o mejor aún, a una adecuada orientación sobre los recursos energéticos. La gran aceptación del recurso forestal lleva a la explotación del bosque, demanda que se extiende hacia las ciudades más pobladas para cubrir diferentes necesidades de ladrilleras, panificadoras, picanterías, pollerías, pequeñas industrias de parquet y cajoneras. La tala indiscriminada afecta gravemente a algunas regiones del país, al punto que en octubre de 1997 el presidente de la Comisión de Ambiente, Ecología y Amazonia del Congreso manifestó que la deforestación de las áreas verdes es el principal problema de la Región San Martín. De acuerdo a estudios realizados por CIPCA-Piura en 1990, se sabe que la deforestación en el departamento de Piura llega a 12 386 ha/año y en Lambayeque a 10 848 ha/año.

En los departamentos de la costa norte se extrae leña en volúmenes que exceden la capacidad de recuperación biológica de sus bosques naturales, lo que conduce inexorablemente a su exterminio. El 53% de la leña se usa en las ladrilleras artesanales, el 39% se destina al consumo doméstico y el resto se

utiliza para otros fines². Como referencia para entender el problema, un horno con una capacidad de doce millares de ladrillos -producción típica en Piura- emplea en cada quema diez toneladas de leña.

Por todo lo expuesto, el proyecto planteó el uso de cascarilla de arroz como combustible en el proceso de quema de ladrillos en sustitución de la leña.

1.4. Análisis de las propuestas de solución planteadas

La propuesta de uso de cascarilla de arroz en reemplazo de la leña tiene un alcance nacional. El Perú cuenta con una elevada producción de arroz (1 190 000 t/año). Los principales productores son los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca, Amazonas, La Libertad, Arequipa y San Martín³. Durante el proceso de pilado esta producción genera un 20% de cascarilla, que equivale a 238 000 t/año. Por su parte, la cascarilla de arroz que se obtiene en los departamentos de Tumbes y Piura asciende a 46 000 t/año.

Por otro lado, este desecho se convierte en un gran problema para los centros de pilado y normalmente se ofrece gratuitamente o a un costo mínimo. Sin embargo, debido a su gran volumen y mínima demanda, generalmente se recurre a quemar la cascarilla sin ningún uso productivo, con la consiguiente emisión de gases de efecto invernadero y el desperdicio de la energía generada.

En algunos casos la cascarilla se emplea como aislante del suelo en galpones de pollos y gallinas. En otros, para producir ceniza usada como abrasivo de uso doméstico (pulitón) luego de una quema controlada. Sin embargo, esta demanda consume menos del 2% de la cascarilla disponible como desecho.

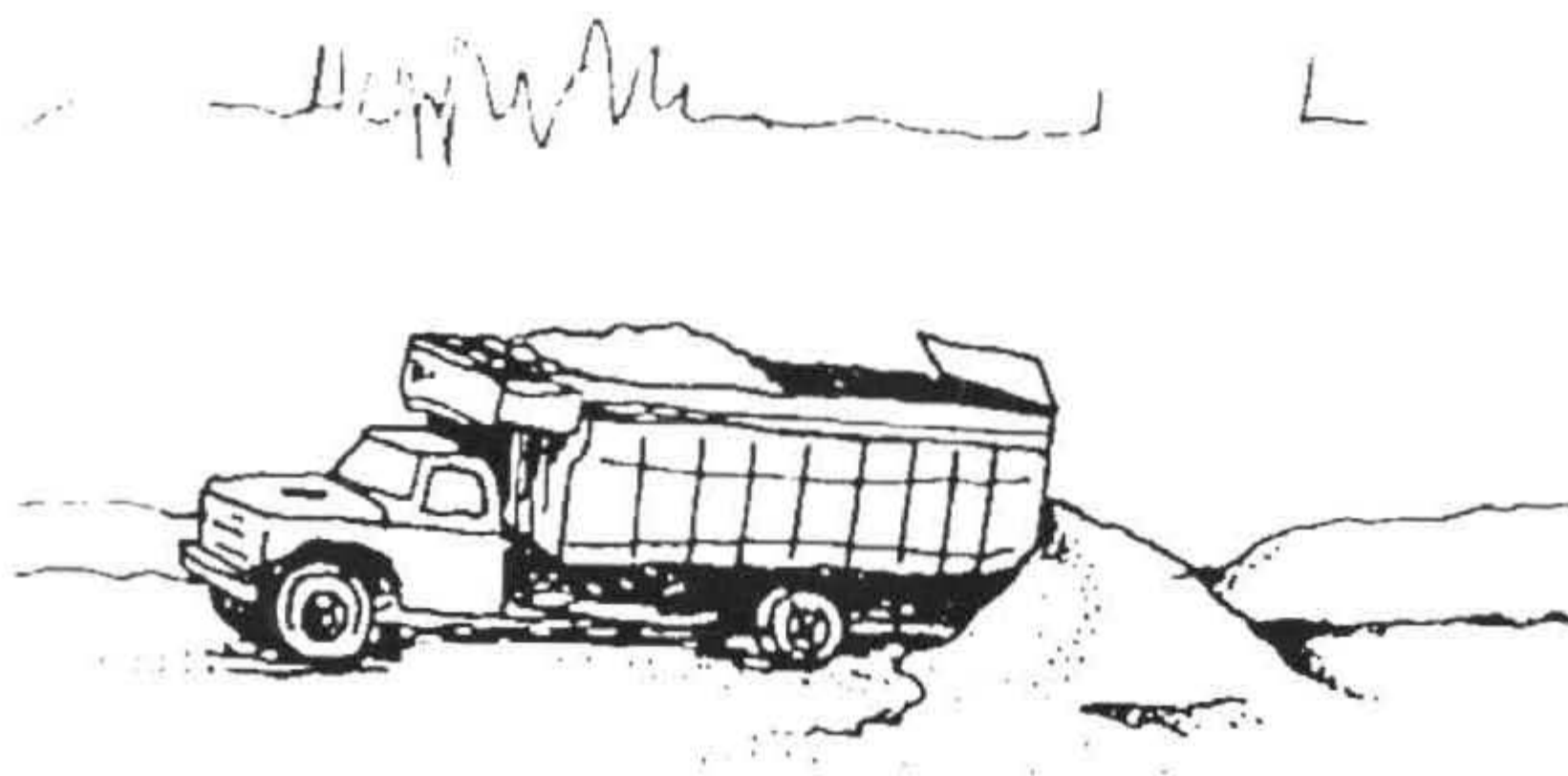
Como fruto de proyectos anteriores en el sector de ladrilleras rurales, ITDG sabía del empleo de cascarilla de arroz como combustible en algunas ladrilleras artesanales. Por ejemplo, en Chiclayo (Lambayeque), esta actividad se realiza desde hace más de treinta años y en Sullana (Piura) desde hace más de veinte años.

2 Revista Agroenfoque, mayo de 1991.

3 Anuario estadístico del Perú, INEI, 1998.

Típicamente, para quemar mil ladrillos se requiere de 1,13 toneladas de cascarilla de arroz. Así, con la cascarilla de arroz producida en la ex Región Grau⁴ se podrían quemar la producción estimada de ladrillos de los 300 hornos artesanales, considerando que cada uno realiza un promedio de 16 quemas al año para producir 7 000 ladrillos cada vez. Es decir, además de los 33,6 millones de ladrillos de la producción estimada actual, se podrían quemar otros 7 millones de ladrillos más, sin destruir los bosques de algarrobo.

Si bien no hay un censo oficial de hornos artesanales, estudios previos desarrollados por ITDG indican que existen alrededor de trescientos hornos en los departamentos de la costa norte, por lo que se puede afirmar que hay cascarilla suficiente para abastecer los hornos de la ex Región Grau y construir 63 hornos más con las mismas características. Sin embargo, no todos tienen acceso a la cascarilla como combustible debido a la lejanía de algunas zonas ladrilleras con respecto a los centros de pilado y el respectivo flete por transporte.



⁴ Los departamentos de Tumbes y Piura conformaban la antigua Región Grau.

Principales logros y tecnologías innovadoras

2.1. Identificación del propósito, objetivos y resultados

2.1.1. Propósito

Sustitución de leña de algarrobo por cascarilla de arroz como combustible entre los pequeños productores de ladrillos de la ex Región Grau, desarrollando técnicas que permitan el empleo eficiente de la cascarilla de arroz en el proceso de quema.

2.1.2. Resultados

- Los pequeños productores del distrito de La Huaca, provincia de Paita, usan cascarilla de arroz en la quema de ladrillos.
- Disminuye la cantidad de ladrillos dañados y mejora su calidad.
- Se cuenta con una metodología para transferir los resultados del proyecto.

Las principales actividades planteadas para el logro de estos resultados fueron las siguientes:

- **Organización.** El proyecto planteó la organización de los pequeños productores de La Huaca y sus familias para involucrarlos en el diseño y ejecución del proyecto. Se trabajó a partir de la Asociación de Ladrilleros "Yawar Huaca" -organización existente- con el objetivo de darle un enfoque empresarial y constituir la legalmente. Ello no llegó a concretarse debido a múltiples problemas y disputas al interior de la organización y de la comunidad. Por otro lado, la

formalización como empresa obliga al pago de tributos o impuestos, lo que atenta contra sus ya escasos recursos económicos.

- **Sistematización de experiencias.** Como ya mencionamos, previa a la ejecución del proyecto se tenía conocimiento del uso de cascarillas de arroz por ladrilleras artesanales. Sin embargo, esta actividad se desarrollaba sin un conocimiento científico ni sistematizado, por lo que no había información escrita que permitiera reproducir estas experiencias en otros lugares del país. Ante estos hechos se inició una investigación y se recolectó información sobre experiencias tradicionales de uso de cascarilla de arroz para quema de ladrillos (visitas de campo, entrevistas a ladrilleros, búsqueda bibliográfica), para luego sistematizarla y aplicarla en el desarrollo de las actividades previstas por el proyecto. Este trabajo incluyó información sobre la producción de arroz y el potencial de la cascarilla para el uso en ladrilleras, en particular de la costa norte del Perú.
- **Pruebas y ensayos.** Se construyó un horno artesanal con el fin de hacer las pruebas y capacitar a los ladrilleros de la zona. Se ensayaron diversas técnicas para aprovechar al máximo el uso de la cascarilla de arroz y se evaluaron los insumos y productos correspondientes a la quema, y parámetros tales como la temperatura al interior del horno, el tiempo de quema y el poder calorífico de la cascarilla.
- **Desarrollo y fabricación de equipos.** Una causa de la baja calidad de los ladrillos producidos tradicionalmente es la densidad de la mezcla o masa, en otras palabras la compactación de la masa. Ante este hecho, el proyecto introdujo pequeños equipos para la mezcla y extrusión que mejoraron la calidad del ladrillo y facilitaron los procesos de fabricación -principalmente en lo relacionado con la mezcla y moldeo- así como la diversificación de los productos⁵. Estos equipos, una mezcladora y una extrusora, han sido asimilados por los ladrilleros de La Huaca y están siendo utilizados.
- **Capacitación y difusión de la tecnología.** Estas actividades se han realizado a lo largo del proyecto, con una participación activa de los ladrilleros de La Huaca en los talleres y en las quemas de prueba, además de involucrar a otros ladrilleros de la zona (Catacaos, Salitral y Cerro Mocho) y de otros departamentos (Tumbes y Lambayeque). La elaboración de manuales y vídeos sobre el uso de la cascarilla de arroz y la construcción de hornos facilitó la difusión de la tecnología.

⁵ Generalmente los ladrillos que se producen son del tipo king kong macizo (ladrillo tradicional). Con la inclusión de los equipos, ahora pueden ofrecer ladrillos tipo king kong de diecisiete huecos (king kong extruido), pandereta de seis huecos y ladrillo techo de ocho huecos.

- *Transferencia de tecnología.* Con el objetivo de motivar a ladrilleros de otras regiones del país en el uso de esta tecnología, se construyó un centro piloto demostrativo usando cascarilla de arroz en forma eficiente y con productos de buena calidad. Esta actividad incluyó el desarrollo de una metodología de transferencia de tecnología para facilitar su difusión y aplicación al término del proyecto.

Después de la evaluación de medio término se recomendó dar prioridad a los aspectos de transferencia sobre los de desarrollo tecnológico, por lo que el proyecto orientó sus actividades hacia una transferencia efectiva de tecnología, actividad no prevista inicialmente. Esto permitió que el centro piloto demostrativo cumpliera las funciones de transferencia tecnológica antes de la culminación del proyecto.

2.2. Análisis cualitativo y cuantitativo de los logros obtenidos

Con relación a lo previsto en el marco lógico del proyecto se consiguió lo siguiente:

- Organización y fortalecimiento de tres asociaciones de ladrilleros en La Huaca, Tumbes y Cerro Mocho, para enfrentar problemas comunes y difundir técnicas de uso eficiente y económico de cascarilla y cenizas en sus procesos productivos. Ello también permitió la aceptación de los ladrilleros de La Huaca como sujetos de crédito por parte del Banco de Materiales.
- Capacitación en el uso de cascarilla de arroz para la quema de ladrillos a 21 pequeños productores (2 de La Huaca y 3 de Cerro Mocho en Piura, 15 de Tumbes y 1 de Lambayeque), quienes vienen sustituyendo la leña por cascarilla debido a la prohibición del uso de leña de algarrobo, principal fuente energética para los ladrilleros de estos departamentos. Con esta alternativa, los ladrilleros pueden trabajar con mayor tranquilidad y sin temor a multas o decomisos. Por el lado de las autoridades, conectoras de esta nueva alternativa como fuente energética, están poniendo mayor rigor en el cumplimiento de la prohibición del uso de leña de algarrobo.
- Sustitución de 84 toneladas de leña por 107 toneladas de cascarilla al año por cada pequeño productor ladrillero capacitado. De esta manera, los veintiún ladrilleros capacitados por el proyecto contribuyen en conjunto a evitar la tala de bosques de algarrobo y la emisión de aproximadamente 2 400 toneladas de CO₂ por año⁶.

⁶ Fuente de los factores de emisión de CO₂: Informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC).

- Se ha logrado un incremento promedio de las utilidades de 60%. Sin embargo en algunas zonas, como el caso de Tumbes, este incremento es mayor e incluso se ha llegado a duplicar este porcentaje. La utilidad promedio de la quema con cascarilla es del orden de 27 soles/millar y mientras que con la quema tradicional es de 17 soles/millar⁷.
- La eficiencia de los hornos fijos se ha incrementado en 15% con respecto a los tradicionales. Esto se logró revistiendo las paredes interiores del horno con una pasta aislante compuesta por una mezcla de arena, arcilla y melaza. Esta técnica se puede adoptar fácilmente en la quema con cascarilla en zonas donde hay cultivos de caña.
- La ceniza de la cascarilla de arroz se emplea en la mezcla, lo que mejora el acabado final y la resistencia de los ladrillos. Asimismo, este uso reduce la polución y los problemas de almacenaje de los residuos.
- Se ha desarrollado una metodología de transferencia de tecnología que se ha aplicado a ladrilleras artesanales. En el capítulo 6 pueden encontrarse más detalles sobre esta metodología.
- Los ladrilleros artesanales de la región y las entidades de promoción del desarrollo rural reciben y tienen acceso a manuales y cartillas sobre el uso de la cascarilla de arroz en la quema de ladrillos.

2.3. Descripción de las técnicas y prácticas innovadoras

El proyecto se inició con la sistematización de tecnologías tradicionales de quema de ladrillos empleando cascarilla de arroz. Se hicieron mediciones de campo y de laboratorio sobre las características principales de la cascarilla y de los ladrillos. Estos resultados se pueden ver en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 2

MEDICIONES DE CAMPO Y DE LABORATORIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CASCARILLA Y DE LOS LADRILLOS

Poder calorífico promedio de la cascarilla ⁸ (kJ/kg)	Densidad de la cascarilla (kg/m ³)	Consumo de combustible promedio del ladrillo (MJ/kg)	Densidad del ladrillo (g/cm ³)	Resistencia del ladrillo ⁹ (kgf/cm ²)
13 370	146,4	4,6	1,3 a 1,8	34,0 a 65,8

Fuente: Elaboración propia, Programa de Energía de ITDG.

7 Estos montos se aplican en promedio para los hornos de la zona del proyecto con capacidades de aproximadamente cinco millares de ladrillos.

8 Promedio determinado a partir de los informes de ensayos EN002/98 y 154-JL/99, APRIL Tecnología Industrial S.A.

9 Pruebas de laboratorio, resistencia a la compresión, informe de ensayo 7283-99, SENCICO.

Estos parámetros, en especial el de la resistencia, son los que permiten contrastar los resultados debidos a los aportes tecnológicos realizados por el proyecto. En este punto es importante rescatar lo que indica la Norma Técnica Peruana¹⁰ con respecto a las características de los ladrillos:

Resistencia a la compresión (ITINTEC 331.017): *La resistencia a la compresión de la albañilería es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de la albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo, la perfección geométrica del ladrillo, la calidad del mortero empleado para el asentado del ladrillo y la calidad de mano de obra empleada. De todos los componentes anteriormente citados, los pertinentes a una norma de ladrillo son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo.*

CUADRO N° 3
CLASIFICACION DE LADRILLOS

Clasificación de los ladrillos	Resistencia a la compresión mínima (kgf/cm ²)
TIPO I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio mínimas.	60
TIPO II: Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.	70
TIPO III: Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.	95
TIPO IV: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.	130
TIPO V: Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.	180

Fuente: Norma ITINTEC 331.017.

De acuerdo a los resultados del cuadro N° 2, los ladrillos producidos con las tecnologías tradicionales empleando cascarilla de arroz eran de TIPO I, es decir de la más baja calidad. Como se puede apreciar en el cuadro N° 4, los ladrillos producidos con la nueva tecnología son de TIPO IV.

10 Norma ITINTEC 331.017: Elementos de arcilla cocida, ladrillos de arcilla usados en albañilería, requisitos.

2.3.1. En la preparación de la masa de ladrillo crudo

a) Amasado y mezcla

La preparación de la masa (amasado y mezcla) es un proceso importante porque de él depende la geometría final del ladrillo, que como se mencionó anteriormente, es una de las propiedades relevantes de su calidad. El amasado y la mezcla se realizan simultáneamente. Estas actividades anteriormente sólo se podían ejecutar en forma manual -con ayuda de algunas herramientas- y en promedio, una persona podía preparar suficiente masa para la fabricación de quinientos ladrillos en cuatro horas. Además, la mezcla debía dejarse reposar durante 24 horas antes de proceder al moldeo.

Para mejorar este proceso y la calidad del ladrillo se planteó la introducción de equipos mecánicos (mezcla y amasado) y la ceniza de cascarilla en la masa.

- *Uso de ceniza de cascarilla en la masa.* Luego de una investigación bibliográfica se encontró que las cenizas de cascarilla de arroz se usan en la producción de cemento. Para dar alguna utilidad a las cenizas de la cascarilla y reducir el problema que ocasionan estos residuos¹¹, se analizaron muestras de ceniza en laboratorios de Perú y Holanda¹² y se determinó un grado muy bajo de capacidad puzolánica. Para usar esta ceniza como insumo en la fabricación de cemento debe haber sido obtenida en una quema controlada con temperaturas inferiores a 700 °C, lo que no puede lograrse en los hornos ladrilleros, donde las temperaturas son cercanas a 1000 °C.

Por tal motivo, los trabajos posteriores se centraron en probar el uso de cenizas de cascarilla en la masa de los ladrillos moldeados. Normalmente los ladrillos moldeados a partir de arcilla pura se desmoronan al momento del secado, por eso algunos ladrilleros incluyen en la mezcla arena, aserrín o cascarilla de arroz para evitar este inconveniente y obtener ladrillos más livianos.

Los resultados de las pruebas en mezclas con ceniza de cascarilla fueron excelentes, pues se logró producir ladrillos con un mejor acabado, dimensiones uniformes y resistencia superior que los ladrillos que incorporan aserrín o cascarilla en su masa, como se aprecia en el siguiente cuadro.

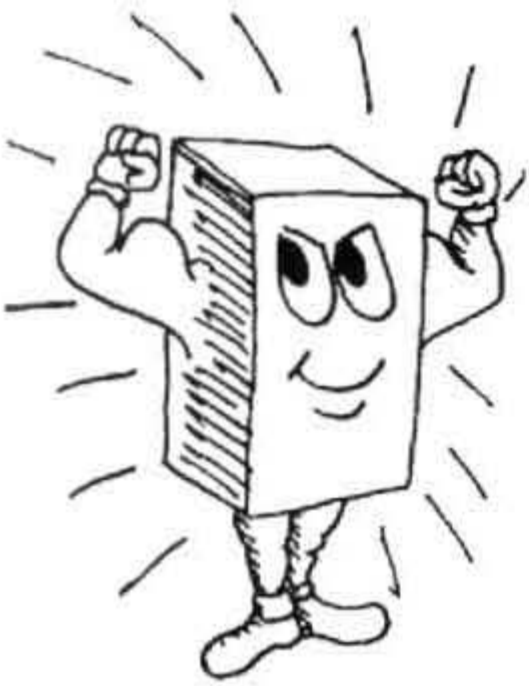
11 Normalmente los residuos de la quema se arrojan en zonas aledañas con la consiguiente contaminación del ambiente, más aún por la presencia de vientos que dispersan estos residuos hacia las viviendas. Algunos ladrilleros suelen enterrar estos residuos sólidos.

12 Los análisis se realizaron en los laboratorios de ARPL Tecnología Industrial S.A. (Perú) y de la Universidad de Delf (Holanda). Esta última ofreció su colaboración desinteresada.

CUADRO N° 4
PRUEBAS DE MEZCLAS

Clase de ladrillo	Tipo de mezcla	Resistencia a la compresión (kgf/cm ²)	Densidad (g/cm ³)
King kong tradicional	Con arena	75,5	1,61
King kong tradicional	Con aserrín	42,5	1,32
King kong tradicional	Con ceniza	50,5	1,45
King kong extruido	Con arena	169,0	1,47
King kong extruido	Con ceniza	160,5	1,35

Fuente: Elaboración propia, Programa de Energía de ITDG.



Si bien los ladrillos tradicionales fabricados con una mezcla de arcilla y arena tienen más resistencia, lo que permite clasificarlos fácilmente como ladrillos de tipo II, cada vez tienen menos aceptación en el mercado debido a su peso. Los usuarios finales -albañiles o maestros de obra- solicitan cada vez más ladrillos de bajo peso, lo que se logra incluyendo ceniza de cascarilla. Además, esta técnica mejora su resistencia al ser extruidos.

Una desventaja de esta técnica es el color final del ladrillo, que se ve un poco "pálido". Los ladrillos producidos con mezcla de aserrín tienen un color rojizo que los usuarios finales prefieren, pues piensan que están bien cocidos y que, por tanto, son más resistentes.

Para las mejoras en el proceso de mezcla y amasado se introdujeron equipos mecánicos (mezcladora/amasadora) accionados por un motor o una acémila, como ocurre en San Martín. Para de esta forma se reducir el tiempo de amasado, facilitar el duro trabajo manual del proceso e incrementar la producción.

Para usar este equipo se requiere previamente de una premezcla que se realiza en forma manual en un lugar cercano a la máquina y con una cantidad de agua menor a la que se requiere en el proceso final. Esta premezcla se vierte en la máquina y se agrega la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla más homogénea. Si se desea moldear los ladrillos de inmediato, es necesario recircular la mezcla por la máquina dos o tres veces para asegurar la homogeneidad del producto.



■ Mezcla con ceniza.



■ Mezcladora accionada por motor, en plena operación.

Los tipos de accionamiento usados en las mezcladoras fueron los siguientes:

- *Mezcladora con motor.* Esta máquina emplea una hélice “gusano” que es accionada por un pequeño motor de 12 HP, con un consumo de tres litros/hora de petróleo. Para su operación se requiere de la participación de dos personas y puede producir en una hora masa para quinientos ladrillos (aproximadamente 250 ladrillos/hora-hombre), mientras que manualmente, con un esfuerzo moderado, se producen en promedio 170 ladrillos/hora-hombre. Una ventaja adicional es que los ladrillos producidos con este equipo tienen mayor resistencia y mejor acabado en su geometría. La mezcladora se fabrica en el país y tiene un costo promedio de US\$ 2000.
- *Mezcladora con acémila.* Se basa en el mismo principio que la máquina anterior pero es accionada por una acémila. No se logró el éxito esperado, pues había frecuentes paradas debido al incrustamiento de piedras entre la hélice y la carcasa de la máquina. Además, tiene baja capacidad de producción y requiere de una persona que guíe la acémila. Por eso se desechó esta alternativa y se procedió al empleo de un motor para su accionamiento.

b) Moldeado / extrusión

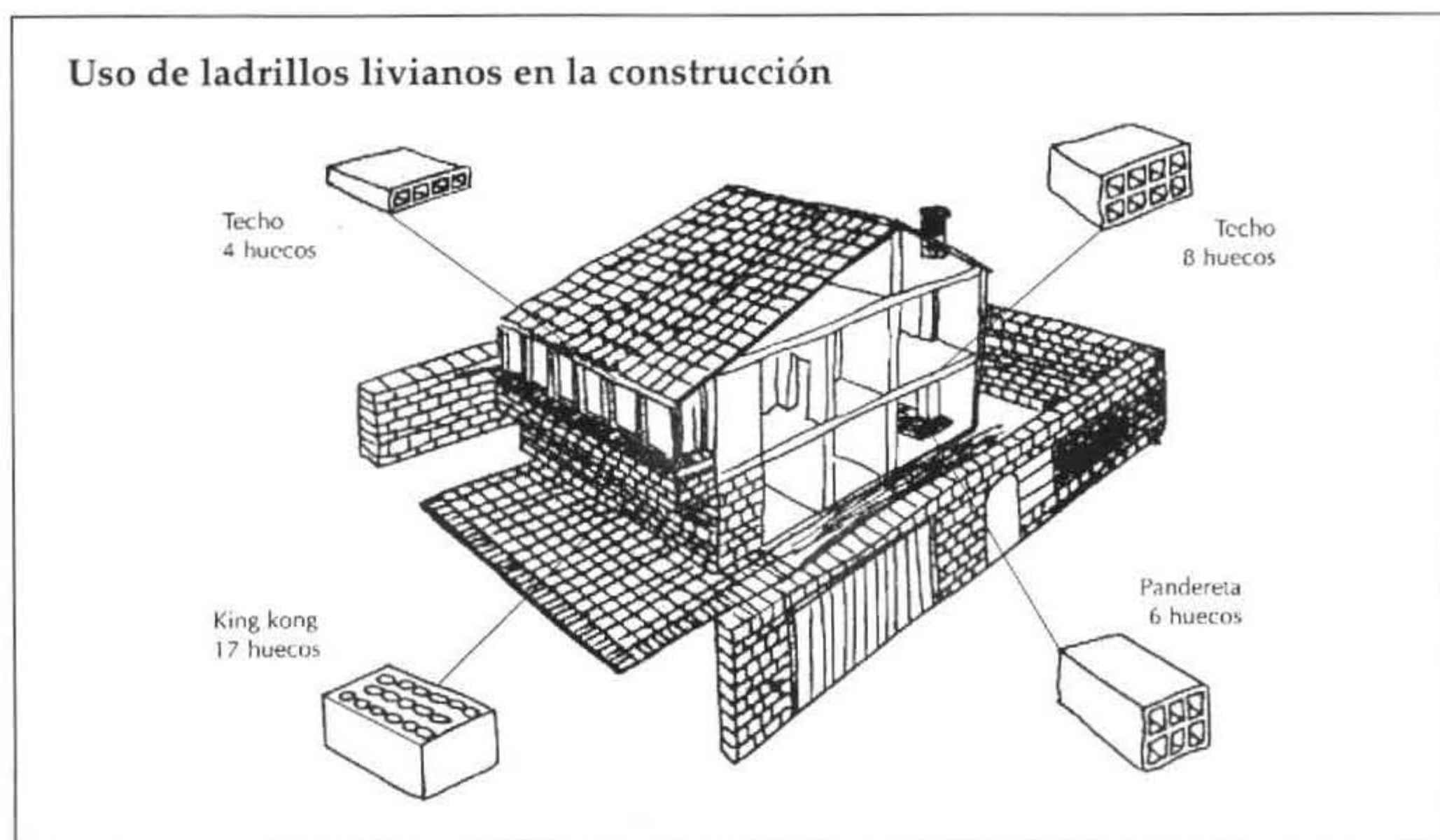
Los resultados de la sistematización nos indican que los ladrillos producidos tradicionalmente con cascarilla de arroz son de baja calidad. En algunos casos la resistencia es tan baja que no cumple con los requisitos mínimos que recomienda la norma peruana (60 kgf/cm²).

Para mejorar esta resistencia se propuso el empleo de pequeñas máquinas extrusoras manuales que permitieran incrementar la densidad del ladrillo y por tanto su resistencia. Estos ladrillos tienen una masa compacta y agujeros para una eficiente distribución del calor durante la quema.

Antes de la selección de la extrusora y de los equipos auxiliares, se visitaron ladrilleras del Alto Mayo y Lamas, en San Martín, que usaban estos equipos. Luego de un análisis de la producción de las máquinas, se seleccionó una extrusora manual similar a la utilizada por los ladrilleros en Lamas y se mandó fabricar una extrusora con una capacidad nominal de producción de 180 ladrillos/hora.

Esta extrusora requiere de tres personas para producir un millar de ladrillos por jornada laboral de ocho horas (aproximadamente 40 ladrillos/hora-hombre), mientras que manualmente se produce un promedio de 125 ladrillos/hora-hombre (ladrillo tradicional). La ventaja de los ladrillos producidos por la extrusora es que cuestan entre cinco y seis veces el precio de un ladrillo tradicional.

Sin embargo, si bien existe la tendencia a usar ladrillos más livianos, como la alternativa propuesta, todavía no hay una demanda creciente. Consideramos que es necesario un trabajo de información y difusión de las ventajas de estos ladrillos. Queda pendiente la aplicación del resultado obtenido mediante el empleo de la máquina extrusora.



El proyecto ha validado esta propuesta inicial: se ha comprobado¹³ que la resistencia a la compresión de los ladrillos moldeados con la extrusora alcanza niveles del tipo IV según la norma técnica nacional (160 kgf/cm² de resistencia a la tracción en ladrillos extruidos tipo king kong, con ceniza de cascarilla en su mezcla).

Esta máquina también puede producir ladrillos tipo pandereta y techo sólo con un cambio de molde. Estas técnicas se validaron en las pruebas de campo.

¹³ Ensayo de resistencia a la compresión, informe N° 200922, Laboratorio de Ensayo de Materiales de Construcción, Universidad de Piura.

- Moldeo con extrusora, para ladrillo tipo techo (ocho huecos).



c) Moldeado con "gaveras"

Para la fabricación de ladrillos tipo pandereta se ha introducido el uso de moldes manuales de madera ("gaveras"), con partes móviles que se retiran luego de verter la mezcla con el objeto de crear los agujeros en los ladrillos.



La técnica fue introducida en la parte final del proyecto y fue acogida con mucho entusiasmo. Se sabe que algunos ladrilleros han hecho réplicas de estos moldes y han realizado quemas, pero por razones de tiempo no se pudo hacer un mayor seguimiento o difusión.

2.3.2. En el proceso de quema

El uso de cascarilla de arroz ha implicado la identificación, validación, mejora y difusión de técnicas para quemar eficientemente los ladrillos. Como se sabe, los ladrillos acabados son el resultado de llevar hasta unos 1000 °C los ladrillos crudos. Para hacer más eficiente el quemado se puede incrementar el aislamiento de las paredes del horno y/o mejorar la distribución de calor entre los ladrillos y alimentar el horno con la cantidad adecuada de combustible, según su capacidad.

El proceso de quema con cascarilla, es el siguiente:

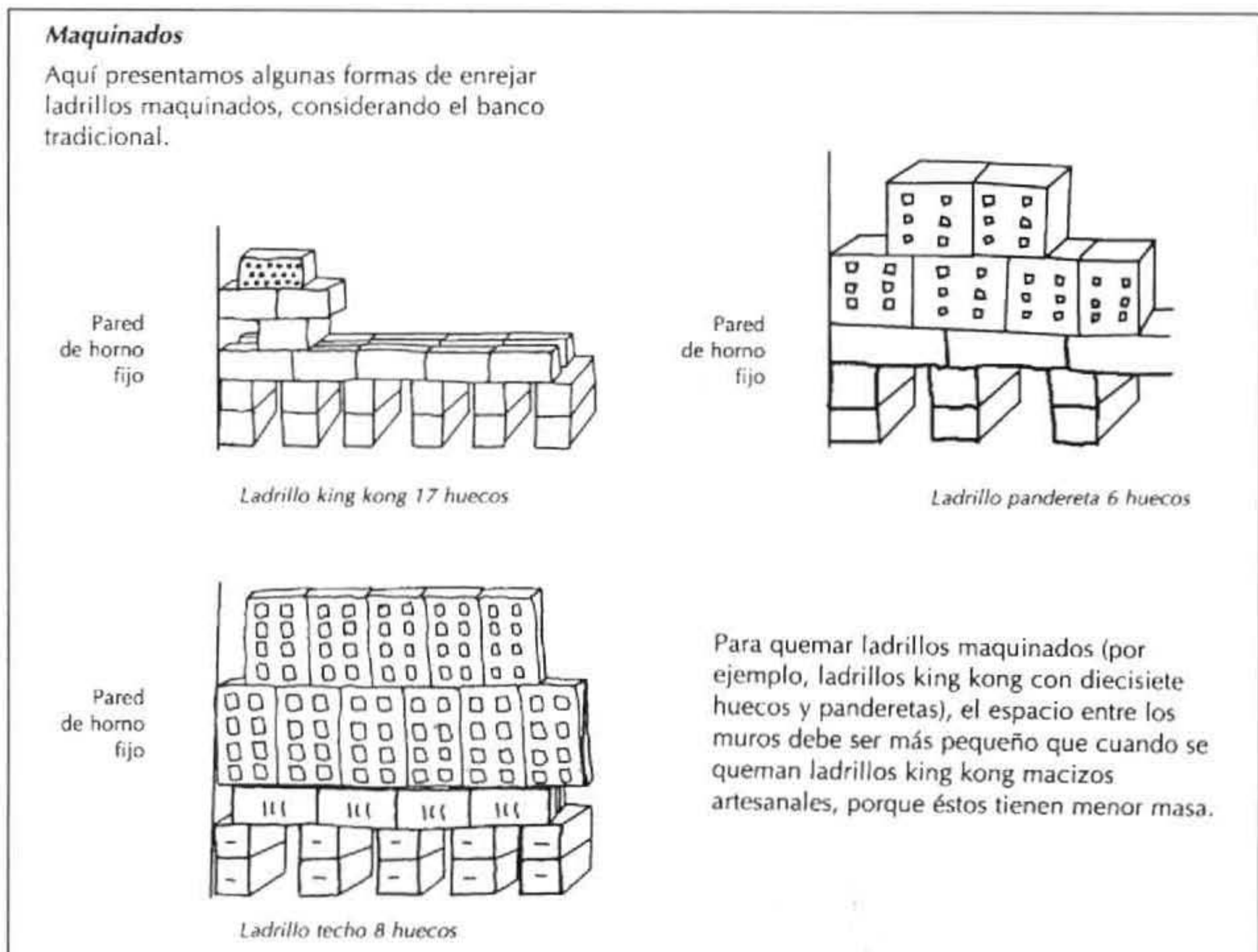
- Inicialmente el horno se llena o carga con ladrillos crudos acomodados, formando muros paralelos casi tan altos como las paredes del horno¹⁴. La carga se realiza por las puertas laterales. Una vez llenado el horno, estas puertas se tapan con ladrillos cocidos y se empasta exteriormente con barro. Normalmente este trabajo tarda un día.
- Luego se vierte cascarilla hasta llenar todos los espacios libres entre los ladrillos y las paredes del horno, dejando la parte superior descubierta para permitir la salida de los gases de combustión.
- Se enciende el horno por las bocas u orificios periféricos que se dejaron con este propósito en las paredes del horno al nivel del piso.
- Una vez iniciada la combustión, y conforme ésta avanza, el volumen de cascarilla se reduce sustancialmente, transformándose en ceniza que debe removerse regularmente para que se asiente en el fondo del horno. La recarga de cascarilla se realiza por la parte superior del horno, aproximadamente tres veces al día.
- Además del flujo de combustible (cascarilla), es importante controlar el flujo de aire y la temperatura para evitar que los ladrillos se sobrequemen o "recochen".
- La etapa anterior se repite durante seis días, después de lo cual se deja enfriar el horno por dos días. En ese momento queda listo para su descarga. Durante la ejecución del proyecto se realizaron pruebas en diferentes tipos de hornos: horno de prototipo de pruebas, horno de paredes fijas y horno de paredes postizas (horno postizo).

14 El apilado en las primeras filas se hace de una manera especial, facilitando el ingreso de aire a través de las bocas. Este arreglo se conoce como "el banco" y se hace con ladrillos macizos. Estos ladrillos generalmente no alcanzan la temperatura adecuada de quema, por lo que quedan medianamente cocidos o "pálidos" y se incluyen en la siguiente quema para completar su cocción.

a) Horno prototipo de pruebas

Fue construido en La Huaca como centro piloto demostrativo¹⁵ para facilitar las pruebas y validar la tecnología. Se efectuaron ensayos de quema empleando diferentes técnicas y se obtuvieron los siguientes resultados:

- Ahorro de combustible¹⁶ del orden del 20%, usando una mezcla refractaria de arena, arcilla, melaza de caña y agua (proporciones 2:1:1:2). Esta mezcla se aplica en las paredes interiores del horno para reducir las pérdidas de calor y se usa sólo en hornos fijos.
- Se probaron y validaron las geometrías tradicionales de carga de ladrillos crudos al interior del horno (denominado "enrejado"). En general, ninguno de los arreglos tiene ventajas sobre el otro. Una alternativa razonable que permite una mayor quema de ladrillos es el "enrejado de 1 1/2"; es decir, con muros de un espesor igual a la suma de largo y ancho del ladrillo.



15 El horno fue construido con adobes ligados con barro con dos compartimentos de 3 x 3 x 3 metros para dos quemas simultáneas, considerando que el cubo es la geometría más adecuada para favorecer una quema eficiente, además de su fácil construcción. El costo de este horno fue de US\$ 570.

16 El gasto en cascarilla en una quema de cinco millares de ladrillos (capacidad de un compartimento del horno prototipo) es de S/. 140 (1 US\$ = S/. 3.5).



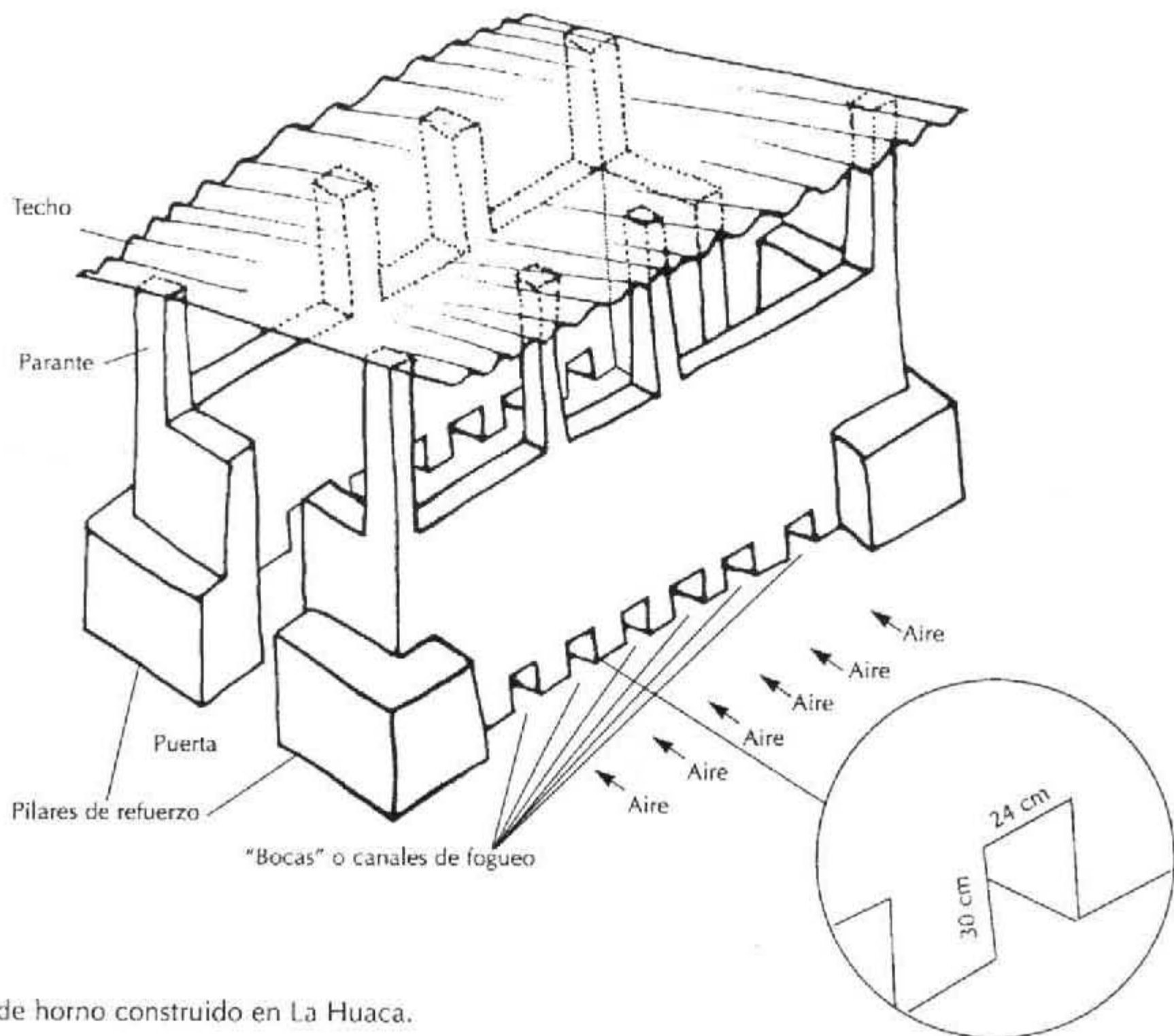
■ Horno de pruebas, completamente cargado y listo para iniciar la quema.



■ Horno de pruebas, en pleno proceso de ensayos.

- El uso de ceniza de cascarilla de arroz en la masa de los ladrillos les otorga mayor resistencia y mejor acabado en su geometría con respecto a los ladrillos que emplean aserrín o cascarilla en su masa.
- Los ladrillos obtenidos a partir de moldes extruidos tienen una alta resistencia (tipo IV) y son más uniformes en su geometría. Por lo general, los ladrillos moldeados a mano tienen poca resistencia y apenas cumplen con las especificaciones de un ladrillo de tipo I de acuerdo a la norma técnica nacional.

El horno fijo tiene las siguientes partes:



Ejemplo de horno construido en La Huaca.

b) Horno fijo

Los hornos fijos son más duraderos y eficientes y permiten la construcción de una cubierta protectora para la lluvia pero son más costosos. Estos hornos tienen una capacidad de quema de más de cinco millares de ladrillos y pueden hacerse de adobes o de ladrillos sobrequemados ("recochos" o "recochados") ligados con barro, dejando en la parte inferior de las paredes, bocas o canales que sirven para el encendido, flujo del aire y retiro de cenizas.

- Horno fijo replicado en Mórrope, Lambayeque, para quema con cascarilla.



- Quema con aceite quemado.

- Quema con leña de algarrobo.

Los ladrilleros de La Huaca y Lambayeque replicaron las técnicas de construcción del horno de prueba, pero en hornos de menor altura (2 m) con capacidades de cuatro millares, a un costo de US\$ 250 y de ocho millares a un costo de US\$ 500. Estos costos incluyen la mano de obra del dueño, equivalente al 30% del total.

Los hornos fijos consumen entre ochocientos y mil kilogramos de cascarilla para la quema de un millar de ladrillos. El cuadro 5 muestra los consumos y costos de diferentes combustibles usados en pequeñas ladrilleras, según los resultados de este proyecto y de otros realizados por ITDG.

CUADRO N° 5

CONSUMO Y COSTOS DE DIFERENTES COMBUSTIBLES USADOS EN LADRILLERAS PEQUEÑAS

Combustibles	Cantidad	Unidad	Total ¹⁷ (soles/millar)
Cascarilla	12,0	Tonelada	30,0
Leña	8,5	Tonelada	51,8
Guano	20,0	Quintal	
Leña	4,5	Tonelada	36,1
Aserrín	112,0	Quintal	
Guano	20,0	Quintal	
Carbón mineral	2,7	Tonelada	42,3
Aceite quemado	37,0	Galón	
Gasolina	1,3	Galón	
Guano	20,0	Quintal	
Carbón mineral	1,3	Tonelada	34,1
Leña	2,5	Tonelada	
Guano	20,0	Quintal	
Aceite quemado	275,0	Galón	27,5
Aserrín	112,0	Quintal	
Gasolina	5,0	Galón	
Guano	20,0	Quintal	
Alquiler de quemador	1	equipo	

Fuente: Elaboración propia, Programa de Energía de ITDG.

En el cuadro se puede observar que la quema con aceite quemado y con cascarilla son las alternativas que otorgan mejores resultados económicos por unidad de ladrillo producido. Por tanto, serían las alternativas más atractivas para los pequeños ladrilleros de la costa norte. Sin embargo, hay otros factores que hacen que la cascarilla sea la alternativa con mayor opción y con potencial de replicabilidad en la zona.

17 El costo por millar se determinó a partir de una quema de catorce millares de ladrillos (1 US\$ = S/. 3.5).

El cuadro 6 muestra las ventajas y desventajas del uso de la cascarilla y el aceite quemado en las pequeñas ladrilleras.

CUADRO N° 6

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE CASCARILLA Y ACEITE QUEMADO

Combustible	Ventajas	Desventajas
Cascarilla de arroz	<ul style="list-style-type: none"> • Es una fuente renovable y gratuita en épocas de cosecha. Las cenizas son reciclables. • En la zona norte hay suficiente producción de cascarilla de arroz para satisfacer la demanda de los ladrilleros. • Es la mejor alternativa para hornos pequeños (con capacidad inferior a diez millares de ladrillos) y para hornos postizos. • Permiten un trabajo simultáneo durante la quema, preparación de la masa y moldeo de ladrillos. • Las técnicas aplicadas son sencillas y fáciles de entender. 	<ul style="list-style-type: none"> • El proceso de quema dura un promedio de seis días, lo que no permite obtener el producto rápidamente. • El costo de la cascarilla no es fijo: varía según la época (cosecha o siembra). • En hornos grandes (más de diez millares), el costo por millar de ladrillo es ligeramente mayor que con aceite quemado. • El usuario final tiene la idea errónea de que el ladrillo quemado con cascarilla no es bueno.
Aceite quemado	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de menos tiempo para la quema: en un día se puede realizar la quema de un horno de diez millares de capacidad. • Es ventajoso en hornos con capacidades superiores a diez millares de ladrillos. • En caso de existir una sobredemanda, con esta técnica se tiene una capacidad de respuesta más rápida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Su aplicación no es rentable en hornos pequeños. • Es necesario contar con un quemador con un costo aproximado de US\$ 2500, monto que supera las posibilidades de la mayoría de ladrilleros artesanales. • Se requiere de dos personas en forma permanente como mínimo para el control de la quema. Una de ellas debe estar especializada en el manejo del equipo. • Es un recurso no renovable y requiere de otro combustible para el accionamiento del motor del quemador.

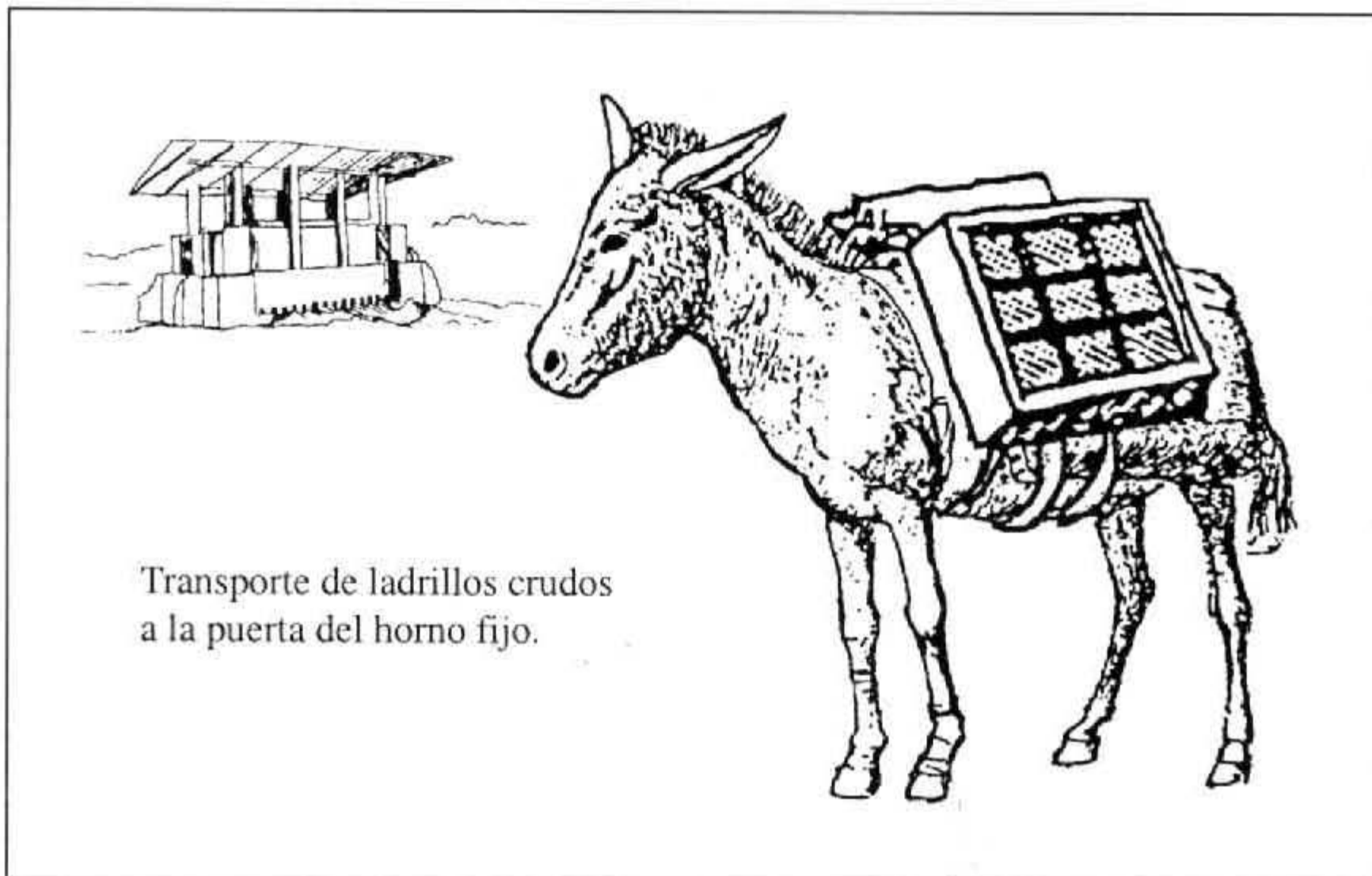
Fuente: Elaboración propia, Programa de Energía de ITDG.

c) Horno postizo

Una ventaja de usar cascarilla de arroz como combustible es que permite quemar los ladrillos contenidos en un simple cubo con paredes hechas de ladrillos cocidos y cubriéndolos únicamente con cascarilla. Este tipo de horno se denomina "postizo" o "temporal" y se puede armar en cualquier lugar.

Para su construcción se usan ladrillos de desecho con una cubierta exterior de barro -lo que los convierte por algunos meses en hornos fijos- pero pueden ser desarmados fácilmente. En general, este tipo de hornos es una simple construcción de ladrillos corrientes sin pegar, con algunos canales o bocas de combustión en la parte inferior. Debido a que la altura de estos hornos no sobrepasa los dos metros, no se requiere de mucho esfuerzo para recargar la cascarilla o para retirar la ceniza durante la quema. Terminada la quema se saca la ceniza y para facilitar la descarga de los ladrillos basta desarmar dos paredes. La ceniza obtenida servirá para mejorar la consistencia de la mezcla y aligerar el peso final del ladrillo.

Mientras que en el caso de los hornos fijos es necesario transportar los ladrillos crudos para lo cual suelen usar asémilas, en los hornos postizos éstos están cerca del horno. Como dicen los ladrilleros, "son hornos que van a los ladrillos". Esto los hace adecuados en lugares donde los ladrilleros son migrantes, no tienen la propiedad de la tierra, no disponen de recursos para construir un horno fijo, trabajan en unidades familiares y su producción no excede los cinco millares de ladrillos por quema.



Este tipo de hornos se ha replicado mucho en Tumbes y Piura, donde tradicionalmente los ladrilleros realizan quemas pequeñas (entre cuatro a cinco millares de ladrillos) y trabajan en unidades familiares.

- Enrejado de ladrillos crudos para la quema con horno postizo.



- Apilando con ladrillos de desecho el contorno.



- Cargando el horno postizo con cascarilla de arroz.

- Horno postizo, listo para el inicio de la quema.



- Agregando la cascarilla durante el proceso de quema.

- Retirando la ceniza de la cascarilla, la cual será utilizada en la mezcla.



El costo de un horno postizo es aproximadamente diez veces menor que el de un horno fijo, pero su consumo de cascarilla es ligeramente mayor: en promedio, 1100 kilogramos de cascarilla por millar de ladrillos. Como ya se mencionó, la quema tarda un promedio de seis días (sin incluir la carga y el período de enfriamiento).

La desventaja de estos hornos es que no están protegidos de la lluvia y que son menos eficientes y duraderos que los hornos fijos. Sin embargo, en hornos de pequeñas capacidades (menos de cinco millares por quema) son más económicos y de fácil construcción, lo que ha permitido que algunos trabajadores contratados por dueños de hornos puedan realizar sus propias quemas.

Participación de los beneficiarios

3.1. Sobre la organización beneficiaria

Los productores ladrilleros que se encuentran en el ámbito de influencia del proyecto tienen en la problemática de la tenencia de la tierra uno de los principales factores que impulsan acciones grupales. Alrededor de ella se han venido dando algunos pasos para realizar la actividad productiva (preparación de la tierra, moldeado y quemado) y para acceder al mercado (manejo de precios y demanda). Sin embargo, estas acciones no se habían plasmado en una estructura organizativa que permitiera una participación con una meta u objetivos comunes para los productores de La Huaca.

Dos factores que contribuyeron a la formación de una organización fueron el problema de la propiedad de las tierras y el fenómeno El Niño (1998). En ambos casos los problemas ocasionados eran de tal magnitud que las acciones individuales tenían poco éxito y por tanto surgió la conveniencia de organizarse y emprender tareas conjuntas.

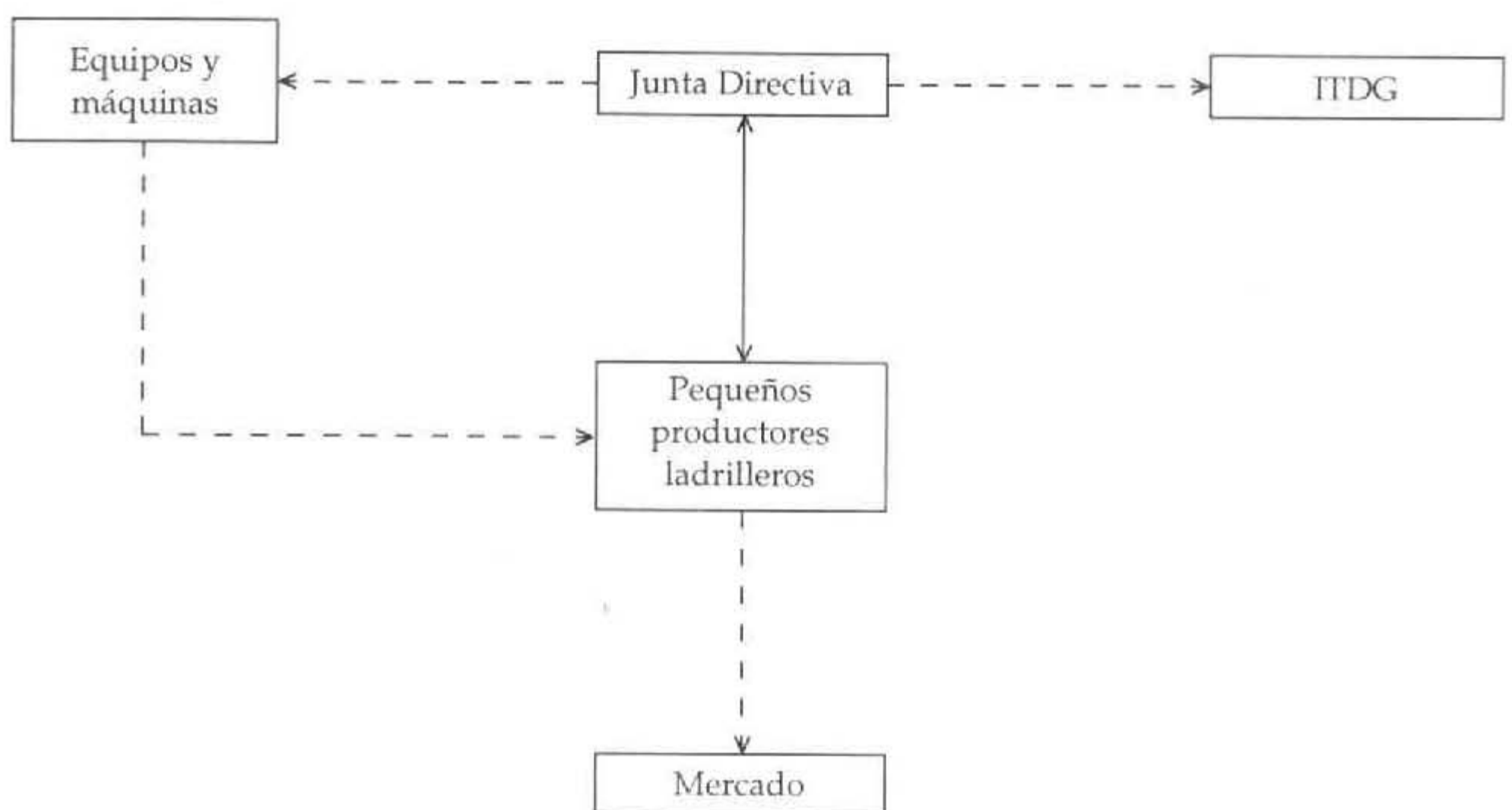
Cuando se inició el proyecto, los ladrilleros ya estaban constituidos en torno a la Asociación de Ladrilleros "Yawar Huaca", que surgió como una iniciativa para ordenar su incursión en el mercado. De esta manera podrían ofrecer sus productos en condiciones más justas, sin entrar a una competencia desleal (venta del producto por debajo de su costo, mala calidad, etc.). Sin embargo, los objetivos de la Asociación no llegó a consolidarse y más bien tendió a empeorar en la medida que el accionar de los dirigentes se apartaba del compromiso de llevar adelante a la organización con un beneficio común. Ello trajo consigo conflictos y desorganización.

Ante este panorama, el proyecto asumió la tarea de apoyar el proceso de organización, buscando promover una definición de funciones en los productores a partir de la experiencia acumulada con la asociación. Así, se ensayó una evaluación rápida de las características organizativas, analizando las causas que produjeron el desorden y el regreso al individualismo.

A través del proyecto se fue identificando a las personas que, por su trabajo al interior de la comunidad, eran respetadas o reconocidas como líderes. Inicialmente este grupo estuvo compuesto por dieciocho personas, con quienes se analizaron tres aspectos claves en la participación y organización de los ladrilleros: cómo había funcionado la organización (**antes**), cómo está funcionando (**ahora**) y cómo se cree que debe funcionar (**perspectivas para el futuro**).

Esta primera evaluación sirvió para identificar algunos problemas -que pese a ser conocidos, no fueron asumidos en su debido momento por los líderes o directivos- y para establecer prioridades. El problema de las tierras, el uso de equipos que facilitaran el trabajo y redujeran costos, así como el fortalecimiento de la organización, eran aspectos que se debía considerar si se deseaba tener un grupo que no sólo produjera ladrillos, sino que tuviera más posibilidades de incursionar en la actividad comercial. Entonces, el esquema organizativo incorporó a ITDG.

ESQUEMA DE LA ASOCIACIÓN DE LADRILLEROS "YAWAR HUACA"



■ Reunión con los ladrilleros de La Huaca, Piura.



■ Encuentro regional de ladrilleros artesanales.

■ Pasantías entre ladrilleros de la Huaca, Salitral, Cerro Mocho y Catacaos.



Con el aporte de personal especializado en el área de las ciencias sociales, el proyecto fue apoyando y fortaleciendo la función de los directivos. Sin embargo, durante el proceso se notó la presencia de pugnas entre productores que no permitieron avanzar en el fortalecimiento de la organización. Frente a ello, se planteó una propuesta para reglamentar el accionar de los directivos y de los socios en la asociación.

Esta propuesta implicó la rotación de personas en la junta directiva. Estos cambios trajeron consigo algunos aspectos positivos, lo que permitió una mejor coordinación y una mayor participación en el desarrollo del proyecto. Sin embargo, el proceso de organización todavía era lento y continuaron presentándose problemas internos, muchos de ellos de índole personal, lo que refleja la idiosincrasia de los ladrilleros. Ello, lógicamente, rebasó los límites del proyecto.

Pese a ello, se ha ido involucrando a los productores en la posibilidad de plantear la conformación de una organización más formal, con una visión empresarial. En este sentido, pero manteniendo la estructura de la asociación, se ha apoyado el fortalecimiento organizacional mediante talleres de capacitación, reuniones y charlas sobre aspectos relacionados con el liderazgo de algunos representantes. Esto ha sido promovido por el proyecto en la medida que se iban encontrando fuertes vacíos en la toma de decisiones, especialmente con respecto al uso de los equipos.

Se procuró identificar los intereses comunes de los asociados. Así se comprobó que, además de la tenencia de tierras, un interés común era la necesidad de un camión para el transporte de insumos y productos, pues permitiría reducir sustancialmente los costos de producción.

Actualmente la asociación "Yawar Huaca" está atravesando un momento importante, pues se ha convertido en un instrumento que permite a los ladrilleros gestionar la seguridad de sus tierras -ninguno de ellos tiene título de propiedad- y acceder a servicios comunes, como el transporte de sus ladrillos y/o el aprovisionamiento de insumos.

Asimismo, los líderes naturales están comprendiendo mejor la importancia de su función, responsabilidades y capacidades, para difundir el uso alternativo de la cascarilla de arroz como fuente de energía.

- Organización de ladrilleros de la Huaca realizando pruebas con la mezcladora a tracción animal (acémila).



- Intercambio de experiencias y prácticas sobre tecnologías para la utilización de la cascarrilla de arroz como combustible.

- Capacitación en el uso de las máquinas propuestas, para el mejoramiento de las técnicas de moldeo.



En consecuencia, los ladrilleros están asumiendo su papel y posición de una manera dinámica. En las últimas semanas del proyecto se dividieron en subgrupos y se ha acordado un calendario para usar las máquinas aportadas, lo que muestra una creciente independencia con respecto al proyecto.

Este proceso de fortalecimiento de la asociación es un primer paso hacia el objetivo de formar una organización empresarial. Para esta última se ha avanzado con los estatutos y el reglamento, e incluso se ha esbozado un esquema para su funcionamiento. Esta será una tarea para la organización en su conjunto, si se considera que dicha propuesta empresarial es la alternativa más adecuada para la consolidación de una organización más formal y sostenible.

3.2. Etapas y formas de participación

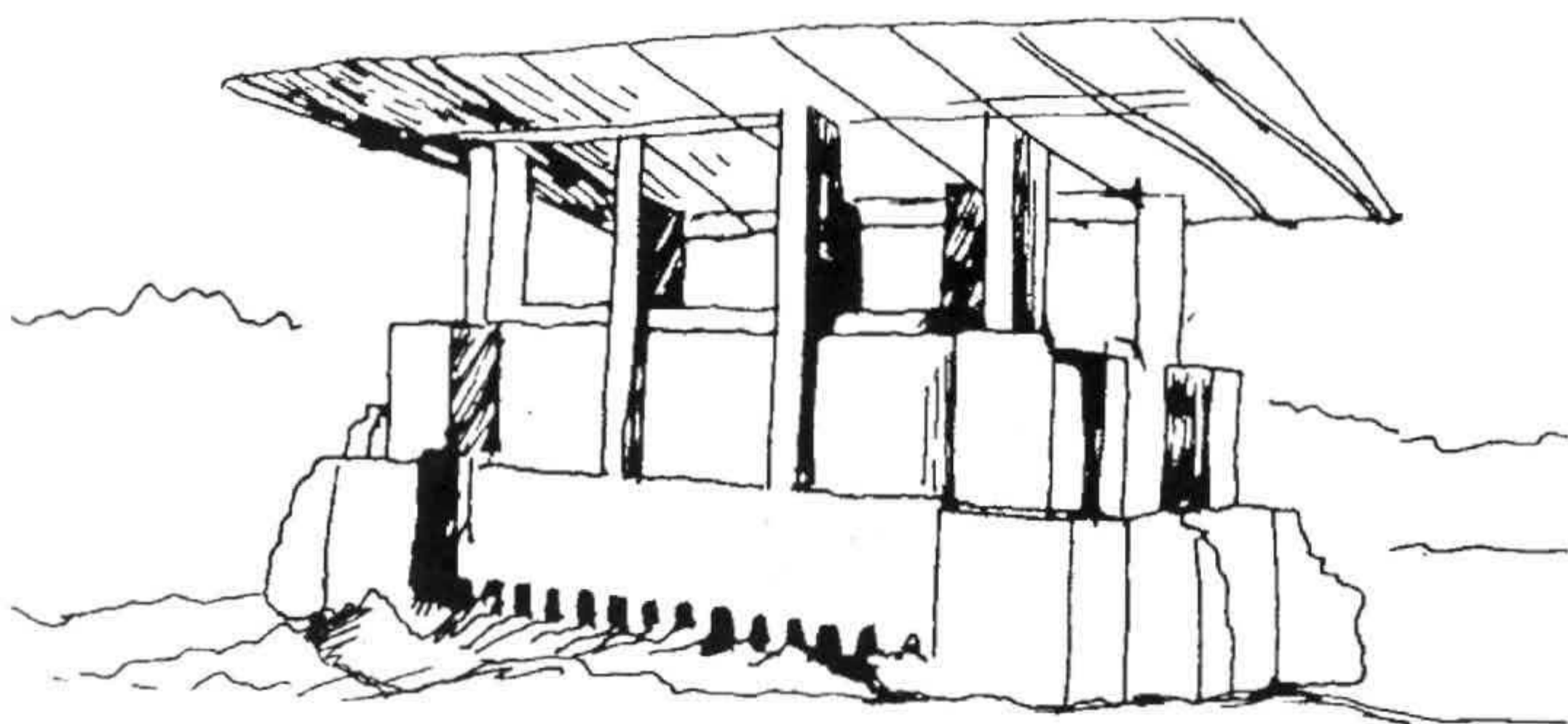
Los primeros ladrilleros que se vincularon al proyecto fueron los de La Huaca, con quienes ITDG ya tenía experiencia en la ejecución de un proyecto sobre el mismo tema.

Se disponía de información suficiente como para tener la certeza de que su interés por acciones en su beneficio correspondía a necesidades sentidas y auténticas, pues sus altos costos de combustible para quemar los ladrillos y la presión de la policía ante el uso de leña ilegal eran razones suficientes para impulsarlos a vincularse con el proyecto.

Una vez presentada la iniciativa del proyecto en forma oficial, se invitó a iniciar las actividades a aquellos que se sintieran en condiciones de trabajar en la construcción del horno fijo planeado. Posteriormente se construyeron un pozo de agua y una zona cubierta donde alojar y trabajar con las máquinas, así como para dar seguridad y protección a los ladrilleros en el área de producción.

En las primeras etapas del proyecto se realizó un recorrido identificando ladrilleras en distintos departamentos del norte, como Lambayeque, La Libertad, Tumbes y Piura. Como resultado se logró un acercamiento al trabajo cotidiano de los ladrilleros y se recopiló información sobre técnicas de construcción de hornos, formas de labranza y moldeo. Esto resultó muy útil en el intercambio de experiencias entre los ladrilleros y para los talleres de capacitación.

En la zona del proyecto, las mujeres no parecen actuar directamente en ninguna etapa ni proceso. Sin embargo, en otras zonas del Perú muchas mujeres no sólo actúan directamente en la fabricación de los ladrillos (moldeo, carga y descarga), sino que han llegado a ser reconocidas como empresarias prósperas.



Esquema del horno fijo diseñado por el proyecto.

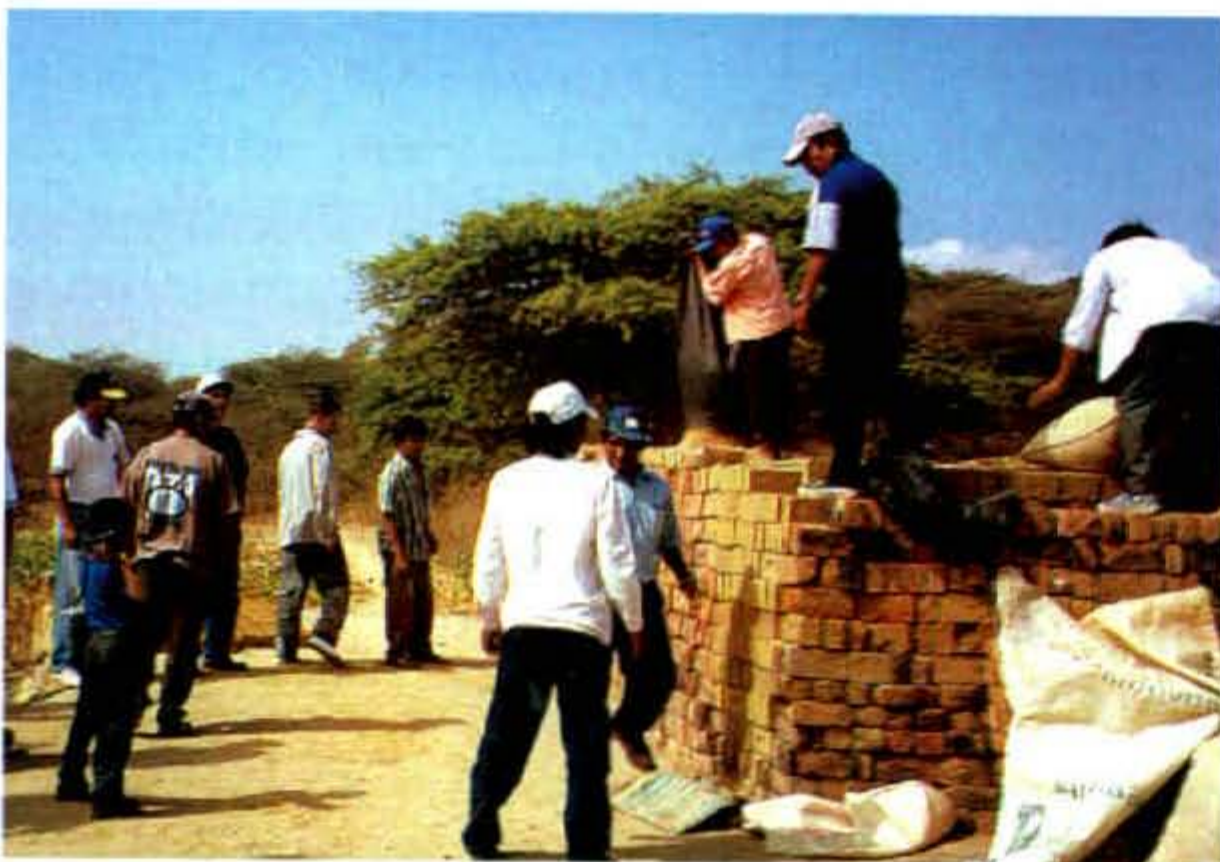
No es frecuente ver a mujeres o niños trabajando en las ladrilleras, ello sólo ocurre en las temporadas de vacaciones escolares, cuando algunos niños acompañan a sus padres. Cabe señalar que el aprendizaje del oficio transmitido de padres a hijos ocurre en estos períodos.

La participación de otros ladrilleros de la zona facilitó el intercambio de información y experiencias. Por ejemplo, los ladrilleros de Catacaos contribuyeron con técnicas para el enrejado de los ladrillos en el horno; los de Salitral incorporaron el uso de la ceniza de cascarilla en la mezcla de los ladrillos y aportaron el sistema de quema en hornos postizos. La participación de los ladrilleros de Tumbes y Cerro Mocho es destacable, porque rápidamente asimilaron las técnicas de quemado con cascarilla de arroz y las vienen usando con bastante potencial de replicabilidad.

Luego de culminado el proyecto se realizó un taller de divulgación en la ciudad de Tumbes, que tuvo gran acogida entre los ladrilleros de la región y las instituciones vinculadas al tema.



■ Taller de difusión realizado en Tumbes en agosto del 2001.



■ Durante el evento se realizó una quema demostrativa con un horno postizo, tecnología que ha tenido gran acogida entre los ladrilleros de la región.



■ Dicha actividad ha sido realizada después de culminado el proyecto, con el fin de promover la replicabilidad.

Gestión del proyecto

4.1. Análisis de la gestión

El proyecto fue ejecutado por miembros del equipo técnico del Programa de Energía de ITDG, bajo responsabilidad del Gerente del Programa, ingeniero Teodoro Sánchez.

La jefatura de las actividades específicas del proyecto estuvo a cargo del ingeniero Emilio Mayorga en su primera etapa¹⁸ y del ingeniero Mauricio Gnecco en su segunda etapa.

Para el trabajo de campo y la relación directa con los ladrilleros destacó al ingeniero Jorge Marquina, quien en la primera etapa residía en Piura. Al incrementarse las pruebas o quemas se hizo necesaria una mayor presencia de un encargado en el lugar, razón por la cual el ingeniero Marquina se trasladó a La Huaca, donde residió hasta el final del proyecto. Cabe señalar que este hecho trajo como resultado una mejor compenetración del técnico del proyecto con los beneficiarios, quienes lograron integrarse y comprender mejor sus dificultades. Ello facilitó la capacitación y transferencia de tecnología.

También participaron en actividades puntuales, ya sea en el aspecto técnico, de organización o de análisis económico, las siguientes personas: ingeniero Saúl Ramírez, sociólogo Rafael Escobar, socióloga Janet Velásquez y economista Manuel Gonzales; éste último en calidad de consultor para hacer el estudio económico de resultados.

18 Al término de la primera etapa, el ingeniero Mayorga aceptó la propuesta de dirigir un proyecto nacional de electrificación fotovoltaica y por esa razón se desligó de ITDG.

La gestión financiera involucró los mecanismos establecidos tanto por el Programa APGEP/SENREM como los correspondientes a ITDG en su área financiera. Los controles contables han cumplido su función, garantizando un manejo de los fondos a satisfacción general de las partes.

Las principales actividades desarrolladas en este proceso fueron las siguientes:

a) Primera etapa

Se inició con la elaboración del documento de proyecto y concluyó con la evaluación de medio término. Las principales actividades que se desarrollaron en esta etapa fueron:

- Sistematización de las técnicas de producción de ladrillos utilizando cascarilla de arroz.
- Determinación del poder calorífico de la cascarilla de arroz y la resistencia de los ladrillos producidos empleando diferentes combustibles. Asimismo, se determinó la capacidad puzolánica de las cenizas de cascarilla.
- Determinación del consumo específico de energía empleando cascarilla en la quema de ladrillos.
- Evaluación de diferentes máquinas mezcladoras y moldeadoras y selección de una extrusora accionada manualmente y de una mezcladora de arcilla.
- Diseño e inicio de la construcción de un horno prototipo de paredes fijas con capacidad para nueve millares de ladrillos.
- Elaboración de un plan de pruebas de quema con cascarilla, considerando diferentes arreglos para el llenado del horno y extracción de cenizas, así como el empleo de una mezcla refractaria para las paredes interiores del horno y la mejora en la eficiencia del proceso.
- Establecimiento de acuerdos para el trabajo conjunto entre los ladrilleros de La Huaca y los miembros del proyecto.

b) Segunda etapa

Con la información obtenida en la primera etapa, en este período se realizaron las siguientes actividades:



■ El Ing. Miguel Hadzich con el Ing. Emilio Mayorga durante la evaluación de medio término del proyecto.



■ Se introdujeron equipos para la mezcla y extrusión procedentes del departamento de San Martín.

- Culminación de la construcción del horno prototipo.
- Siete quemas con cascarilla de arroz, con la participación de los ladrilleros de La Huaca, Cerro Mocho y Salitral.
- Construcción de un ambiente para el área de máquinas (extrusora y mezcladora), además de otras facilidades para la fabricación de ladrillos, como el pozo de agua y la cantera.
- Demostración y capacitación a los ladrilleros involucrados en el proyecto sobre el uso de las máquinas instaladas.
- Difusión del uso de ceniza en la mezcla de los ladrillos.
- Viajes de intercambio de ladrilleros de Piura, Lambayeque y Tumbes, para desarrollar técnicas de transferencia.
- Talleres de fortalecimiento de la organización local.
- Encuentro regional de ladrilleros de Piura, Lambayeque y Tumbes.
- Monitoreo de las técnicas aplicadas a los ladrilleros involucrados en el proyecto.
- Estudio económico para la determinación comparativa de costos en la producción de ladrillos con diferentes combustibles.
- Edición y publicación de dos cartillas sobre quema con cascarilla de arroz.

4.2. Identificación de los principales factores internos y externos que afectaron el desarrollo del proyecto

a) Factores internos

Inicialmente se optó por atender el proyecto mediante un técnico de campo dedicado a tiempo completo al proyecto, cuyo lugar de residencia fue la ciudad de Piura, a 45 minutos de La Huaca. Evidentemente esta decisión dificultó el inicio del proyecto en La Huaca, pero facilitó el establecimiento de la línea de base y el contacto con ladrilleros de otras zonas, pues el técnico viajaba de un lugar a otro y tenía como centro Piura.

Se asumió en forma optimista que la organización existente en La Huaca podía rápidamente tener un enfoque empresarial. Sin embargo al interior de la organización y de la comunidad en general, existían -y todavía se mantienen- disputas y viejas rivalidades que impidieron la formación de una organización bien consolidada y respaldada por todos sus miembros.

Lo ideal hubiera sido que el jefe de proyecto se mantuviese a lo largo de todo el proceso, pero no se pudo evitar la salida del ingeniero Mayorga. El cambio de jefatura a mitad del proyecto también retrasó el normal desarrollo de las actividades.

El trabajo de la socióloga del equipo técnico reforzó los aspectos sociales (organización, mentalidad e iniciativa) de los ladrilleros de La Huaca. De igual forma se identificaron diversos tipos de organización y formas de manejo interno que se evaluaron y fortalecieron, como es el caso de Salitral, Cerro Mocho y Catacaos. Esto facilitó el desarrollo de actividades de capacitación y transferencia de tecnología.

b) Factores externos

Los efectos de las lluvias durante algunos meses de 1999 y 2000 retrasaron sustancialmente la construcción del prototipo de horno fijo y las pruebas de quema, afectando el desarrollo general del proyecto. Era realmente frustrante para todos ver que pasaban los días con lloviznas y los ladrillos para las pruebas no secaban. Como resultado, se disminuyeron algunas quemadas y por tanto se redujo el volumen de información técnica con respecto a la estadística del consumo de cascarilla, distribución de temperaturas y otros.

Otro factor externo que afectó la producción de los medios de difusión fue la pérdida del material de vídeo correspondiente a toda la construcción del horno fijo de pruebas. Las imágenes que se obtuvieron tenían como propósito editar un vídeo educativo mostrando los aspectos claves de la técnica para la construcción de estos hornos. Lamentablemente, una falla electrónica en la cabeza lectora de reproducción introdujo una señal que anuló las imágenes y sonidos grabados, con lo que se perdieron seis horas de grabación.

4.3. Mecanismos de coordinación establecidos

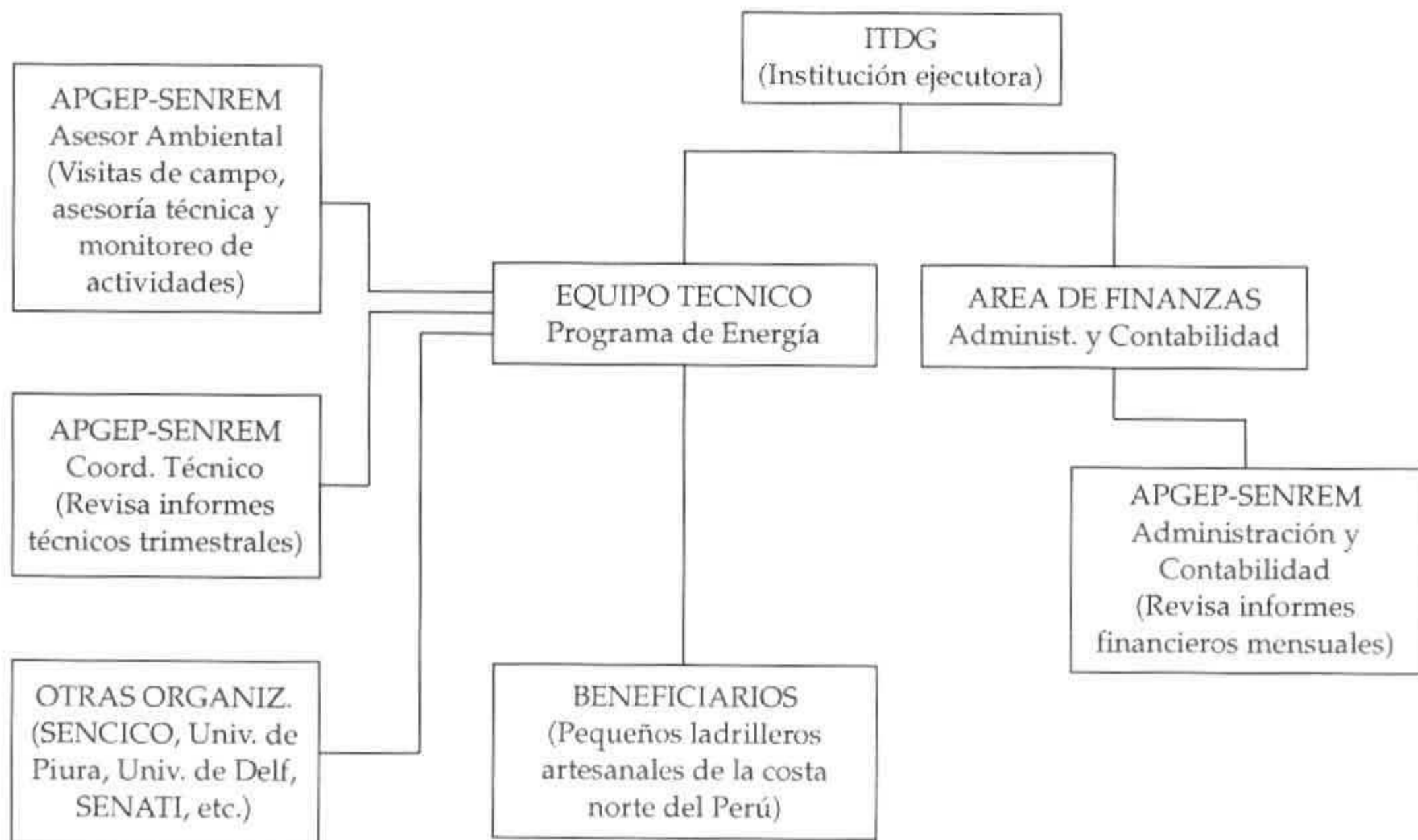
Las coordinaciones entre el jefe de proyecto y el técnico encargado de campo se realizaban a través de documentos escritos, reuniones y conversaciones telefónicas. Esta información se debía contrastar con lo planificado y se complementaba con la supervisión periódica del jefe de proyecto.

El técnico de campo enviaba informes de avance del proyecto quincenalmente, y en algunos casos semanalmente. Asimismo, el jefe del proyecto se encargaba de consolidar esta información para su posterior envío al Programa APGEP-SENREM. Trimestralmente se presentaba al Programa un informe de avance del proyecto, incluida la parte financiera. Estos informes estaban debidamente documentados y de acuerdo a los formatos establecidos.

Las coordinaciones con el Programa APGEP-SENREM se establecían principalmente -en lo que concierne a la ejecución- con las visitas periódicas del asesor ambiental, Ing. Enrique Wangeman y -en la parte financiera- con la contadora Sra. Martha Puga a través de reuniones, conversaciones telefónicas y documentos escritos.

Asimismo, se ha coordinado con instituciones como SENATI, SENCICO, Universidad de Piura y Universidad de Delf (Holanda).

DIAGRAMA DE INTERACCIONES INSTITUCIONALES



Sostenibilidad

Los resultados obtenidos y el impacto logrado por el proyecto, así como las técnicas y métodos adquiridos por los ladrilleros vecinos a la zona del proyecto, indican que la sostenibilidad está asegurada. A continuación se describe la sostenibilidad del proyecto en sus diferentes aspectos:

5.1. Técnica

La tecnología parte de insumos renovables aprovechados racionalmente: no se usa más de lo que se produce. Hay un alto potencial de cascarilla de arroz (46 000 t/año en Tumbes y Piura) que puede satisfacer la demanda de este insumo por los pequeños ladrilleros. El uso de cenizas de la cascarilla en la preparación de la masa de los ladrillos contribuye a la sostenibilidad técnica del proyecto.

Las técnicas de producción de ladrillos artesanales con cascarilla de arroz son sencillas y de fácil aprendizaje. Luego de instalada una unidad de producción en una zona favorable al uso de cascarilla, estas técnicas son utilizadas y/o replicadas rápidamente por los ladrilleros vecinos. Los ladrilleros capacitados vienen trabajando en forma continua con las técnicas aprendidas y los demás han adaptado sus hornos para quemar con cascarilla, lo que sustenta la sostenibilidad de la propuesta.

Uno de los riesgos que deben considerarse es que los terrenos puedan usarse para la agricultura, especialmente si hay planes o programas

que incentiven dicha actividad. Ello se puede compensar cambiando la zona de trabajo por otras donde no se contraponga la pequeña industria ladrillera con la agricultura u otra actividad.

5.2. Social

Los beneficiarios del proyecto han asumido como propios los métodos y técnicas para la fabricación de ladrillos desarrollados en el proyecto. Para responder a la iniciativa de los ladrilleros de Salitral por mejorar el armado de los ladrillos en el horno se hicieron diferentes pruebas hasta lograr una distribución adecuada.

El proyecto se inició con un horno piloto y terminó reforzando el horno postizo debido a las demandas y necesidades de los ladrilleros. Hay requerimientos de asistencia técnica de los ladrilleros de Cerro Mocho, quienes quieren incorporar las técnicas desarrolladas por el proyecto.

Para asegurar la sostenibilidad en este aspecto se organizaron talleres regionales de intercambio, donde los mismos ladrilleros sometieron a prueba y demostraron la conveniencia de ciertos cambios tecnológicos. Estos cambios están relacionados con la mejora de sus ingresos, la eliminación de las tensiones por la acción de la policía ante el uso ilegal de la leña, ladrillos de mejor calidad, ahorro de esfuerzo físico y flexibilidad para usar uno u otro tipo de combustible según varíe su precio o disponibilidad.

5.3. Económica

Los ladrilleros cuentan con conocimientos y capital que les aseguran la rentabilidad de sus productos. El uso de cascarilla como combustible permite obtener un beneficio económico superior al de la leña. Por ejemplo, en Tumbes el costo de quemar con cascarilla es aproximadamente 50% del costo de quemar con leña. Cabe indicar que, en este caso, la cascarilla tiene un precio muy reducido frente a la leña.

En algunas épocas (período de cosecha) puede encontrarse la cascarilla a costo cero. Incluso los productores de arroz ruegan a los ladrilleros que se lleven la cascarilla. Pasado este período, cuando la cantidad de cascarilla se va reduciendo, su costo se va incrementando. Esto se podría aprovechar si se promueve la instalación de almacenes de cascarilla para aprovechar el costo de oportunidad y tener ese recurso a bajo precio en forma permanente.

En lugares lejanos a los lugares de producción de arroz, donde es necesario pagar fletes, este porcentaje se reduce, pero en la mayoría de casos se reporta un beneficio. En términos de utilidades, el incremento es de 60% en promedio, aunque en algunos casos llega hasta un 120% por el uso de cascarilla.

La sostenibilidad económica está asociada directamente con la reducción en los costos de producción de ladrillos, que en materia de combustible alcanza 50% ó más. Por ejemplo, en Tumbes, la quema de cinco mil ladrillos con leña tiene un costo en combustible de US\$ 70, mientras que con cascarilla ese costo tan sólo llega a US\$ 25 que corresponde al flete, pues por lo general el costo de oportunidad de la cascarilla es cero.

El tipo de ladrillo tradicional elaborado por los ladrilleros en Piura, Lambayeque, Tumbes y La Libertad es el tipo king kong macizo producido manualmente. En cambio no se producen ladrillos que incorporen mezclas livianas y/o maquinados con agujeros, con excepción de aquellos de tres huecos destinados a techos. Para fabricar los ladrillos con huecos se necesitó una inversión inicial alta, pero en compensación sus precios de mercado son superiores a los que se producen manualmente. Por ejemplo, un millar de ladrillos king kong macizos tiene un precio de venta promedio en boca de horno de S/. 100, mientras que los ladrillos king kong extruidos con agujeros se venden en el mercado local hasta en S/. 600.

5.4. Ambiental

La sostenibilidad ambiental se fundamenta en primer lugar porque la cascarilla es una forma de energía renovable (biomasa de rápido crecimiento), en comparación con el aceite quemado (recurso no renovable) o la leña de bosque seco, que a pesar de ser renovable es biomasa de lento crecimiento. Asimismo, el proyecto ha encontrado, mejorado y difundido técnicas para reducir el consumo de energía en la quema de ladrillos. Así, tenemos que en los hornos iniciales se requería de un promedio de 4,6 MJ/kg y los hornos difundidos logran un promedio de 4,0 MJ/kg, lo que indica un aumento del 24% en la eficiencia energética. En términos prácticos, esta mejora de la eficiencia implica una reducción en el uso de combustible y por tanto una reducción de los gases de efecto invernadero.

A menudo la cascarilla de arroz se quema sin ningún uso energético. Su empleo en ladrilleras sustituye a otros combustibles, como la leña o el aceite

quemado. Además, las cenizas de la cascarilla son recicladas en la masa de los ladrillos, lo que reduce el problema de la contaminación ambiental, ya sea en lo que respecta a las piladoras o a los mismos ladrilleros.

En el caso de la leña, ésta es sustituida, lo que evita la tala de bosques de algarrobo y la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente CO_2 . Con el uso de cascarilla, cada pequeño ladrillero contribuye a evitar la emisión de aproximadamente 110 toneladas de CO_2 por año.

Si bien la extracción de material (arcilla) para la elaboración de los ladrillos produce un impacto negativo en todas las ladrilleras, en el caso de La Huaca se trata de terrenos alejados y baldíos.

Replicabilidad del proyecto

6.1. Estrategias y métodos

A continuación se describen las estrategias y métodos utilizados en el proyecto para el desarrollo de las actividades y el logro de los objetivos propuestos.

6.1.1. Estrategias

La estrategia consistió en impulsar una dinámica de intercambio entre los ladrilleros de distintos lugares, facilitando la comunicación a través de visitas en las que se conocieron, ubicaron y sobre todo se sintieron parte de una comunidad en la distancia, con problemas y necesidades similares. Esta dinámica en el intercambio de información ha dado resultados muy positivos en el fortalecimiento de las organizaciones de ladrilleros.

Para impulsar la dinámica de comunicación se hicieron visitas de intercambio, particularmente de los ladrilleros más entusiastas y comunicativos de La Huaca hacia otros ladrilleros del sector de Salitral (cerca de Sullana), para exponer sus experiencias. En esas oportunidades, el técnico del proyecto actuó como coordinador y acompañante. Para estas visitas se acordó previamente la semana en que se llevarían a cabo sin precisar el día, de forma que el encuentro ocurriría en condiciones completamente habituales de trabajo.

Siguiendo la misma estrategia, posteriormente ladrilleros de Salitral visitaron a los ladrilleros de Catacaos (cerca de Piura) en compañía

del técnico del proyecto. Luego, los de Catacaos visitaron a los de Cerro Mocho y otros de La Huaca fueron a Chiclayo y Lambayeque.

Asimismo, cuando se adquirieron las máquinas definidas por el proyecto, se invitó a dos ladrilleros de Lamas (San Martín) con experiencia en su manejo para que, en compañía del fabricante de las máquinas (proveniente de Lima), se reunieran en La Huaca con los ladrilleros de ese lugar para dirigir y orientar la instalación y las pruebas iniciales. Esta visita, con igual carácter de intercambio y comunicación, tuvo efectos enriquecedores y apoyó la generación de un ambiente de expectativa, entre los ladrilleros de cada lugar, por avanzar más en los contenidos de las tecnologías.

Esta estrategia de mutuo intercambio dio rápidos resultados, pues con una mínima intervención directa de los técnicos e ingenieros del proyecto, se asimilaron todos los contenidos y componentes necesarios para instalar y operar las máquinas. El personal del proyecto actuó como un ente facilitador, definiendo los espacios de diálogo y orientando las actividades hacia el objetivo general del proyecto, sin dejar por ello de tratar temas o asuntos comunes a los ladrilleros.

Una actividad importante dentro de esta estrategia fue la realización del encuentro regional de ladrilleros: "una ocasión para el intercambio de experiencias y aprendizaje". Este encuentro, que reunió a más de sesenta ladrilleros de distintos lugares durante tres días consecutivos en La Huaca, fue la actividad cumbre de proyecto, pues generó y fortaleció una dinámica de adopción de técnicas, prácticas y tecnologías para difundir el uso de la cascarilla como combustible y los métodos para elaborar ladrillos que ahorran energía y que son de mejor calidad y precio.

Las cartillas o manuales donde se recogen textos e imágenes acerca de las tecnologías y prácticas formaron parte de la metodología. En este caso el material impreso está orientado a los ladrilleros y se ha hecho un esfuerzo por expresar los contenidos de manera gráfica, con fotos y textos secuenciales y un lenguaje más bien coloquial, intentando combinar los términos locales o genéricos con sus equivalentes técnicos o de ingeniería.

Finalmente se intentó producir un vídeo para ladrilleros como resultado de sus necesidades y posibilidades de uso, empleando para ello los resultados del encuentro regional de ladrilleros e imágenes de etapas de la fabricación de ladrillos según las tecnologías difundidas por el proyecto. Hay material para la edición y posterior producción de un vídeo de esta naturaleza.

- Encuentro Regional de Ladrilleros en La Huaca, Piura.



- Se intercambiaron técnicas de moldeado.

- La utilización de la cascarilla de arroz tuvo una gran acogida.



6.1.2. Métodos

Como ya se ha mencionado, se desarrolló una metodología de transferencia de tecnología de uso eficiente de la energía en pequeñas ladrilleras artesanales. Dentro de esta metodología se han podido diferenciar dos casos: transferencia de tecnología entre ladrilleros vecinos y transferencia de tecnología entre ladrilleros alejados.

a) Transferencia de tecnología entre ladrilleros vecinos

Los ladrilleros artesanales copian las tecnologías aplicadas por sus vecinos y no requieren necesariamente de la intervención externa. Sin embargo, dependiendo de la importancia de la tecnología a transferir, es importante que cuenten con el respaldo de una entidad o de personas que dirijan y avalen la calidad de la tecnología. Estas actividades se complementan con manuales e información impresa de la tecnología, sea para los beneficiarios o para los facilitadores.

b) Transferencia de tecnología entre ladrilleros alejados

Usualmente los ladrilleros no disponen de tiempo ni fondos para hacer visitas a ladrilleros de otras zonas, por tanto desconocen la existencia de tecnologías alternas a las que ellos emplean. Para favorecer una transferencia de tecnología entre ladrilleros alejados, es casi indispensable que una entidad externa con profesionales y especialistas en el tema promueva dicha actividad.

La labor de la entidad encargada de la transferencia se puede considerar concluida si consigue la adaptación de la tecnología a las condiciones de la comunidad beneficiaria, cuidando que se den condiciones de sostenibilidad similares a las que existen en la comunidad de origen de la tecnología.

Para iniciar una transferencia de tecnología se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Conocimiento de las diferentes tecnologías existentes.
- Selección de la tecnología con mayor potencial de replicabilidad.
- Sistematización de la tecnología: pruebas de los procesos, costos, calidad del producto, demanda, impacto ambiental y sostenibilidad.

- Promoción de la organización de ladrilleros.
- Visitas a otros ladrilleros para la aplicación de la tecnología propuesta y el intercambio de experiencias.

Además, debe darse tiempo al tiempo: luego de un período de introducción de la tecnología se debe dejar que los ladrilleros trabajen solos. Después de dicho período se regresará para evaluar los avances del proceso de adopción de la tecnología y hacer los ajustes correspondientes.

Los productos deben satisfacer las demandas del mercado local.

6.2. Análisis del alcance de los medios de difusión utilizados por el proyecto

Los medios de difusión usados por el proyecto, como las visitas de intercambio, reuniones y talleres, sin duda dieron impulso a la identificación y adopción de las prácticas y técnicas. Está claro que los ladrilleros, que forman grupos casi completamente aislados y entre quienes el analfabetismo es alto o son lectores funcionales, requieren de medios adecuados a sus condiciones, que sean a la vez catalizadores de sus habilidades para potenciarlas y que generen dinámicas propias o refuercen las existentes.

Las cartillas o pequeños manuales han sido un medio tradicional de ITDG, que cuenta con una vasta experiencia en su elaboración. Su alcance está muy ligado a la importancia relativa de la temática con la que los ladrilleros se sienten identificados. Así, tenemos que la cartilla “Ladrillos que ahorran energía”, si bien es del interés inmediato de unos pocos, reúne y expresa el conocimiento resumido de las prácticas concretas y vivenciadas por los ladrilleros asistentes a los talleres y visitas.

La segunda cartilla, “Cascarilla de arroz como combustible en ladrilleras”, ha tenido muy buena acogida entre los ladrilleros: incluso después de recibirlas algunos han intentado producir ladrillos de techo, aunque no hay mayores evidencias sobre este hecho.

Esta actividad de difusión se complementó con la entrega de cartillas y manuales sobre la forma de determinar la energía empleada en la quema de ladrillos, sugerencias para una quema eficiente y económica y el modo de evaluar la calidad de los ladrillos. Estos materiales de difusión fueron producidos por ITDG en otros proyectos referidos al tema.

Manual para pequeños productores de ladrillos

Cascarilla de arroz como combustible alternativo

ITDG
SOLUCIONES PRÁCTICAS
PARA LA POBREZA




Mauricio Gnecco • Jorge Marquina

Manual para pequeños productores de ladrillos

Ladrillos que ahorran energía

ITDG
SOLUCIONES PRÁCTICAS
PARA LA POBREZA



Mauricio Gnecco • Jorge Marquina

6.3. Materiales de promoción y diseminación preparados por el proyecto

A continuación presentamos una relación de los materiales preparados por el proyecto con el fin de difundir la tecnología desarrollada:

- “Ladrillos que ahorran energía”. Describe el proceso de fabricación de ladrillos utilizando diversas técnicas y mezclas: mezclado manual y mecánico; mezclas con aserrín, cascarilla de arroz y ceniza; secado, transporte, cuidados y usos de los ladrillos. Se imprimieron mil ejemplares.
- “Cascarilla de arroz como combustible alternativo”. Describe el proceso de quema con cascarilla de arroz: tipos de hornos, enrejado de ladrillos, cierre del horno, colocación de la cascarilla, encendido del horno, recomendaciones para el uso de la cascarilla y determinación de costos. Se imprimieron mil ejemplares.
- Cintas de video sobre las prácticas para la fabricación de ladrillos y el uso de cascarilla de arroz en los hornos. Con el material filmado, seleccionando las mejores tomas, se podría editar un video de 10 minutos para capacitación y divulgación.

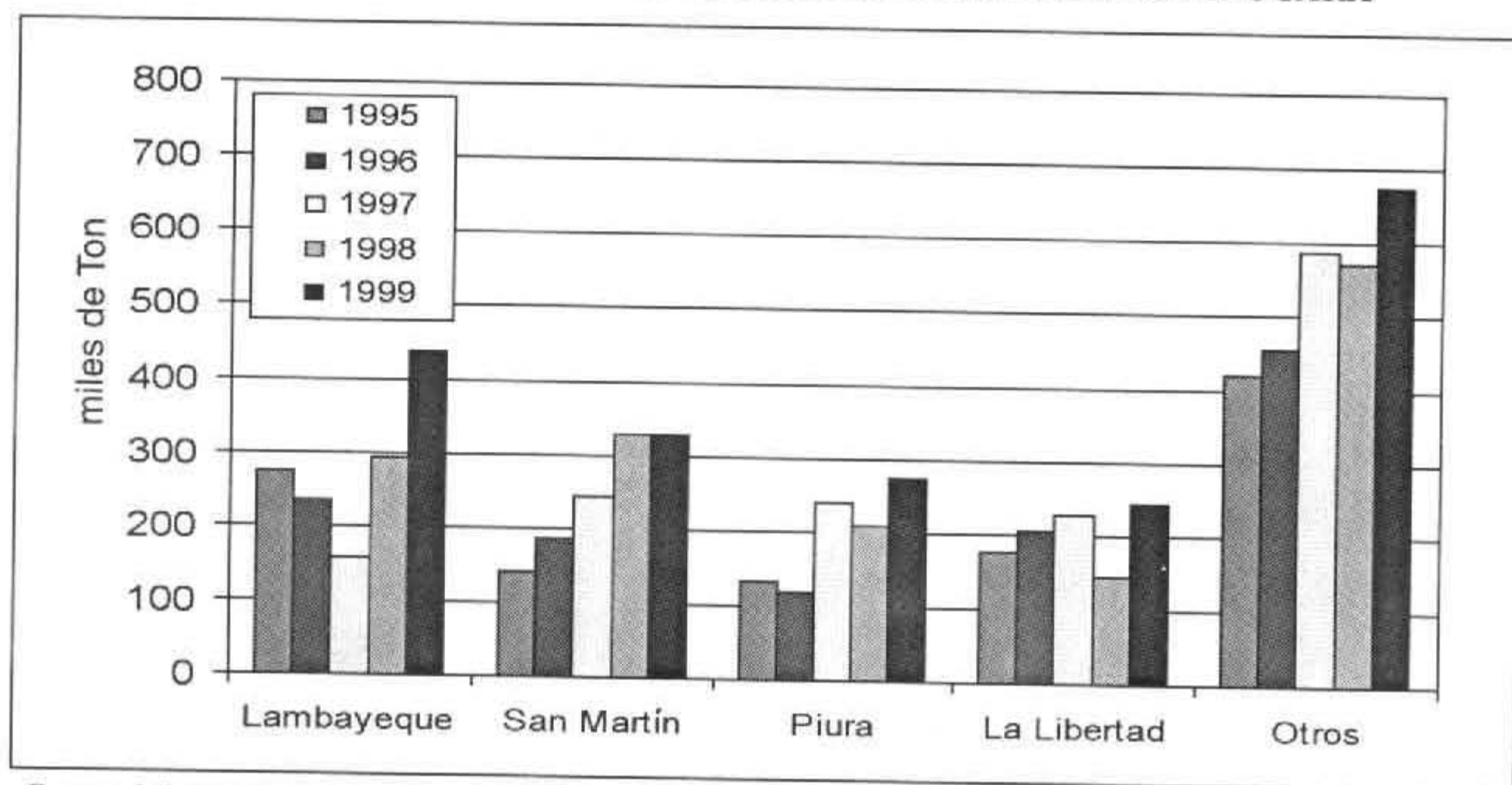


- Se alternaron fotos con esquemas gráficos para mejorar la didáctica de los manuales de divulgación.

6.4. Potencial de replicabilidad

El arroz es uno de los pocos cultivos comerciales masivos en el Perú: en la costa, en los valles bajos de la sierra (hasta unos 800 msnm) y en la selva alta. El cultivo es intensivo en los departamentos del norte del Perú, como Lambayeque, Piura y La Libertad. El siguiente gráfico muestra a los mayores productores de arroz cáscara, donde precisamente destacan los departamentos del norte del país con una producción de 952,9 miles de toneladas, sin incluir la producción de Tumbes. Esta producción representa casi el 49% de la producción nacional.

GRAFICO N° 1
DEPARTAMENTOS CON MAYOR PRODUCCIÓN DE ARROZ CÁSCARA



Fuente: Ministerio de Agricultura, 2000
Elaboración: Programa de Energía, (ITDG)

Aproximadamente el 20% de la producción de arroz cáscara corresponde a la cascarilla misma, por consiguiente este subproducto es abundante en el país, en particular en la costa norte. La cascarilla de arroz representa un gran problema para los productores debido a su volumen y escasa demanda, por lo que generalmente deben recurrir a su quema sin ninguna utilización productiva y con el consecuente desperdicio de energía.

Estudios preliminares desarrollados por ITDG indican la existencia de un mínimo de dos mil ladrilleros artesanales, de los cuales aproximadamente la mitad se encuentra en zonas productoras de arroz y constituye el mercado potencial para la replicabilidad de la tecnología del uso de cascarilla de arroz. El 50% restante, si bien no se beneficiará con el uso de cascarilla de arroz,

tendrá a su alcance los resultados en mejoras tecnológicas sobre la calidad del producto y reducción de pérdidas. Asimismo, podrán replicar los equipos desarrollados para la mezcla y moldeo de ladrillos.

Por otra parte, sobre la base de un acuerdo marco¹⁹ suscrito por ITDG y el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), se suscribirán convenios específicos para asegurar la difusión de los resultados del proyecto a través de dicha entidad de capacitación.

En la zona de trabajo, luego del proceso de adaptación tecnológica, cada ladrillero estará en condiciones de construir hornos similares a los probados y difundidos por el proyecto. El horno fijo construido por el proyecto servirá de modelo y podrá ser usado por los ladrilleros de la Asociación "Yawar Huaca" de manera permanente, con lo cual ladrilleros de otras zonas que en el futuro se acerquen a La Huaca podrán conocerlo. De igual forma, por las ventajas que presentan los hornos postizos, éstos podrán ser fácilmente adoptados por los ladrilleros, lo que se ha comprobado aún antes de la culminación del proyecto con los ladrilleros de Tumbes y Piura.

Los hornos postizos son fáciles de construir: no se requiere de mucho capital de inversión (se construyen con ladrillos malogrados o "recochados") y se adaptan a producciones pequeñas de ladrillos (tres a ocho millares por quema) como las que realiza la mayoría de productores artesanales.

19 Acuerdo Marco de Cooperación Interinstitucional entre Sencico e ITDG, diciembre 1997.

Evaluación final y lecciones aprendidas

7.1. Conclusiones de la evaluación final

El consultor encargado de la evaluación de medio término y final del presente proyecto fue el ingeniero Miguel Hadzich, quien a continuación describe algunos aspectos de su visión.

El proyecto "Uso de cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras" fue presentado por ITDG al concurso 001/97 de Proyectos Piloto Demostrativo Ambientales del Programa APGEP-SENREM ejecutado por la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA) y aprobado en marzo de 1999.

El objetivo central del proyecto era sustituir el empleo de leña de algarrobo por cascarilla (o pajilla) de arroz como combustible en la fabricación de ladrillos por parte de los pequeños productores de la ex Región Grau, especialmente en Piura y Tumbes.

El proyecto ofrecía desarrollar técnicas para el uso eficiente de la cascarilla de arroz en la quema de ladrillos, así como proporcionar equipos de bajo costo que facilitasen el trabajo en la producción artesanal de ladrillos para mejorar su calidad.

1. El uso de la cascarilla de arroz como combustible tiene un gran futuro en el norte del Perú y en todos los lugares donde se cultiva arroz. En nuestro país el uso de la leña como combustible se encuentra prohibido y otras fuentes de energía, como el aceite

- quemado, sólo son baratas en algunos lugares. La solución posible -y rentable- del mañana será el uso de la cascarilla de arroz para la quema de ladrillos.
2. En un futuro cercano el proyecto tendrá el éxito esperado cuando los propios ladrilleros mejoren sus técnicas de quemado y aprovechen al máximo sus procesos de producción y gestión. La semilla está sembrada.
 3. Gracias a la iniciativa del proyecto, algunos ladrilleros han empezado a usar cascarilla de arroz empleando técnicas que no eran propias del proyecto, como los hornos postizos y las gaveras, que están dando buenos resultados en el campo.
 4. Casi todas las comunidades de ladrilleros han sido involucradas en el proyecto directa o indirectamente y han hecho cambios en su tecnología, así como en su forma de pensar y actuar, algunos para bien -como los de La Huaca- y algunos, como los de Salitral, mostraron algunas incomodidades debido al alza del precio de la cascarilla de arroz. Este fenómeno económico de todas maneras iba a llegar en el futuro.
 5. El proyecto tiene una proyección interesante en la comunidad, ya que en la zona norte del país se ha identificado que el uso de la leña como combustible en las ladrilleras bordea el 53% del uso total de la leña. Esto hace del uso de la leña uno de los principales agentes de contaminación del ambiente y agrava la deforestación, disminuyendo la producción de oxígeno por este concepto. Ello resulta preocupante, pues el 95% de la leña proviene del algarrobo, que aparte de sus propiedades como combustible, posee también propiedades curativas y alimenticias que se reducen por su depredación.

7.2. Impactos logrados y probables

Los resultados obtenidos por el proyecto han sido satisfactorios pero todavía es prematuro hablar de impactos positivos debido a la reciente culminación del proyecto. Sin embargo, se cree que sí tendrá un impacto positivo, especialmente en la reducción de gases de efecto invernadero y en la conservación de bosques en la costa norte del país.

Ambientalmente los impactos que se podría esperar del proyecto son considerables: cada pequeño productor ladrillero²⁰, al sustituir leña por cascarilla de arroz, está dejando de emitir un promedio de sesenta toneladas

²⁰ Se considera "pequeño productor ladrillero" a aquel que dispone de un horno con una capacidad promedio de cinco millares de ladrillos y dos quemas al mes.

de CO₂ por año y evitando la deforestación de bosques de algarrobo en una cantidad equivalente a 84 toneladas de leña por año.

De todas formas, a pesar de haber concluido las actividades recientemente, se tienen noticias interesantes, como que los ladrilleros de Tumbes están introduciendo la cascarilla de arroz en sus quemas y han obtenido mejores resultados en cuanto al incremento de sus utilidades.

7.3. Principales lecciones aprendidas

Una cosa es planear las actividades y otra es ejecutar dichas actividades de acuerdo a lo planeado. Como en todo proyecto, se presentaron inconvenientes para su normal desarrollo que fueron enfrentados conjuntamente con los miembros del equipo técnico y los ladrilleros involucrados. De una u otra forma, todos han colaborado para que el proyecto tenga el éxito esperado y no sólo se cumplan las metas o resultados establecidos, sino que exista una satisfacción personal por los logros obtenidos.

En general se han logrado los resultados esperados, además de otros que fueron descubiertos durante el desarrollo del proyecto, como es el caso de los hornos postizos.

Están sentadas las bases para la difusión y replicabilidad de la tecnología para la quema de ladrillos con cascarilla de arroz: existe la tecnología y ha sido probada, hay acuerdos para la difusión entre entidades que trabajan el tema y lo más importante los ladrilleros demandan la tecnología.

Si bien las ventajas económicas del uso de cascarilla son evidentes, en algunos casos las utilidades se han incrementado hasta en un 120% con respecto a la quema tradicional. Sin embargo, no hay todavía una aceptación masiva hacia esta tecnología probablemente debido a los siguientes factores:

- a) Los costos de oportunidad para la adquisición de la cascarilla no son los mismos para todos los ladrilleros. Algunos obtienen este producto a costo cero (Tumbes) y otros tienen que cubrir los costos de transporte (La Huaca).
- b) El uso de la cascarilla está ligado al empleo de equipos para mezcla/moldeo, para asegurar la calidad del ladrillo. Esto es un inconveniente económico que condiciona su adopción y que se podría superar si los ladrilleros organizados adquirieran y utilizaran estos equipos de manera mancomunada.

- c) En algunos lugares hay cierta animadversión por el uso de cascarilla de arroz en la quema, ya sea porque anteriormente tuvieron malos resultados o porque simplemente tienen la idea de que son ladrillos de mala calidad. Estas creencias y prejuicios acerca de la calidad de los ladrillos y combustibles sólo pueden ser desterrados con demostraciones, capacitación y difusión de los resultados, en especial a los maestros de obra y albañiles.

Otras lecciones aprendidas del trabajo con los ladrilleros son las siguientes:

- Se debe hacer un estudio más amplio en el aspecto organizativo interno de la comunidad o asociación, e identificar los problemas y disputas existentes que de alguna forma puedan afectar el desarrollo de las actividades.
- Si los beneficiarios no están realmente comprometidos en el trabajo y creen que éste no los va a beneficiar, no hay compromiso que valga. Por tanto se debe trabajar en el aspecto emocional, para que los participantes mantengan el entusiasmo y no se dilaten las actividades.
- Es conveniente que en los procesos de capacitación se limite la participación de los ladrilleros en pequeños grupos de cuatro a cinco personas. Los resultados serán mejores y habrá una participación activa de todos.
- Se deben tener en cuenta los procesos y/o técnicas tradicionales en la fabricación de ladrillos: muchas veces éstos se pueden tomar prestados e incluirlos dentro de las mejoras propuestas.
- El ladrillero no está pensando evitar la contaminación ambiental o la deforestación: está más preocupado por su economía. Si no se le demuestra que con esta alternativa tendrá mayores utilidades, simplemente no adoptará la tecnología.

7.4. Reflexiones finales

Federico Mauricio es un poblador de La Huaca, en Paita, Piura, de cuarenta años, casado y con dos hijos.

Desde muy niño se dedicó a la fabricación de ladrillos que aprendió al lado de su padre. Desde ese entonces trabaja en las diferentes etapas que comprenden este tipo de producción (mezcla, moldeo, carga y quema con leña).

Cuando el proyecto se inició, el señor Mauricio trabajaba para otros ladrilleros del sector como labrador; es decir, mezclaba y moldeaba ladrillos. Raras veces producía ladrillos para sí mismo aprovechando áreas y hornos abandonados. Cuando esto ocurría sólo podía quemar de cinco a seis millares de ladrillos, usando leña como combustible y algunas veces aceite quemado. Normalmente por el trabajo de labrador tenía unos ingresos mensuales promedio de 300 soles.

Durante la ejecución del proyecto mostró mucho interés por el empleo de cascarilla de arroz como combustible en la quema de ladrillos, así como por el uso de diferentes tipos de hornos y manejo de máquinas ladrilleras. El señor Mauricio fue uno de los más interesados en intercambiar experiencias con otros ladrilleros durante las reuniones promovidas por esta propuesta.

Como resultado de estos encuentros se animó a construir un horno tipo postizo, con capacidad para cinco millares, para quemar con cascarilla y está realizando al menos dos quemas mensuales desde hace un año. En épocas de mayor demanda ha llegado a realizar hasta 4 quemas al mes.

Al término del proyecto su realidad es diferente, sigue utilizando la cascarilla como combustible para la quema de sus ladrillos, lo que además del beneficio económico le ha permitido pasar de ser dependiente a ser independiente y dueño de su propio horno. Y como él mismo dice: "Con cascarilla se trabaja más tranquilo, sólo debo pagar al que trae la cascarilla y además no me molesta la policía forestal". Ha pasado de labrador a propietario. Es decir, labra sus propios ladrillos y los quema en su propio horno postizo.

Este cambio ha beneficiado al señor Mauricio y a su familia, pues sus ingresos por una quema de cinco millares de ladrillos son de aproximadamente 600 soles y puede realizar hasta cuatro quemas al mes, dependiendo de la demanda.

Como Federico Mauricio hay muchos otros ladrilleros que estarían dispuestos a convertirse en dueños de sus propios hornos y dejar de utilizar la leña como combustible, mejorando su nivel de vida y disminuyendo la depredación de los bosques de algarrobo. ¿Despertará esta experiencia el interés de otras agencias de desarrollo sostenible en replicar el modelo?

Documentos generados por el proyecto

APGEP - SENREM. Informes de visita de asesoramiento técnico del Ing. Enrique Wangeman, del N° 1 al 7. Piura, 1998 - 2001.

Gnecco, M. y J. Marquina - ITDG. Manual para pequeños productores de ladrillos "Ladrillos que Ahorran Energía". Piura, 2000.

Gnecco, M. y J. Marquina - ITDG. Manual para pequeños productores de ladrillos "Cascarilla de Arroz como Combustible Alternativo". Piura, 2000.

Gonzales, M. - ITDG. "Análisis Económico Financiero de la Producción de Ladrillos con Cascarilla de Arroz". Piura, 2001.

Hadzich, M. Evaluación de medio término del proyecto "Utilización de la Cascarilla de Arroz como Fuente Energética en Ladrilleras". Piura, 2000.

Hadzich, M. Evaluación final del proyecto "Utilización de la Cascarilla de Arroz como Fuente Energética en Ladrilleras". Piura, 2000.

ITDG-Perú. Informes trimestrales de avance de proyecto "Utilización de la Cascarilla de Arroz como Fuente Energética en Ladrilleras". Piura, 1999 - 2000.

Mayorga, E. y J. Marquina. Metodología de transferencia aplicada por el proyecto "Uso Eficiente de Energía en la Producción de Ladrillos a Pequeña Escala en el Perú". Documento interno. Piura, 2000.

Teleandes Video VHS "Cascarilla de Arroz: una Fuente Energética para la Fabricación Artesanal de Ladrillos". 14' de duración. Piura, 2001.

Bibliografía

ITDG-Perú, 1996 - 1999 Documentación interna del proyecto Uso Eficiente de la Energía en la Producción de Ladrillos a Pequeña Escala.

Mayorga, E. y L. Rodríguez, 2000 Técnicas de Construcción de Hornos Artesanales para Quema de Ladrillos. Lima: ITDG.

Mason, K. Diez Reglas para una Quema de Ladrillos Económica y con Uso Eficiente de la Energía. Lima: ITDG.

Mason, K. Cómo Determinar la Energía Empleada para Quemar Ladrillos. Lima: ITDG.

Mason, K. Evaluando los Problemas Técnicos en la Producción de Ladrillos. Lima: ITDG.

Bellatín, A., 1991 "El Algarrobo: Sistemas Agroecológicos de Manejo Comunal en la Costa Norte del Perú". En Agroenfoque N° 42, mayo. Lima.

INEI, 1998 "Perú: Compendio Estadístico Económico Financiero 1997-1998". Lima, julio.

Mayorga, Emilio, 2000 "Uso Eficiente de la Energía en Actividades Productivas del Sector Rural". Glaers-Cler, Secretaría Permanente. Boletín Informativo N° 8, junio. Montevideo, Uruguay.

**PROYECTOS PILOTO DEMOSTRATIVO AMBIENTALES
DEL PROGRAMA APGEP-SENREM
Concurso 001-97**

1. **Manejo Sostenible de Cuerpos Naturales de Agua en la Selva Baja.**
Ejecutado por CARE Perú, en Loreto.
2. **Enriquecimiento de Bosques en Formación en Suelos Aluviales de la Amazonía.**
Ejecutado por AMUCAU y Mil-Agros S.A., en Ucayali.
3. **Recuperación y Producción Sostenida de Bosques y Pradera, un Medio de Lucha contra la Desertificación y la Pobreza.**
Ejecutado por AIDER, en Piura.
4. **Agricultura Urbana.**
Ejecutado por IDEMA, en Arequipa.
5. **La Agricultura Orgánica como Tecnología Promotora del Desarrollo Rural Sustentable en las Comunidades Vecinas al Parque Nacional del Río Abiseo.**
Ejecutado por APECO, en La Libertad.
6. **Conservación de la Biodiversidad de Uña de Gato y Recuperación de Suelos Degradados con Sistemas Sostenibles Agroforestales en Pucallpa.**
Ejecutado por ADES, en Ucayali.
7. **Implementación Integral de un Área de Repoblamiento Demostrativo para el Manejo Sostenible de la Concha de Abanico en Laguna Grande, Pisco.**
Ejecutado por FDA y la Asociación Artesanal de Extractores de Productos Hidrobiológicos "Tunca Mar", en Ica.
8. **Generación de Tecnologías en Restauración de Áreas con Pastos Altoandinos en Zonas de Explotación Minera.**
Ejecutado por ADEFOR, en Cajamarca.
9. **Utilización de la Cascarrilla de Arroz como Fuente Energética en Ladrilleras.**
Ejecutado por ITDG, en Piura.
10. **Una Gota de Creatividad en el Desierto.**
Ejecutado por el Instituto de los Hermanos de las Escuelas Cristianas "La Salle", en Lima.
11. **Agroecología Rentable en Cusco.**
Ejecutado por PROCUSCO, en Cusco.

**PROYECTOS PILOTO DEMOSTRATIVO AMBIENTALES
DEL PROGRAMA APGEP-SENREM
Concurso 002-99**

1. **Propuesta Innovadora y Sostenible de Evacuación, Tratamiento y Reuso de Residuos Líquidos Domésticos.**
Ejecutado por el Instituto de Desarrollo Urbano - CENCA, en San Juan de Lurigancho, Lima.
2. **Fomento de la Gestión de Aceites Residuales en Grifos, Factorías y Restaurantes.**
Ejecutado por el Instituto de Promoción de la Economía Social - IPES, en Lima.
3. **Control de la Contaminación de la Bahía de Yunguyo - Lago Titicaca a través de un Sistema Biológico no Convencional.**
Ejecutado por PREVIT y la Municipalidad Provincial de Yunguyo, en Puno.
4. **Agua para Siempre: Sistemas Campesinos de Monitoreo de Calidad de Agua y Procedimiento de Negociación para el Desarrollo de Mejores Prácticas de Manejo en Empresas Mineras.**
Ejecutado por el Instituto de Montaña y la Asociación URPICHALLAY, en Huaraz.
5. **Uso de Tecnologías No Convencionales para el Abastecimiento de Agua Potable y Letrinización en zonas Rurales y/o Urbano Marginales.**
Ejecutado por TECNIDES, en Lima.
6. **Microempresa Productora y Comercializadora de Plaguicidas y Fertilizantes Naturales en Cañete.**
Ejecutado por la RAAA, en Lima.
7. **Control de Gases Contaminantes de Vehículos Motorizados.**
Ejecutado por SENATI, en Lima.
8. **Administración de los Energéticos en la Industria.**
Ejecutado por CENERGIA, en Lima.
9. **Uso Sostenible de Recursos Fitogenéticos Andinos en el Nor-Yauyos.**
Ejecutado por PROSIP, en Lima.
10. **Técnicas Ecológicas de Recuperación y Mantenimiento de la Biomasa y Biodiversidad de Pastos y Arbustos Nativos y Naturalizados para Restaurar la Esponja Hídrica de la Cabecera de la Microcuenca del Río Negro-Malcas.**
Ejecutado por el IINCAP "Jorge Basadre", en Cajamarca.
11. **Conservación y Uso Sostenible y Rentable de la Biodiversidad de Plantas Medicinales Nativas Altoandinas por Pisos Ecológicos por la Población Campesina de Ayacucho.**
Ejecutado por CIDRA, en Ayacucho.

