

HACIA UNA NUEVA ESTRATEGIA DE DESARROLLO RURAL:

LA TECNOLOGIA APROPIADA Y EL TERREMOTO DE 1976

Roberto Cáceres (1), José Asturias (2)

El terremoto de Guatemala (feb. 4, 1976) propició el surgimiento y consolidación de nuevos enfoques y experimentos socio-constructivos, económicos y organizativos para el desarrollo rural y suburbanos. Una de estas aproximaciones fué la Tecnología Apropriada.

Las principales características de la tecnología apropiada son:

- intensiva en mano de obra y poco capital inicial
- relativamente simple
- de escala pequeña o mediana
- de bajo costo
- compatible con la ecología local
- compatible con los patrones socio-culturales

Múltiples con los conceptos e implementaciones de tecnología apropiada, pero CEMAT sostiene que la novedad de este enfoque estriba en las siguientes condiciones:

- tecnología "apropiable" por parte de las comunidades de bajos ingresos
- que propicie la "participación" local en todo el proceso tecnológico
- que posibilite la reproducibilidad y control a nivel nacional
- ayudar a superar la dependencia tecnológica en el sector de desarrollo Social.

En el trabajo se discuten tres ejemplos de Tecnología Apropriada, desarrollados por CEMAT:

- 1° Investigación y experimentación con materiales de bajo costo para la construcción de vivienda e infraestructura rural, usando arenas volcánicas y cal.
- 2° Investigación y desarrollo de soluciones de bajo costo para la reutilización de desechos en el Altiplano occidental.
- 3° Difusión de fogones baratos para la economía de leña y mejoramiento de la salud.

Alrededor del concepto de tecnología apropiada y de los tres ejemplos mencionados, se tocan una serie de problemas de diagnóstico, planificación, desarrollo, difusión y toma de decisiones, que necesariamente aparecen en enfoques de participación social como el que aquí se propone.

Los autores enfatizan la urgencia de diseñar un plan nacional de apoyo y coordinación para el emergente Sub-sector de Ciencia y Tecnología aplicada para el Desarrollo rural, dentro del esfuerzo de reconstrucción nacional.

(1) Economista y Sociólogo,
Director, Centro de Estudios Mesoamericano sobre Tecnología Apropriada, CEMAT

(2) Arquitecto,
Presidente de la Junta Directiva de CEMAT

HACIA UNA NUEVA ESTRATEGIA DE DESARROLLO RURAL:
LA TECNOLOGIA APROPIADA Y EL TERREMOTO DE 1976

Roberto Cáceres, José Asturias

En general en América Latina, el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología ha estado determinada en gran medida por una dependencia extrema de los marcos conceptuales, de las condiciones de experimentación de los países industrializados y sus necesidades de consumo. Existe ya una documentación bastante amplia que demuestra los niveles de dependencia, demanda artificial y bloqueo en algunos casos a que se ha llegado en el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en América Latina, por estas razones.

Tal vez uno de los elementos más importantes que se ha inducido, cuando se toma como referencia central el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología de los países industrializados, es el modelo del empresario individual e innovador, que por las fuerzas espontáneas del mercado se convierte en el polo más dinámico del desarrollo científico y tecnológico. Pero en la realidad histórica, aún de los países industrializados, esto fué cierto en parte. Lo más importante, tal vez, fueron las necesidades colectivas más profundas que se expresaron con fuerza a través de coyunturas súbitas y reveladoras tales como grandes sequías, guerras, catástrofes climáticas, crisis, etc. En esos momentos claves convergieron tanto las fuerzas innovadoras como la voluntad colectiva de caminar juntos.

En este sentido, las situaciones extremas que han creado tanto crisis energéticas, agrarias, terremotos, sequías y otras catástrofes climáticas en Mesoamérica, pensamos que podrían ser coyunturas favorables para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en función de los sectores de escasos recursos del área.

Es por ello que el equipo pluridisciplinario que constituye CEMAT para la aplicación de la Ciencia y la Tecnología a los problemas rurales y sub-urbanos refirió su ámbito a Mesoamérica (México y América Central), región en donde se han producido con cierta recurrencia una serie de trastornos profundos en las últimas décadas.

Por otro lado, CEMAT se identificó con algunas corrientes que bajo el nombre de "tecnología apropiada" quieren expresar la búsqueda de alternativas a las vías científicas y técnicas convencionales, que en muchas circunstancias han demostrado sus limitaciones en el área.

Los límites de los programas convencionales de desarrollo

Los supuestos, actualmente contestados por los especialistas en desarrollo, de los programas convencionales son los siguientes (1):

- Que el contacto espontáneo entre regiones y países industrializados y regiones y países en vías de desarrollo promueve el avance económico de estos últimos.
- El modelo económico actual depende cada vez más de recursos lejanos como combustibles fósiles y otras materias primas no locales.
- La eficiencia teórica de los procesos en gran escala se ven limitados y sensiblemente reducidos por la inexistencia de las mismas condiciones en los países en desarrollo.
- Que la tecnología moderna de capital intensivo genera mayor desarrollo que

- la tecnología de mano de obra intensiva.
- La máxima centralización de información y decisiones genera mayores beneficios sociales y control más eficiente.
- Que existe una sola y única vía para llegar al desarrollo de cc y tecnologías.

En la realidad, estos observadores del desarrollo han indicado que estos supuestos del modelo convencional de desarrollo no se han cumplido, y más bien se percibe:

- Que el contacto espontáneo ha llevado a una estructura tecnológica internacional inequitativa para los países en desarrollo.
- Que la Crisis del Petróleo en el sistema, ha afectado fundamentalmente a los países en desarrollo que no poseen estos recursos.
- Que procesos en gran escala deben de ser complementados por otros de menor escala debido a problemas de mercado y eficiencia real.
- Que el desplazamiento de la mano de obra por el uso de tecnología moderna de capital intensivo debe ser balanceado por tecnologías que generen empleo de ésta mano de obra, para atacar el desempleo estructural.
- Que los costos de centralización de informaciones y decisiones están llegando a un nivel insostenible con un beneficio casi nulo para los sectores mayoritarios y de bajos ingresos...
- Que esta forma unívoca de desarrollo de la ciencia y la tecnología para países en desarrollo genera la fuga de cerebros y la inadecuación de las investigaciones a las necesidades básicas de los sectores de bajos ingresos.

Necesidad de un nuevo enfoque

Las condiciones que impuso el terremoto del 4 de febrero de 1976 en Guatemala marcaron un nuevo proceso de búsqueda. Este terremoto hizo visible dos cosas:

1. Que no existía un conocimiento profundo y sistemático, por parte del aparato técnico, de los problemas más cruciales que planteó el terremoto, tales como:
 - Desconocimiento de una tecnología sistematizada del uso del adobe y uso de tierra en construcción, en condiciones de riesgo sísmico elevado.
 - El relativo poco avance de la investigación y el desarrollo de materiales adecuados para el área rural y sub-urbana.
 - La falta de medios y métodos para una formación masiva y aceleración de promotores.
 - La brecha existente entre profesionales, con una formación académica relativamente poco adaptada a las necesidades rurales, y las necesidades planteadas por las comunidades rurales y sub-urbanas.
 - La falta de canales locales.
2. Que las necesidades básicas planteadas por la población, determinaban la importancia de un nuevo enfoque en el tratamiento de las mismas. Este nuevo enfoque debería tomar en cuenta una nueva situación, que se podría expresar grosso modo de la forma siguiente:
 - La población afectada, así como la no afectada, pero en menor grado, estaba dispuesta a colaborar en proyectos colectivos de desarrollo.
 - Que a pesar de las deficiencias en la formación de cuadros populares, existía ya el mínimo necesario para comenzar una nueva etapa.
 - Que los programas deberían ser relativamente poco costosos y tratar de utilizar al máximo los recursos locales.
 - Una afluencia masiva de ayuda técnica y financiera que debería ser aprovechada para un despegue de proyectos de desarrollo integral.

El concepto de Tecnología Apropriada/apropiable

Existe en la discusión sobre instrumentos del desarrollo, dos contenidos distintos en el concepto de Tecnología Apropriada:

1. El de una Tecnología Adecuada a las condiciones humanas, financieras y de recursos materiales de los sectores pobres de los países en vías de desarrollo.
2. El de una Tecnología Apropriable por las colectividades rurales y/o suburbanas de esos sectores pobres.

El primer contenido parte de la tecnología hacia las colectividades locales, el segundo de las colectividades locales hacia la tecnología, a través de un proceso de apropiación. El campo definido por estos dos polos conceptuales es el marco de referencia de CEMAT, dándosele el énfasis principal al proceso de apropiación por las colectividades rurales.

Las características de la Tecnología Apropriada, definidas en la Reunión Internacional sobre Tecnología Apropriada realizada en marzo de 1972 en Ottawa, serían las siguientes:

- a. Intensiva en mano de obra: Se trata de tecnologías con relativo poco monto en capital y bastante utilización de la mano de obra.
- b. Relativamente simple: Comparada con la tecnología sofisticada convencional, es más sencilla, reconociendo que los procesos tecnológicos nunca son simples.
- c. De escala pequeña o mediana: Las unidades de base deben poder ser apropiables por colectividades locales o grupos de ellas, lo que exige una escala de producción y tecnológica pequeña o mediana. Usar recursos materiales y humanos de pequeñas comunidades para crear en ellas, industrias locales autónomas.
- d. De bajo costo: Esto implica que utilice muy pocos elementos importados, poco consumo de energía cara, que minimice los fletes, que utilice poco y racionalmente la asesoría cara y un reducido gasto administrativo. O dicho de otra forma, que maximice la mano de obra local, produciendo localmente y con insumos lo más cercano posibles.
- e. Compatible con la ecología local: Esta tecnología debe aprovechar el acervo tradicional de conocimientos sobre la relación entre las técnicas y la ecología, incluyendo en el diseño, los impactos posibles sobre el ecosistema.
- f. Compatible con los patrones socio-culturales: El criterio básico podría ser la aceptación por parte de la población local, de la implementación de esta tecnología.

En esta misma reunión se dieron diferentes opciones para el desarrollo de la Tecnología Apropriada que traten de resolver problemas completos. Algunos ejemplos de estas opciones serían los siguientes:

1. Adoptar e implementar una Tecnología Tradicional Indígena: Existen proyectos o procesos en pequeña escala que pueden ser interesantes a las necesidades de una determinada región. Estos instrumentos o técnicas si son estudiadas sistemáticamente, o se organiza un esfuerzo para implementar una realización, pueden obtenerse aumentos de la productividad, así por ejemplo: en forma empírica, se utiliza el abono orgánico en pequeñas culturas hortícolas. Si se sistematiza este tipo de fertilizante, puede aumentarse la productividad del sector agrario que utiliza este insumo.

2. Reutilizar una Tecnología vieja de países industrializados. La reutilización y adaptación de algunas técnicas viejas utilizadas en su tiempo en los países actualmente industrializados, cuando son estudiadas y adaptadas con cuidado, pueden resolver ciertos problemas en los países del tercer mundo, por ejemplo: la utilización de molinos de viento como alternativa energética, de cierto tipo de bombas de agua, etc.
3. La adaptación de una Tecnología Moderna. En ciertas actividades, puede ser lo más conveniente la utilización de un paquete tecnológico moderno, pero que para adaptarlo a condiciones de los países del tercer mundo, este paquete debe ser abierto sustituyendo a veces elementos de él, por ejemplo: sustitución de una manivela, en lugar de un motor eléctrico.
4. Desarrollo de una Nueva Tecnología. La definición de los problemas y las necesidades de una comunidad pueden llevar a que la solución exija el desarrollo de una nueva técnica lo que implica una masa crítica de personal calificado y creativo que pueda diseñar e implementar esta nueva técnica, por ejemplo: la introducción del bio-gas en la India, para resolver problemas de fertilizantes, y de utilización de combustibles, exigió una cierta capacidad de innovación técnica.
5. Transferencia de Tecnología de un polo Tecnológico: Muchas de las tecnologías usadas en algunos países del tercer mundo pueden tener aplicaciones interesantes en otro país en desarrollo, por ejemplo: las tuberías de bambú usadas durante siglos para transportar agua en el sureste de Asia, ahora tienen aplicación importante en Africa y América Latina.

De este contacto permanente y en situación de emergencia, tal vez lo más importante, para el desarrollo futuro en las áreas afectadas, eran los siguientes criterios:

- La importancia de la sencillez y la humildad en el trabajo. Esta característica esencial, es un signo característico de la nueva Ciencia y Tecnología del Tercer Mundo.
- La importancia de la participación de la población en los procesos de investigación, experimentación y desarrollo de alternativas. En este caso, se trataba de sobrepasar la situación de una población-objeto de investigación a una población-actora en la investigación.
- En fin, el énfasis decisivo que debe tener la educación con un enfoque adecuado, para motivar a la población, formar los cuadros, evaluar los resultados y lo más decisivo el seguimiento para que lo comenzado no pierda su impulso.

La experiencia nacional sobre Tecnología Apropriada

Con el propósito de hacer un primer inventario de experiencias nacionales en tecnología apropiada, realizados por instituciones gubernamentales, no-gubernamentales e internacionales trabajando en Guatemala, que permitiera una plataforma de intercambio de experiencias, detección de áreas prioritarias, de criterios de desarrollo, de duplicación de esfuerzos, de lagunas significativas, se organizó por CEMAT, ICADA y CETA el Primer Seminario Nacional sobre Tecnología Apropriada.

Los cuatro grupos de discusión en los que se agruparon los participantes (Desarrollo rural, construcción, energía y salud) llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Necesidad de elaborar un Plan Nacional de Tecnología Apropriada
2. Un plan de esta naturaleza habría de guiarse por los siguientes criterios:
 - regionalizar en base a microregiones
 - coordinador local y regionalmente
 - comunicar experiencias
 - introducir cambios a través de grupos organizados
 - metodología educativa no-formal y adecuada al medio campesino
 - formación de técnicos rurales
 - readecuar el sistema escolar
 - cambio en la mentalidad de las Agencias de desarrollo y de los técnicos convencionales, hacia la Tecnología apropiada.
3. Realizar estudios sobre la problemática del área rural en el momento actual
4. Elaborar estrategias para la obtención de medios, con el fin de hacer posible la ejecución de los planes.
5. Necesidad de realizar: seguimiento, evaluación permanente y reprogramación, en planes de cinco años plazo.
6. Aplicar los siguientes principios al emplear la Tecnología apropiada:
 - No crear o permitir paternalismos del líder o del técnico
 - Orientarse a la causa y no a los efectos
 - Dirigirse hacia la mayoría de la población afectada
 - Contribuir a la autosuficiencia
 - Compartir la dirección y el conocimiento
 - No crear dependencias
 - Adecuarse a las condiciones de cada lugar
 - Que la gente misma descubra
 - Lograr aceptación de la comunidad
 - Utilizar preferentemente los recursos del lugar
 - Cumplir una función social

- Crear lo que no hay y adaptar lo que existe en otros lugares
- 7. Necesidad de establecer la Coordinación y el apoyo del Sector Público, la Universidad y las Municipalidades del país.
- 8. La consolidación de un Sub-sector sobre ciencia y tecnología apropiada, que a través de la Red Nacional de Tecnología apropiada (RENET), pueda intercambiar información, sistematizar las experiencias nacionales y aumentar el poder de negociación para obtener financiamiento.

Este seminario se realizó del 31 de marzo al 3 de abril de 1977 y participaron más de 150 personas representando unos 40 grupos de tecnología apropiada de Guatemala y la región.

Desde entonces se ha querido mantener un seguimiento de los lazos establecidos a través de este seminario.

Por otra parte, en la I Reunión de Expertos en Tecnología Adecuada, organizada por el Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo (CESTEEM) en México, en junio de 1976, se definía la tecnología adecuada en los siguientes términos:

Todo uso y toda transferencia de tecnología tiene importantes consecuencias económicas y sociales. La dependencia de los países pobres de las tecnologías de las naciones desarrolladas puede crear una dependencia análoga al colonialismo, sin importar la posición ideológica y política de los países interesados.

Al ofrecer la posibilidad de escoger, la tecnología adecuada brinda una salida de esas situaciones. Además, es mucho más probable que la tecnología adecuada tome en cuenta los factores sociales prevaletentes, como nivel de ocupación, salud y educación. En resumen, la tecnología adecuada está más orientada a las necesidades del pueblo que a la producción en sí.

Su carácter de adecuado no implica, en ninguna situación particular, una característica específica, como sencillez o maximización del empleo de mano de obra, aunque en la mayoría de los países pobres la posición general sería perfeccionar las habilidades sencillas que existan, con objeto de crear empleos. Una característica específica que tendrá inevitablemente que desarrollarse sería proporcionar educación de masas, con objeto de darle al individuo nuevas capacidades y la comprensión necesaria para que despliegue esas capacidades con eficiencia y economía. Al presentar la posibilidad de escoger entre la gama de tecnologías existentes, desde la más sencilla hasta la más compleja, deben tenerse en cuenta las necesidades económicas y sociales de la coyuntura específica de la producción. La adecuación entrañaría:

- a. El empleo de materias primas y energéticos locales y fácilmente obtenibles;
- b. La minimización del contenido de material importado;
- c. El cuidado de que la calidad del producto y la cantidad de la producción satisfagan las necesidades del mercado;
- d. El cuidado de que el producto llegue al mercado en forma regular y en buenas condiciones;
- e. El aprovechamiento de capacidades fáciles de comunicar y la minimización de costos de adiestramientos.
- f. El ofrecimiento de perspectivas de empleo constantes y cada vez mayores;
- g. La limitación de los trastornos que sufran las sociedades que no se beneficien del proceso de la producción;
- h. La minimización de la demanda de recursos, tanto locales como nacionales, y especialmente de divisas;
- i. El uso de capitales y otros insumos de una manera que sea compatible con planes locales, regionales y nacionales;

- j. La distribución de los principales beneficios económicos de forma que fomente equitativamente una mayor inversión productiva.

Consideraciones como éstas van a tener repercusiones importantes, acaso revolucionarios, en el programa de inversiones de una nación y en la escala de producción que es socialmente aceptable y económica.

Detección local de necesidades sentidas en situación de catástrofe

La forma de detectar estas necesidades básicas fué fundamentalmente el de la organización de una veintena de talleres de trabajo en toda la zona afectada. A través de estos talleres se recogieron los planteamientos de base que sirvieron para seleccionar las líneas prioritarias de trabajo.

En forma resumida esas líneas de búsqueda fueron expresadas así:

- Necesidad de tener una visión de conjunto de los programas de reconstrucción a fin de evaluar dinámicamente aciertos y problemas.
- Comenzar en forma rápida la investigación y el desarrollo de materiales de construcción baratos para el área rural. Esta investigación debería ser apropiada, es decir poco costosa, rápida y con resultado a corto plazo.
- Recopilar la experiencia que sobre programas de bajo costo existían ya en Guatemala, Mesoamérica y otros países del Tercer Mundo, y poder alimentar de esa forma diferentes redes de grupos trabajando en la Reconstrucción.
- Acelerar la búsqueda de medicinas alternativas ante el costo creciente de los programas de salud, de la provisión de medicamentos y de los recursos humanos calificados.
- Apoyar la investigación y el desarrollo de alternativas energéticas para el área rural y sub-urbana ante los costos crecientes de energéticos que han agravado la crisis de las comunidades pobres.
- Finalmente, buscar nuevos enfoques en la cuestión de la Producción alimenticia.

TRES ACTIVIDADES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE TECNOLOGIA
APROPIADA REALIZADAS POR CEMAT

A) PRODUCCION Y DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA DE LA "CEMATITA"

I.- Antecedentes

A raíz del terremoto de febrero de 1976 se inició una investigación para buscar materiales intermedios, que tuvieran una mayor resistencia que el tradicional "adobe" utilizado en el área rural guatemalteca. Estos materiales deberían tener un menor componente de cemento, que comenzaba a encarecerse por la demanda inducida por la reconstrucción post-terremoto. La necesidad de la investigación sobre este material alternativo, fue percibida a través de tres tipos de sondeos:

- 1° Por medio de los talleres sobre vivienda popular en zona sísmica, organizados por CEMAT inmediatamente después del terremoto.
- 2° Por entrevistas a técnicos nacionales conocedores de las diferentes potencialidades y obstáculos de los sistemas de producción de materiales de construcción en Guatemala.
- 3° Por el estudio documental realizado a través de la Red Internacional de Tecnología apropiada (RITA), donde se localizó una serie de paquetes tecnológicos utilizados en otros países del Tercer Mundo y que llenaban las normas de la tecnología apropiada.

Los talleres sobre vivienda popular permitieron detectar una serie de necesidades y de posibles soluciones. Específicamente nos interesa destacar lo siguiente:

- a) La mayoría de albañiles rurales y campesinos reconstructores conocían tradicionalmente la utilización de la cal en la preparación de los morteros. La cal es un material que existe en Guatemala fundamentalmente en la parte norte de la línea del Motagua. Ya los mayas la utilizaron en la construcción de algunas fortificaciones como la de Mixco Viejo. Esta constatación arqueológica nos permitió localizar una zona, dentro del área afectada en donde era frecuente la utilización de la cal para la construcción. Actualmente los campesinos producen la cal en hornos muy sencillos, sin elevación y sin tiro lo que hace que la cantidad de leña utilizada por quintal de cal sea bastante elevada.
- b) Los participantes de los talleres se inclinaron en su mayoría por utilizar masivamente el block de cemento, por ser un material bastante más fuerte que el adobe, lo cual se había demostrado empíricamente en los poblados destruidos en los que todavía se veían de pie las casas hechas de block. Pero al mismo tiempo estos albañiles rurales desconocieron que al utilizarse masivamente el block se aumentarían sensiblemente los costos de construcción de una vivienda rural mínima.
- c) Por último se estableció que en la zona afectada era muy abundante la arena de tipo volcánico, que los viejos albañiles llaman "selecto" y que empíricamente se utiliza para mejorar los morteros de cal.

Con estas conclusiones se empezó a investigar la existencia de algún mortero que utilizara poco cemento y que tuviera al compactarse resistencias superiores a las del adobe. Es así como se estuvieron estudiando las diferentes ex-

periencias con terracreto, especialmente las llevadas a cabo por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos y por el Comité de reconstrucción de Saranate.

Al hacer la comparación entre el block y el terracreto surgieron diferentes desventajas hacia el terracreto:

- 1° El terracreto, por ser un elemento sin hoyos interiores es bastante más pesado.
- 2° El color, cuando la arena utilizada es terrosa, adquiere un tono café claro que asemeja al del adobe. Esto va en detrimento del terracreto porque después del terremoto se difundió una desconfianza generalizada sobre el adobe.
- 3° A pesar de que el terracreto usa relativamente poco cemento (un décimo), su difusión hace aumentar la demanda de este material escaso.

A través de un estudio documental y un viaje en búsqueda de información especializada se pudieron obtener estudios sobre la utilización de materiales volcánicos para mejorar el cemento o para sustituirlo y/o complementarlo. Estas experiencias han sido realizadas en los siguientes países: México, Perú, Chile, Ruanda, Tanzania, India, Alemania, Francia e Italia. La constante de todas estas experiencias ha sido la utilización de arenas volcánicas de tipo puzolánico. En algunos países del Tercer Mundo este material es realmente una alternativa en las infraestructuras rurales.

II.- Programa de actividades desarrolladas

1. Exploración de canteras y selección del lugar para una planta piloto.
Considerando que para la elaboración de Cematita se necesita material piroplástico (ceniza volcánica), la cual abunda en todo el Altiplano de Guatemala y cal, la cual sólo se encuentra en afloramiento al sur del valle del Río Motagua, en una faja relativamente angosta. En base a lo anterior, fue la presencia de cal lo que constituyó el factor determinante para escoger a San José Poaquil -en el Departamento de Chimaltenango-, como la sede de la primera planta piloto de Cematita.
2. Estudio de factibilidad y financiamiento.
Estando San José Poaquil en el centro del área devastada por el terremoto, hay un mercado muy grande para los materiales de construcción. Se analizaron los costos de extracción de material, mano de obra, infraestructura y administración, obteniéndose un precio de venta competitivo con los otros materiales de construcción que se ofrecen en la zona.
3. Se hicieron ruedas mecánicas y químicas para garantizar la resistencia mecánica de la Cematita a través del laboratorio que posee CEMAT en la ciudad de Guatemala y en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Construcción de la planta
CEMAT tiene estrechas relaciones de trabajo con el Comité de Reconstrucción local de San José Poaquil, el cual facilitó un terreno de 5,000 m² en el centro de la población donde se construyó un edificio que alberga las bodegas de materia prima, las prensas, el horno de curado y la bodega de producto terminado. Se construyó además, una casa en donde está la cocina y los servicios para los trabajadores.
5. Maquinaria y procesos
La materia prima (cal y materia piro-plástico) se guarda en un sitio seco para después ser molida y mezclada en el molino de martillos.

El material es prensado y moldeado con una máquina Ceta-Ram. Posteriormente los blocks son curados a vapor en el horno y después de un período de secado de una semana, se distribuye al consumidor.

Además de la fabricación de blocks, la cematita se ha usado para construir edificios por el proceso de "tapial" en donde el material se apisona dentro de formaletas metálicas, las cuales fueron diseñadas por el Sr. Bernardo Jelkmann, colaborador de CEMAT.

Nota: A la fecha, la planta de San José Poaquil produce 500 blocks diarios y se espera aumentar su capacidad a 1,000 blocks diarios, con la maquinariamente actualmente en uso.

6. Difusión de la Cematita y entrenamiento de técnicos

Están en construcción dos casas, las cuales servirán de prototipos de demostración del material. Se ha impreso un folleto llamado "Proyecto Cematita, una alternativa al cemento para el área rural", el cual servirá para realizar seminarios con maestros de obra y encargados de construcción de las comunidades de la región. Dichos seminarios se realizarán en San José Poaquil para conocer el proceso prácticamente. Se han enviado a grupos de constructores a recibir cursos sobre la técnicas del "tapial" a la finca La Rinconada de Antigua Guatemala, del Sr. Bernardo Jelkman.

B) EXPERIMENTACION Y DESARROLLO DE LETRINAS PRODUCTORAS DE ABONO Y BIOGAS

Como se expresó anteriormente, el sondeo inicial que se realizó a través de talleres de promotores y albañiles rurales fue el punto de partida que permitió detectar las necesidades básicas, que se planteaban en el mundo rural y suburbano del área afectada por el terremoto de febrero de 1976.

La primera necesidad básica en el área fue la construcción de un albergue mínimo que permitiera pasar la llegada de la época de lluvias. Posteriormente se iría poco a poco reconstruyendo una vivienda mínima más formal. En el camino de esta reconstrucción muchos de los programas post-terremoto, planearon la construcción de esta vivienda mínima en su estructura más simple: el techo y muro para poder dormir. Pero conforme se fueron desarrollando los programas se hizo evidente que las necesidades de la población abarcaban otras áreas o ambientes muy importantes, tales como el área de cocina y el área de letrinas o inodoros. Para muchos de los programas, la inclusión de la infraestructura sanitaria como parte del módulo mínimo comenzó a plantear un verdadero problema financiero, debido a que de hecho esto multiplicaba los costos de reconstrucción en un 40% más.

Lo anterior planteó como una necesidad importante el de empezar estudios-experimentación sobre alternativas de infraestructura sanitaria y de cocina para viviendas de escasos recursos. La primera línea de búsqueda de CEMAT fue la experimentación y desarrollo de materiales alternativos para el área rural (cfr. Cematita) que permitieran abaratar los costos de las pequeñas infraestructuras rurales.

La segunda línea de búsqueda, se situó en la perspectiva siguiente: ¿Cuáles podrían ser las técnicas apropiadas que desarrollaran alguna alternativa para el área de cocina e infraestructuras sanitarias?, ¿Cómo podrían ser estas técnicas, además de una ayuda directa a las familias campesinas, generadoras de ingresos, empleos y/o economías sociales?

En otras palabras la estrategia de la investigación-acción se basaba fundamentalmente en combinar la necesidad de mejoramiento del hogar con la creación de instrumentos de producción. Fue así como se definió que el eje de trabajo sería:

La economía de energía por un lado, y la producción de insumos agrícolas por otro.

En el caso de la cocina campesina se seleccionó el poyo de lorena (que se describirá más adelante) y para las letrinas productoras fueron seleccionados tres prototipos diferentes para uso familiar y/o colectivo.

La Selección de la técnica

Como primera etapa fue necesario hacer un diagnóstico rápido y en la acción, de las causas más frecuentes por las cuales las letrinas tradicionales no se habían difundido ampliamente, a pesar de la existencia de diferentes programas en distintas épocas.

El sondeo preeliminar arrojó algunas conclusiones que están sujetas a revisión, según se amplíe la cobertura del trabajo:

1. La letrina ocupa un espacio improductivo y exige además jornadas de trabajo y gasto de dinero que no redundan directa y visiblemente en la mejoría de los ingresos de las familias -prioridad número uno de la mayoría-.
2. La letrina, a pesar de ser una técnica intermedia entre el inodoro y la defecación en suelo y por tanto más próxima a las condiciones rurales, entra en conflicto con un patrón cultura que se ha analizado poco: la defecación en los pequeños terrenos de cultivo cercanos a la casa (maizales, cafetales, etc.). Esta tradición -poco estudiada- remonta lejos en la historia campesina de Guatemala. Nosotros partimos de la hipótesis de que se trata de una técnica tradicional de re-uso de excretas, tal como se practica en forma más avanzada y sistemáticamente en densas regiones del Asia (Japón, China, Corea, Vietnam, India).
3. El carácter no-continuo del tipo de letrinas difundidas hace que éstas se aneguen rápidamente haciendo que la vida de la inversión sea bastante corta, aumentando los costos a mediano plazo.
4. La inexistencia de programas educativos permanentes que estén adecuadamente diseñados para motivar y animar a las comunidades a tomar las decisiones y la organización necesaria para llevar adelante por ellos mismos estos programas.

Con estos elementos recogidos a través de sondeos indirectos, encuestas más profundas, talleres de trabajo y entrevistas a conocedores, se pudo determinar el tipo de letrinas que sería conveniente desarrollar.

La siguiente etapa consistió en documentarse sobre las experiencias existentes en el campo de letrinas que produjeran insumos agrícolas. En este sentido se constató que en Guatemala ya existían las siguientes experiencias importantes:

- 1) En Guatemala, el Ing. Penagos comenzó una serie de experiencias in situ con digestores, utilizando desechos agrícolas. En este sentido podemos considerarlo un pionero en la región. El, ha podido construir más de 12 plantas en la Costa guatemalteca, donde las condiciones de temperatura ambiente elevada por el clima tropical, permiten un proceso de digestión eficiente.
- 2) Varios grupos que trabajan en el área rural utilizan las aboneras como un instrumento productivo importante. Tales son los casos de la Granja de San Lucas Tolimán, Vecinos Mundiales en San Martín Jilotepeque y muchos otros grupos que han participado en diferentes programas agrícolas en donde se ha difundido la importancia del uso del abono orgánico.

3) Existen diferentes técnicas nacionales que a través de la Universidad han comenzado investigaciones documentales y experimentales sobre procesos aeróbicos y anaeróbicos. Por ejemplo la Facultad de Ingeniería de Guatemala y de Quetzaltenango.

Una vez conocidas sucintamente las experiencias nacionales, se inició una investigación a través de la Red de Tecnología apropiada (RITA) acerca de las experiencias más interesantes en este campo, en diferentes partes del mundo.

Es interesante anotar que los bancos de datos sobre tecnología convencional prácticamente no pudieron aportarnos nada significativo. Una consulta realizada, gracias a la fraternal colaboración del CESTEEM de México, que posee una terminal de la computadora de PEMEX (Petróleos Mexicanos) misma que está relacionada con varios bancos de datos como el NTIS y otros, aportaron un total bastante grande de mini-abstracts de donde se obtuvo un 1% de información relevante. Por esta razón pensamos que la información sobre tecnología apropiada debe tener también formas apropiadas de canalización.

En marzo de 1977, el Comité Pedrano de Desarrollo -constituido por representantes de la comunidad de San Pedro la Laguna, Sololá- pidió a CEMAT que asesorara su programa de letrinización. El Comité tiene varias líneas de trabajo alrededor de un programa de salud integral: educación materno-infantil, nutrición, preparación de datos de salud para un estudio permanente, construcción de una clínica para el pueblo, compra de terrenos para experimentos agrícolas y residencia de un médico para atender al público continuamente.

Inmediatamente se inició la construcción de dos letrinas de demostración.

La letrina anaeróbica para la producción de abono y biogas

En contactos y discusiones con el grupo CETA -cuyos miembros trabajan en la Facultad de Ingeniería de la USAC- se estudiaron los diferentes modelos de letrinas continuas que pudieran proponerse al Comité Pedrano.

Por otro lado CEMAT había contactado al Grupo Low Cost Housing de la Universidad MC Gill de Canadá, para determinar cuál sería el prototipo más interesante.

Los datos de base proporcionados por el Comité Pedrano fueron:

1. En San Pedro la Laguna ya casi no existe espacio en las casas para instalar letrinas individuales
2. El Comité poseía un pequeño presupuesto para letrinización, por lo que quisiera que se buscaran letrinas con capacidad de 30 personas/día.

Después de estudiar la situación se decidió construir un diseño elaborado por el Ing. Lou -asesor de CEMAT, y miembro del grupo CETA- el cuál está formado por una cámara de digestión con una entrada y una salida fundidas en la misma estructura. Se trata de un paralelepípedo de 2.6 por 1.1. Esta caja fue construida con materiales locales: piedra volcánica tallada -con la que se construyen las casas pedranas-, mezcla de concreto pobre (cemento, cal y arena volcánica de tipo puzzolánico) y piedra bola. Además se fundió una losa de concreto pobre utilizando hierro. Los gasómetros se construyeron de barriles y la caseta de las letrinas de madera.

Para fines pedagógicos y de experimentación se construyó también un pequeño digestor de toneles, que se llenó con estiércol de animal y desechos agrícolas. Al cabo de aproximadamente un mes comenzó a producir normalmente biogas. Esto fue bastante útil para convencer a los amigos pedranos.

Actualmente las letrinas que alimentan esta plantita de abono y biogas se encuentran dando servicio al público. Como la letrina fue construida por reco-

mendación del Comité Pedrano y la Municipalidad, cerca del parque central, donde se instala el mercado, la afluencia de personas es continua e importante.

La letrina anaeróbica para la producción de abono

Además de las necesidades de letrización colectiva de la comunidad de San Pedro recibimos demandas por parte de amigos de Santiago Atitlán, sobre la factibilidad de construir una letrina familiar, es decir con una capacidad de 5-6 personas al día.

La crítica más seria que se hace a la letrina convencional de pozo ciego, es que contamina las aguas subterráneas. Además para abrir un pozo en el terreno de piedra volcánica de Santiago se necesita mucho esfuerzo y finalmente sale cara.

Por otro lado, y esto sale del análisis que hemos hecho de los posibles fracasos de varios programas de letrización, las letrinas convencionales son improductivas pues ocupan un espacio no solo contaminante sino que además no genera ingresos ni mejora la producción agrícola.

Es por esto que la necesidad de desarrollar letrinas productoras de abono es una línea de búsqueda alternativa de cierta importancia.

Tuvimos conocimiento de que los vietnamitas, durante la guerra, habían desarrollado una letrina de doble cámara, que ocupa poco espacio y que se cierra herméticamente después de 1-2 meses de uso. Se usa alternativamente una de las cámaras, mientras los excrementos se compostan en la otra cámara. Los orines se evacúan por separado. Las ventajas son varias:

- no contamina las aguas subterráneas
- produce abono rápidamente
- produce menos malos olores que las letrinas aeróbicas
- ocupa poco espacio
- es barata

Uno de los colaboradores de CEMAT quién además participa con una Radio campesina educativa local y que es albañil, decidió junto con nosotros construir un prototipo. El interés que esto ha despertado en la comunidad de Santiago Atitlán es grande y esperamos poder pasar después a la construcción de otros 10 prototipos en otras comunidades y enseguida a una fase de difusión masiva.

Las letrinas aeróbicas

A través de contacto con el grupo Low Cost Housing conocimos las letrinas tipo clivus minimum que se utilizan en los países nórdicos y el Canadá. Estas letrinas de tipo aeróbico, logran por deslizamiento lento producir abono al cabo de 6 meses. Su capacidad es de 6-7 personas /día y puede ser producida con materiales locales.

El Comité Pedrano también pidió que se construyera un prototipo de estas letrinas a nivel piloto en el área donde van a instalar la Clínica. La letrina fue construida al mismo tiempo que la productora de biogas. Esta letrina tipo clivus minimum tiene una caseta de madera y ya está en funcionamiento.

Por lo que nos hemos podido dar cuenta esta letrina tiene una relación espacio ocupado/capacidad de personas servidas, bastante más grande que la vietnamita. Además toma más tiempo la producción del abono.

Actualmente buscamos un modelo más pequeño y pensamos que las experiencias de Tanzania son bastante interesantes.

C.) POYOS DE LODO Y ARENA

ANTECEDENTES

En años recientes han habido dos hechos que han cambiado el paisaje y empobrecido a la población: un aumento en la población y mucha deforestación. La población está aumentando 3.1% por año, lo cual significa que habrá doble en más o menos 23 años. Por lo tanto, hay una rápida extensión de agricultura hacia los precipios y montañas más empinados, causando mucha deforestación y erosión. Ha comenzado un programa nacional de reforestación pero pasarán muchos años antes de que sea completamente efectiva. Otras causas de la deforestación son: incendios, enfermedad, mala administración de los bosques y el uso de los árboles como leña. Un reporte reciente del gobierno informa que 60-70% de los árboles son cortados y usados para leña, más de la mitad de lo usado para muebles, madera para exportación, construcción, incendios y enfermedad. Ya queda poco de los grandes bosques de Guatemala.

Con el aumento de la población, hay una necesidad urgente para más combustible. Antes siempre hubo suficiente leña para cocinar y se sigue usando leña como combustible principal. Las tortillas, que son un alimento principal de la dieta, son difíciles de cocinar con otro combustible y se necesitan grandes cantidades de leña para mantener la temperatura adecuada. Ahora por el aumento en el precio del combustible, mucha gente ha cambiado los alimentos tradicionales por alimentos nuevos que se cocinan más rápidamente (pero que no tienen las mismas cualidades nutritivas) y son más económicas. La leña cuesta de 6 a 15 /tarea (más o menos un metro³, cortado y amontonado). Esta cantidad le dura a una familia un mes y por lo tanto gastan un cuarto de su salario en leña.

Casi toda la comida se cocina -este es un país básicamente tropical e higiene requiere que se cocine durante horas- muchas veces de modos tradicionales que no han cambiado desde los días cuando había bastante combustible. Todavía se usan comidas que necesitan una gran cantidad de leña para cocinarlos.

Las mujeres cocinan sobre un fuego abierto, muchas veces en el suelo, con tres "tituntes" (piedras) sobre los cuales se ponen las ollas. La clase media usa estufas de propano (\$150-200) o construyen un poyo de ladrillos, una plataforma para cocinar con una superficie de molde de hierro que cuesta \$ 60 - 100. El poyo soluciona el problema del humo pero usa aún más leña que un fuego abierto.

60% de los guatemaltecos viven a una altura de 1,500 - 3,000 metros. La mucha altura causa falta de oxígeno, por lo tanto el combustible es de mala calidad. Esto limita la variedad de combustible que quemará libremente; el combustible incompleto causa más humo que a nivel del mar.

Pero la chimenea es casi desconocida. Una mañana en el área rural demuestra un paisaje de casas sacando humo. Este cuadro pintoresco puede despistar al turista, que no mira las condiciones tan malas que hay dentro de la casa.

El humo es una molestia continua y peligroso para la salud. Aparte de ojos llorosos y molestias en la nariz, también las cocineras del país ven afectada su salud. Las mujeres padecen de infecciones pulmonares, enfermedades respiratorias, enfisema, bronquitis y problemas con los ojos. Los niños pequeños sufren de quemaduras en los brazos y manos, ya que las ollas calientes se caen con mucho facilidad en los fuegos abiertos.

En el Altiplano existen los tres problemas siguientes, que hemos tratado de

solucionar:

1. Conservación de la madera
2. Cocinas llenas de humo (en ocasiones invaden toda la casa)
3. Combustible de mala calidad en lugares de mucha altura.

Desarrollo y Difusión de Poyos de Lodo y Arena

Desde la creación de CEMAT, hubo interés en conocer y difundir técnicas baratas que ayudarán a economizar leña en los hogares campesinos. Las etapas para encontrar las técnicas baratas que debían difundirse fueron las siguientes:

1. Estudiar los proyectos existentes en Mesoamérica sobre economía de leña. Se trató de averiguar sus ventajas y desventajas, así como los obstáculos que se encontraron en su difusión.
2. Localizar a un grupo o inventor que ya tuviera experiencia sobre esto en Mesoamérica o en algún país del Tercer Mundo.
3. Entrenar a un técnico local en este dominio para que pudiera supervisar la difusión de este paquete técnico.
4. Diseñar el sistema de difusión apropiado a esta técnica, escogiendo al mismo tiempo las zonas de difusión.

En el estudio de los proyectos existentes, se tuvo conocimiento de la difusión de poyos de tres tipos:

- a. Poyos hechos con block y/o ladrillo y con plancha de hierro
- b. Poyos hechos de block y/o ladrillo sin plancha de hierro.
- c. Poyos hechos de lodo y arena sin plancha de hierro.

En los poyos hechos con plancha de hierro encontramos las siguientes dificultades:

- No siempre se encuentra en el mercado local las planchas de hierro colado
- El precio de estas planchas es de Q. 45. Además es necesario comprar ladrillos tayuyos lo que aumenta el costo a Q. 80.

Por otro lado, ya existe un grupo en Patzún que se dedica a difundir este tipo de poyos y que se encarga del seguimiento.

En los poyos de block o ladrillo (sin plancha de acero) se supo que el Gobierno había tenido un programa de difusión en los años 50, pero que no había logrado que se difundiera masivamente. En pláticas con campesinos que participaron en este programa, ellos explicaron que el problema principal era el seguimiento y encontrar los fondos para comprar los ladrillos. Además tampoco existió un programa de motivación entre los campesinos para difundir el uso del poyo. El tipo de poyo que se difundió en aquella época

Por último, nos pareció lo más conveniente la difusión de los poyos de lodo y arena por las siguientes ventajas:

1. El material del cual está hecho (lodo y arena) son materiales locales
2. Además estos materiales son baratos
3. Economiza más leña que los otros poyos
4. El costo total, si lo hace el propio campesino es aproximadamente de Q. 20.
5. El aprendizaje en la construcción del poyo es fácil, porque la técnica es relativamente sencilla.

Los poyos para cocinar tienen en general las siguientes ventajas con respecto a la forma tradicional de los hogares campesinos pobres:

- Economizan más leña
- Dan mejor ambiente al lugar donde se cocina, por no estar impregnado de humo.
- Permite cierta distancia entre el suelo y la comida, disminuyendo la posibilidad de contaminación.

Además el poyo de lodo y arena diseñado por el grupo de Tecnología Apropriada ICADA-CHOQUI en Quezaltenango, Guatemala, se calienta más rápidamente por estar hecho de lodo, conservando el calor por muchas horas más, gracias al sistema de tuneles que posee, permitiendo así tener agua caliente todo el tiempo.

Después de este análisis costo-beneficio preliminar se llegó a la conclusión que el poyo de lodo y arena podría ser un aporte concreto a la economía familiar campesina y además a la conservación de recursos naturales. Además se pensó que serían las familias y las comunidades campesinas que decidirían finalmente si era conveniente introducir este tipo de técnicas.

Gracias a las relaciones de cooperación existentes entre CEMAT y el grupo de experimentación en T.A., llamado ICADA, fué posible entrenar, como ya habíamos dicho, a un instructor de CEMAT en la técnica de construcción de poyos de lorena (lodo y arena). Esta colaboración formó parte de los esfuerzos de la Red Nacional en T.A.

Descripción del Poyo

De estos tres problemas hemos desarrollado una estufa hecho de un bloque monolítico de "loreña", una mezcla especial de arena, tierra y agua. No son en realidad estufas de lodo y sentimos que para personas que han vivido siempre luchando contra el lodo, era importante inventar un nombre más romántico para lo que es una mezcla cuidadosa de tierra y arena.

La tecnología de adobe es muy buena aquí, puesto que la gente está acostumbrada a mezclas de lodo. Las estufas no necesitan herramientas especiales; usamos solo una pala, un machete y una cuchara de cocina para su construcción; son tres herramientas que aún las casas más pobres tienen.

Para hacer la estufa se construye una base de adobe y después de hace un bloque sólido de loreña mojada de unos 40 cms. de altura. Cuando se haya secado lo suficiente, cavan canales y hoyos para las ollas. Para prevenir el escape de calor y de humo, las ollas tienen que estar a la medida exacta de los hoyos y las mismas tienen que sumergirse adentro de los hoyos. Para asegurar que las ollas sean de la medida exacta, se usan las que se van a usar una vez hecho el poyo. El sistema de los canales es largo y torcido para asegurar la absorción del calor antes de que se vaya el humo por la chimenea. Encima de los canales hay una serie de hoyos de temperatura que va en disminución, que termina en un calentador de agua fijo, hecho de una lata de 5 galones, sumergido en el bloque.

Funciona de la siguiente manera. Hay tres principios esenciales.

1. Las estufas son monolíticas y por lo tanto de gran fuerza.
2. Son grandes, por lo tanto tienen una masa térmica alta y retienen bien el calor.
3. Por ser principalmente de arena, no se rajan, lo que es un problema bastante común en otras estufas de lodo.

El calor de la caja de fuego, cocina la primera olla y es absorbido por las paredes de la caja. De ahí, el humo caliente atraviesa el sistema de canales hasta llegar a la chimenea, calentando otras ollas y siendo absorbido. Gradualmente, todo el cuerpo de la estufa se calienta. Mientras tanto, el humo se disi-

pa por la chimenea, ya enfriado, dejando su calor en la estufa. Calculamos que un modelo bien construido puede retener 90% del calor del combustible. Enseñamos a nuestros alumnos que si no pueden tocar la chimenea con las manos descubiertas cuando hay un fuego en la estufa, es que la eficiencia es muy baja.

Se controla la corriente de calor por medio de una serie de reguladores hechos de lámina, los cuales se suben y bajan en las aberturas para controlar la corriente de aire. Con los reguladores cerrados, la estufa calentará la comida durante toda la noche, cocinando los frijoles del desayuno mientras que la familia duerme. Tradicionalmente, la mujer de la casa se levanta temprano para hacer un fuego para calentar el café del desayuno. Con esta retención de calor, hay café caliente sin necesidad de agregar leña. Sólo esto ahorra mucho.

Estéticamente, una estufa de lodo suena algo escuálido, pero se pueden blanquear y estamos experimentando con barnís. En realidad, pueden adquirir gran belleza escultural; las formas son bien marcadas y masivas y se adaptan fácilmente a esculturas decorativas de superficie. Hasta ahora, nadie se ha quejado de que sean feas.

Al principio, solo estábamos preocupados con estufas bien baratas (cuestan sólo \$ 15,00 más o menos por chimenea, lata de agua y reguladores), pero se debe de considerar su uso en casas más ricas, también.

Conclusiones

1. A pesar de la novedad del Concepto de Tecnología Apropriada, existen ya en Guatemala experiencias significativas en este campo, que ameritan una sistematización y desarrollo.
2. Que la Reconstrucción del País después del Terremoto de 1976 a creado condiciones para el desarrollo de la Tecnología Apropriada, al aparecer la necesidad de programas de reconstrucción de vivienda, de infraestructura sanitaria, de desarrollo agrícola y rural integral, de salud comunitaria, de alternativas energéticas.
3. Que muchas de las Instituciones Internacionales de Ayuda, que han participado en la Reconstrucción, consideran el enfoque de la T.A. como válido, y algunas han hecho intentos para aplicar este concepto.
4. Que el concepto de T.A. puede ser un poderoso instrumento de desarrollo en el contexto guatemalteco actual, siempre y cuando sea un proceso largo y continuo, es decir que cuente con el apoyo de la mayoría.
5. Que dentro del concepto de T.A. el más importante es el de "apropiabilidad por las comunidades rurales y sub-urbanas", es decir el proceso por el cual éstas comunidades llegan a participar en detección de necesidades, búsqueda y selección de alternativas, experimentación y control, difusión, evaluación y programación, en fin administración y control del financiamiento.
6. Que en la medida que los técnicos y las instituciones nacionales dominen este nuevo instrumento, adecuándolo a las necesidades del país, tenderá a limitarse los riesgos de dependencia externa que está generando la introducción de este concepto en esta primera etapa.

BIBLIOGRAFIA

1. Un Manual de Tecnología Apropriada, Canadian Hunger Foundation/Brace Research Institute, Ottawa, Canadá, julio, 1977.
2. Conclusiones de la Primera Reunión de Expertos en Tecnología Adecuada, CESTEEM, México, junio de 1976
3. Conclusiones del Primer Seminario Nacional sobre Tecnología Apropriada, CEMAT, Panajachel, marzo de 1977.
4. Informe de Actividades (1976 - 77), CEMAT, Guatemala, enero de 1978.
5. Informe de ICADA sobre el Poyo de Lorena, Quezaltenango, 1977.