

## TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA LA VIVIENDA RURAL EN EL SALVADOR

Delmy Hércules (1)

(1) Ing. Civil, Investigadora de la Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, FUNDASAL. [dirección@fundasal.org.sv](mailto:dirección@fundasal.org.sv)

**PALABRAS CLAVE:** Transferencia, Tecnología, Capacitación, Auto ayuda, Participación.

**KEY-WORDS:** Transference, Technology, Training, Self Support, Participation.

### RESUMEN

*El presente documento muestra la experiencia de la Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima FUNDASAL, a través de su Centro de Investigación, Capacitación y Producción de Materiales, en un Programa de Transferencia de Tecnología para la Vivienda Rural en El Salvador, el cual ha sido ejecutado a nivel nacional en las 3 regiones geográficas del país para 450 familias que perdieron sus viviendas a causa de los terremotos del año 2001. Estas familias que habitan en las zonas rurales se encuentran agrupadas en la Plataforma de Agricultura Sostenible apoyados financieramente por la Agencia MISEREOR de Alemania. El programa pretende desarrollar capacidades en la población para que reconstruyan sus viviendas con el uso de recursos locales, principalmente TIERRA y con técnicas de construcción seguras como adobe sismo resistente.*

### INTRODUCCIÓN

En El Salvador el déficit de vivienda posterior a la emergencia causada por los terremotos del año 2001 alcanza cifras incontrolables y no existen posibilidades de solventar el problema con los programas de fondos nacionales y de cooperación internacional, por tanto se consideró apropiado desarrollar un Programa de Transferencia de Tecnología que comprende la capacitación, asesoría y asistencia técnica a nivel nacional para que las familias reconstruyan sus viviendas bajo el sistema de ayuda mutua, utilizando la TIERRA como principal recurso material, y con técnicas de construcción sismo resistentes.

Este proceso de Transferencia de Tecnología ha pretendido ser el vehículo mediante el cual las familias desarrollen sus capacidades para enfrentar el problema de la falta de vivienda en las zonas rurales de El Salvador, ya que ciertamente se ha convertido en la población mas vulnerable en términos no solamente de la condición precaria que vive el sector rural sino también por las condiciones sísmicas que afectan el país y la incipiente o nula atención de que son objeto por parte del Estado.

En el programa se ha promovido la participación de distintos actores que en forma coordinada propician una solución integral al problema de la vivienda rural para el sector agrícola de El Salvador, a través del uso de recursos locales con tecnologías apropiadas y apropiables, favoreciendo un proceso participativo y sustentable.

### 1. OBJETIVOS

Los objetivos planteados en este Programa de Transferencia Tecnológica para la Vivienda Rural en El Salvador son:

#### 1.1 Objetivo general

Desarrollar capacidades en las familias afectadas por los terremotos para que reconstruyan sus viviendas utilizando técnicas de construcción sismo resistentes con empleo de materiales locales, principalmente adobe, y en auto ayuda solidaria en 60 asentamientos de El Salvador.

#### 1.2 Objetivos específicos

##### 1.2.1 OBJETIVO SOCIO-ORGANIZATIVO

Promover la formación de grupos de autoayuda y organización comunitaria para desarrollar capacidades de gestión en las comunidades, fortaleciendo la solidaridad en las familias.

### 1.2.2 OBJETIVOS TECNOLÓGICOS

- Dar una respuesta que contribuya de manera integral a minimizar el riesgo en las comunidades y a reducir el costo de las viviendas para que puedan ser accesibles a la población de escasos recursos.
- Promover el uso de técnicas de construcción sismo resistentes, rescatando los conocimientos de construcción vernácula de las comunidades, con recursos locales y que configure una tecnología fácilmente apropiable y apropiada para las familias.

## 2. ANTECEDENTES

El problema habitacional en El Salvador se agudiza cada vez más, tanto por las condiciones socio económicas del país como por las catástrofes naturales que lo afectan. La población rural ha sido la más afectada en los últimos desastres naturales como inundaciones y eventos sísmicos.

La mayoría de esta población se dedica a una actividad económica dependiente de la agricultura, con ingresos eventuales y sin capacidad económica para solucionar su problema de vivienda. Estas condiciones de pobreza y de alto riesgo ante los desastres naturales colocan a la población rural como la más vulnerable.

En este contexto, se plantea como medida más adecuada, ayudar a la población afectada a adquirir el conocimiento de técnicas de construcción sismo resistentes, un apropiado uso de los recursos locales y promover un proceso participativo a nivel comunitario.

Parte de esta población pertenece al programa de Agricultura Sostenible que desarrollan Organizaciones no Gubernamentales, llamadas La Plataforma, quienes reciben financiamiento de la Agencia MISEREOR de Alemania para realizar sus acciones, y en este caso para ayudar a las familias a reconstruir sus viviendas, sin embargo no cuentan dentro de sus líneas de trabajo con el área de construcción de viviendas ya que se dedican únicamente a labores agrícolas.

Para abordar el programa a nivel nacional y por la especialización técnica requerida, la Agencia MISEREOR nombró a la FUNDASAL como la Instancia Técnica que asumiría el rol de Transferencia de Tecnología hacia la población, coordinando a 14 Instituciones participantes del Programa.

## 3. EL PROYECTO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

### 3.1 Ubicación

La Transferencia de Tecnológica se ha desarrollado en las 3 regiones geográficas del país (Oriental, Central y Occidental), en un promedio de 60 asentamientos en 10 de los 14 departamentos que conforman El Salvador.

### 3.2 Los actores

Los principales actores que han formado parte de esta experiencia en distintos roles son:

**Población beneficiaria:** 450 familias de la zona rural afectadas por los terremotos de enero de 2001, que forman parte de la Plataforma de agricultura sostenible financiado por la Agencia Misereor.

**Las instituciones contrapartes:** Son las Instituciones que aglutinan a los grupos de agricultores y son co-ejecutores del proyecto de reconstrucción de viviendas. Las instituciones contrapartes por cada región son las siguientes:

- REGION CENTRAL:  
Arzobispado de San Salvador  
Caritas Zacatecoluca  
Caritas San Vicente  
Caritas Chalatenango
- REGION OCCIDENTAL:  
Caritas Santa Ana  
Caritas Sonsonate  
Asociación CREDHO  
Universidad Católica de Occidente, UNICO

- **REGION ORIENTAL:**  
Fé y Trabajo  
Caritas San Miguel  
Caritas Santiago de Maria
- **COIDESAM**
- **FUNDASAL**, que ha llevado a cabo el proceso de transferencia de tecnología en los aspectos socio educativos, organizativos, técnicos y constructivos.
- **La Agencia MISEREOR** de Alemania, que ha financiado tanto la transferencia de tecnología como los recursos para la reconstrucción de las viviendas.

### 3.3 Propuesta de tecnologías constructivas

Tradicionalmente en El Salvador se ha construido con tierra utilizando diferentes sistemas como el adobe y bahareque, sin embargo, luego de analizar las consecuencias de los daños causados por los recientes terremotos, en los que la mayoría se han dado en la vivienda construida con tierra especialmente de adobe, se ha llegado a la conclusión, aún con la discrepancia de muchos sectores, que la mala práctica de construcción ha sido la principal causa de los daños y no el sistema de construcción o el recurso tierra como muchos pretenden afirmar.

En este sentido, este proyecto de transferencia de tecnología, además de los objetivos que ya se han mencionado pretende revalorizar el uso de la tierra como material de construcción, recuperar la confianza de la población afectada y sobre todo rescatar la experiencia de la población que por tradición sabe construir con tierra.

Bajo las condiciones mencionadas se propuso el uso de 3 técnicas de construcción que tiene como principal fuente de recursos materiales la tierra y especies forestales como Vara de Castilla, Vara Brasil y madera local. Estas técnicas son:

#### 3.3.1 SISTEMA DE ADOBE SISMO RESISTENTE

En un sistema de mampostería simple, de paredes formadas por unidades de adobe, dispuesto de forma cuatrapeada entre hiladas, con refuerzo interno de Vara de Castilla, Bambú o similar, en sentido vertical y horizontal formando un entramado. Se articulan las esquinas e intersecciones con el uso de contrafuertes y se rigidiza la estructura con una viga de coronamiento perimetral.

#### 3.3.2 SISTEMA DE BAHAREQUE TIPO CEREN

Sistema de construcción constituido por un entramado o tejido de Vara de Castilla, Vara Brasil o similar, apoyado por refuerzos laterales o columnas de la misma vara que hacen de la vivienda una unidad estructural; en donde el tejido de Vara de Castilla se convierte en el esqueleto de la vivienda y posteriormente se rellena con tierra.

#### 3.3.3 SISTEMA DE BAHAREQUE MEJORADO

Consiste en formar un esqueleto principal de columnas y vigas de madera, un armazón secundaria de parales que pueden ser de madera aserrada, Vara de Tarro, Vara Brasil, etc., y forro de Vara de Castilla o Bambú a media caña sobre la estructura secundaria. Este esqueleto se rellena de barro y finalmente se da un acabado o repello para protección de superficies.

Para la selección de la técnica a aplicar en las diferentes comunidades se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Recurso predominante de la región, en cuanto a selección de tierra apropiada y especies forestales;
- Práctica vernácula de construcción y su identidad en la localidad;
- Zonificación del riesgo sísmico.

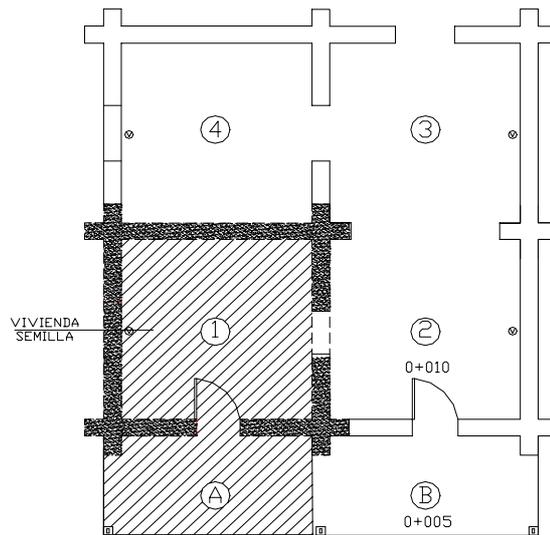
### 3.4 La solución habitacional

Dado que la solución planteada conlleva la potenciación de las capacidades de la población para resolver su problema de vivienda, se propuso un diseño de VIVIENDA SEMILLA, con la finalidad no de dar una simple solución habitacional sino que proporcionar los medios o conocimientos necesarios para que la población obtenga

la capacidad de enfrentar de manera integral el problema de vivienda, sin tener que depender de las políticas estatales que están muy lejos de ser orientadas a la población rural.

En este sentido se propone un diseño arquitectónico simétrico y distribuido en 4 espacios con un total de 42 m<sup>2</sup> de área cerrada, más un espacio techado como corredor o galería de 14 m<sup>2</sup>, siendo el área total de la vivienda de 56 m<sup>2</sup>. La vivienda semilla consiste en construir 1 o 2 espacios básicos de 10.5 m<sup>2</sup> cada uno y corredor. A corto plazo se espera que los beneficiarios completen su vivienda según el diseño propuesto.

En el siguiente plano se muestra la distribución de la vivienda semilla progresiva, en la cual una primera etapa de construcción ha sido uno o dos módulos básicos, de acuerdo a los recursos locales con que cuentan los beneficiarios.



MODELO DE VIVIENDA COMPLETA

## 4 PROCESO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

### 4.1 Niveles de intervención

La transferencia de tecnología se desarrolló a diferentes niveles en lo que se refiere a los distintos actores participantes en el proyecto. Estos niveles son:

A nivel de instituciones:

Se desarrolló un proceso de sensibilización y de difusión de las tecnologías propuestas con la presencia de Directores y Responsables de las Instituciones involucradas en el Proyecto (Contrapartes), Instituciones Estatales, Organizaciones no Gubernamentales y Universidades, con el objetivo de crear un ambiente de confianza en los materiales a base de tierra, ya que debido a los efectos causados en la vivienda por los terremotos, existe mucha oposición al uso de la tierra como material de construcción.

A nivel de técnicos responsables de proyectos y líderes comunales:

Se desarrolló un proceso de capacitación teórico práctico en aspectos técnicos y organizativos a nivel de responsables de proyectos, con el objetivo de que posteriormente puedan dirigir y orientar los diferentes procesos en sus comunidades.

A nivel de la población beneficiaria en general:

Se brindaron las herramientas necesarias a la población para desarrollar sus capacidades en la utilización de técnicas de construcción sismo resistentes con el empleo de materiales locales para reconstruir sus viviendas. Se fomentó el proceso de auto ayuda solidaria para la construcción basado en la participación comunitaria.

## 4.2 Maleta pedagógica

Para cada una de las técnicas constructivas propuestas, se desarrolló un paquete pedagógico que contiene todas las herramientas básicas para el proceso de transferencia de cada tecnología, tanto en aspectos técnicos como organizativos. El contenido general de cada paquete pedagógico es el siguiente:

- Video sobre proceso de producción de componentes y procesos constructivos;
- Fotolibro sobre la sistematización del proceso de construcción de viviendas;
- Manual técnico “Construyendo Viviendas de Adobe Seguras”, en cuatro módulos:
  - Módulo I: Fabricación de Adobes
  - Módulo II: Criterios Básicos de Diseño
  - Módulo III: Construcción de la Vivienda
  - Módulo IV: Reparación de Daños
- Rotafolio de procesos de producción y construcción;
- Maqueta pedagógica de adobes a escala natural;
- Diseños de vivienda semilla progresiva;
- Presupuestos.

Todas las herramientas diseñadas facilitaron el proceso de transferencia adecuándose a las diferentes niveles de participación. En la Figura 1 se muestra el proceso de capacitación teórico práctica con maqueta pedagógica de adobes a escala natura.



Figura 1: Capacitación con maqueta pedagógica.

## 4.3 Modelo de participación

El modelo se basó en la participación comunitaria, bajo el sistema de auto ayuda solidaria para lo cual se desarrolló un proceso de capacitación a nivel socio organizativo, ya que la población meta agrupada dentro del programa de agricultura sostenible, tiene un método de trabajo a nivel individual “de campesino a campesino”, por tanto se debió cambiar esta metodología a un trabajo colectivo, participativo y solidario.

Se promovió la formación de líderes comunales y se dieron todos los criterios necesarios para la formación de grupos de trabajo y organización del proceso de construcción.

## 4.4 Capacitación Técnica

La capacitación técnica para los diferentes niveles de intervención se desarrolló en tres momentos:

### 4.4.1 IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS LOCALES

Se hizo un estudio y verificación de los recursos existentes en las diferentes comunidades y las posibles fuentes de explotación, así como un muestreo de los sistemas de construcción utilizados tradicionalmente en cada una de ellas, con el objetivo de rescatar los conocimientos constructivos de la población y dar las herramientas necesarias para mejorar esta técnica.

Se valoró también el uso de las técnicas adecuadas de construcción en referencia con le grado de afectación sísmica en cada una de las regiones del país.

#### 4.4.2 PRODUCCIÓN DE MATERIALES O COMPONENTES

Luego de la evaluación de los recursos locales y definida la técnica constructiva a utilizar, en cada una de las comunidades se capacitó en la producción del material en los siguientes aspectos:

- Pruebas de campo para selección de tierras adecuadas;
- Dosificaciones a utilizar para producción de materiales;
- Proceso de producción de los materiales.

En este proceso se capacitó tanto a líderes comunales como a la población beneficiaria en general, definiendo así las características de los materiales a utilizar para la posterior construcción masiva de las viviendas. En la Figura 2 se muestra el proceso de producción de adobe.



Figura 2: Capacitación en producción de materiales

#### 4.4.3 CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MODELO

Es la fase de la capacitación donde se pretende reforzar, consolidar y aplicar los conocimientos adquiridos en la fase teórica, siendo el objetivo capacitar a líderes, jefes de grupo de autoayuda y población beneficiaria en el proceso constructivo de las técnicas de construcción sismo resistente para que puedan aplicarlo posteriormente en sus comunidades.

**Metodología de la capacitación práctica de construcción:** Consiste en la construcción de un modelo a escala natural según el diseño escogido por las Instituciones Contrapartes y que será replicado en las Comunidades. Se trabaja bajo el sistema de aprendiendo-haciendo, con la participación directa de los capacitandos en grupos de auto ayuda como medida para fomentar y evaluar la organización de las comunidades.

**Participantes:** Beneficiarios del proyecto y Técnicos Responsables de las Instituciones, bajo la dirección y acompañamiento permanente de FUNDASAL a través de un promotor social, un técnico capacitador profesional y personal técnico de campo.

El número máximo de participantes es de 20 beneficiarios para un modelo de 2 espacios y de 15 para un modelo de 1 espacio, el cual se desarrolla en un plazo promedio de 15 a 18 días hábiles de la manera siguiente:

Día 1: Reunión general con los participantes para reforzar los conocimientos teóricos de la técnica en general, organización de grupos de trabajo, asignación de tareas previas.

Día 2 a día 15: Reunión al iniciar la jornada o al cambiar de cada proceso para explicar las actividades a realizar, realización de tareas constructivas, reunión al final de la jornada o al terminar un proceso para socializar sobre los conocimientos adquiridos.

Día 10: Jornada de evaluación sobre la opinión de los beneficiarios en cuanto al método de enseñanza, conocimientos adquiridos, la técnica constructiva, funcionamiento de la organización y del trabajo en ayuda mutua, etc.

Día 16 a día 17: Capacitación para la instalación de cubierta de teja de microconcreto.

Día 18: Jornada de evaluación final, acto de clausura y entrega de diplomas a participantes, convivio con participantes y beneficiarios de comunidades en general.

Se construyeron un total de 12 viviendas modelo (Ver Figura 3) en las 3 regiones de El Salvador, distribuidos de la manera siguiente:

REGION ORIENTAL:	1 modelo de adobe sismo resistente
REGION CENTRAL:	3 modelo de adobe sismo resistente
	3 modelos de bahareque tradicional
	1 modelo de bahareque Cerén
REGION OCCIDENTAL:	3 modelos de adobe sismo resistente
	1 modelo de bahareque mejorado



Figura 3: Proceso de construcción vivienda modelo.

#### 4.5 Acompañamiento y asesoría técnica en la auto construcción

Luego de finalizado el proceso de capacitación y con la finalidad de garantizar los estándares de calidad de las construcciones, se inició la fase de acompañamiento y asesoría técnica en las diferentes comunidades, para lo cual se asignó personal técnico profesional y de campo en cada una de las regiones.

Este personal se encargó de supervisar los procesos de aplicación de capacidades desarrolladas por la población en la construcción de sus viviendas, bajo el sistema de auto ayuda solidaria.

### 5 RESULTADOS ALCANZADOS

Como resultado de la experiencia de transferencia de tecnología para la Vivienda Rural en El Salvador se tienen los siguientes logros:

- El desarrollo tecnológico transferido a las comunidades con la utilización de sus recursos locales y técnicas adecuadas para la construcción de las viviendas, ampliando las posibilidades de mejorar la calidad de vida de la población rural en El Salvador;
- Participación de las comunidades en el sistema de auto ayuda solidaria para las actividades de obtención de los recursos locales, producción de materiales y construcción de las viviendas;
- Fortalecimiento de la organización comunitaria mediante la formación de líderes comunales y de grupos de trabajo;
- Uso de los recursos locales y promoción de la plantación de nuevos recursos forestales a nivel de región.

### 6 IMPACTOS

Dentro de la población atendida se pueden observar las siguientes transformaciones:

- Revalorización de la cultura local en cuanto al uso del recurso TIERRA y otros materiales locales para la reconstrucción de sus viviendas;
- La buena aplicación que ha hecho la población de las capacidades desarrolladas en el proceso de transferencia de tecnología es un indicativo de la apropiación que han tenido de las técnicas constructivas;
- Concientización sobre el correcto uso y mantenimiento de las viviendas por las familias beneficiadas;
- El proceso de capacitación ha generado en la población un aumento de su auto estima, ya que al dominar la técnica constructiva sienten mayores posibilidades de obtener un empleo;
- La participación de la mujer en todos los procesos, incluso a nivel de lideresas, aseguran en gran medida las sostenibilidad del proyecto ya que dominan la técnica constructiva y mantienen la organización en las comunidades;
- A nivel de las instituciones intermediarias, han logrado integrarse al proceso desarrollado y podrían en un futuro emprender nuevos proyectos.

## **7 CONCLUSIONES FINALES**

El proceso de transferencia de tecnología contempló la construcción de 12 viviendas modelo y estas se han replicado a la fecha en 300 viviendas construidas por las familias capacitadas, según modelo que se muestra en la Figura 4.

Las tecnologías transferidas a las comunidades han sido totalmente apropiadas al contexto en relación con los recursos materiales y la zonificación sísmica del país, y son también apropiables para la población beneficiaria.

En términos de la participación comunitaria, el programa ha sido exitoso ya que se logró cambiar el esquema de trabajo individual por un trabajo colectivo y solidario, fortaleciendo la capacidad organizativa de las comunidades y por consiguiente todo el tejido social que se genera a partir de la solidaridad.



Figura 4: Vivienda de adobe sismo resistente, de las cuales se han replicado 300 unidades.