

## III Encuentro mundial de solidaridad con la revolución bolivariana

13 al 17 de abril 2005

### MESA DE TRABAJO N° 2 COMUNIDADES, HÁBITAT Y VIVIENDA.

---

Ponencia: La producción de ecomateriales para la construcción de vivienda de interés social como una vía para la descentralización. La experiencia Cubana

Presentador: Dr. J. Fernando Martirena H., CIDEM. Universidad Central de las Villas. Cuba

#### **Introducción**

El mundo de finales del Siglo XX y principios del Siglo XXI se ha caracterizado en gran medida por las secuelas del llamado desarrollo moderno al estilo occidental. Las grandes desigualdades sociales, la violencia llevada al extremo y los impactos ecológicos en algunos casos irreversibles son los signos de los nuevos tiempos, en especial para los países en vía de desarrollo. Entre las prioridades más acuciantes está la de garantizar condiciones adecuadas de hábitat para cada ser humano, problema con soluciones cada vez más alejadas del bolsillo de las amplias mayorías con bajos niveles de ingresos que viven alrededor de las grandes ciudades del Tercer Mundo formando las "Villas Miseria".

En estas condiciones se impone la necesidad de establecer nuevos paradigmas para el desarrollo como condición ineludible para la supervivencia de la especie humana. El crecimiento armonioso y equilibrado en los aspectos económico, ecológico y social bajo nuevos esquemas de producción serán uno de los aspectos de mayor importancia para la industria en las nuevas condiciones, y esto tendrá repercusión en todos los campos del desarrollo social.

La solución al complejo problema de la vivienda trasciende las fronteras nacionales, las diferencias políticas e ideológicas, e incluso las estrategias regionales de desarrollo. Cualquier estrategia para el desarrollo sostenible del hábitat debe comprender no solo la construcción de las viviendas, sino también la generación de empleos, la provisión de servicios de salud y educación, así como soluciones urbanísticas que brinden un marco adecuado para todas las actividades mencionadas, y para la vida sana y creativa del hombre.

Entre los aspectos claves a resolver está garantizar la disponibilidad de materiales de construcción asequibles a las personas con pocos recursos. A los materiales de construcción les corresponde una parte importante en el costo total de la vivienda, que algunos autores estiman superior al 40% en los países en vías de desarrollo; y dentro de estos, el cemento Pórtland alcanza en valores absolutos hasta el 15%<sup>1</sup>.

También es preciso propiciar la disponibilidad de esquemas racionales de financiamiento que permitan que familias de muy bajos ingresos, que normalmente no califican en los esquemas tradicionales de financiamiento bancario, puedan acceder a créditos blandos que le permitan pagar su vivienda. Finalmente se hace indispensable buscar nuevos esquemas de gestión descentralizada, que propicien una alta participación comunitaria en los proyectos de

construcción de vivienda de interés social, por la vía de esquemas de auto-construcción, o a través del trabajo en cooperativas.

Este trabajo pretende exponer las experiencias que he tenido el CIDEM<sup>1</sup> de conjunto con la red Latinoamericana para el Hábitat Sostenible, EcoSur<sup>2</sup>, en la realización de programas sociales de construcción de viviendas en Cuba y varios países Latinoamericanos, como una alternativa válida para brindar una solución de vivienda decorosa y accesible a la población de muy bajos ingresos.

### ***La producción industrializada de materiales de construcción***

La industria de materiales de construcción es una de las áreas más dinámicas del desarrollo moderno. El inicio del siglo XXI se ha visto caracterizado por la aparición de novedosos materiales que superan con creces las propiedades de sus antecesores. Sin embargo, este desarrollo impresionante no ha beneficiado de igual forma a los países en vías de desarrollo, cuyo acceso se ha visto limitado básicamente por aspectos económicos. El mercado global de materiales de construcción muchas veces ha provocado la ruina de las industrias locales en países en vías de desarrollo, que en estas condiciones han optado por entrar en negocios de franquicias de las principales marcas desarrolladas en el Norte, para de esta forma poder sobrevivir a la fiera competencia.

La ecología es otro problema de grandes dimensiones. Las tecnologías modernas de producción de materiales de construcción son responsables del impacto negativo que ha producido sobre nuestro planeta la sobre-explotación de recursos, y la inmensa cantidad de desechos que crea la gran industria. En los países industrializados se ha creado conciencia sobre estos problemas, y hasta cierto punto se controlan muchos de ellos, principalmente debido a su excelente infraestructura, la buena organización de estas sociedades ricas, y los severos sistemas de preservación del medio ambiente que se pueden permitir.

Sin embargo el caso es diferente en los países en vías de desarrollo, donde hay una pobre infraestructura, la sociedad tiende a ser caótica y desorganizada, y muy frecuentemente las regulaciones ambientales son bien relajadas. Aun cuando haya soluciones técnicas disponibles para evitar catástrofes ecológicas, hay otros aspectos que limitan su implementación, como los altos costos, la poca disponibilidad de fuerza de trabajo de alta calificación y las condiciones específicas del mercado, y es más fácil transferir tecnologías – muchas veces antiguas e ineficientes- de países industrializados.

En específico, la producción centralizada de materiales de construcción, por grandes transnacionales, a partir del uso intensivo de energía y automatización, ha demostrado ser poco factible para resolver los ingentes problemas de los sectores más pobres de los países en vías de desarrollo. En su lugar, resulta más atractivo pensar en soluciones particulares que promuevan iniciativas locales, y puedan ejecutarse a pequeña escala, con un mínimo efecto sobre el medio ambiente.

### ***Los ecomateriales***

En la producción de materiales en países industrializados se trata de maximizar los costos de capital (inversiones, maquinaria, automatización, etc.), y de disminuir los costos de fuerza de

---

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales, de la Universidad Central de las Villas. Cuba

<sup>2</sup> [www.ecosur.org](http://www.ecosur.org)

trabajo al máximo. Este esquema trabaja de forma lógica en países desarrollados con una moneda estable y bajos intereses sobre el capital, donde la fuerza de trabajo es especializada y por ende costosa. En los países en vías de desarrollo, donde el capital es caro por los altos intereses, y la fuerza de trabajo barata, este esquema produce desempleo y dependencia de importaciones, en específico de la tecnología foránea. Por esta vía sólo una minoría de la población –la que tiene recursos- se beneficia, mientras que las grandes mayorías de bajos ingresos ven como su desesperada situación empeora.

Los “ecomateriales”<sup>3</sup> (materiales de construcción económicos y ecológicos), surgen como una alternativa productiva para países en vías de desarrollo. Son materiales de construcción similares a los tradicionales, pero fabricados a pequeña escala, con tecnologías apropiadas, empleando recursos y materias primas locales, fundamentalmente desechos agroindustriales. A la vez es una fuente de desarrollo, pues emplea fuerza de trabajo de la zona. Los productos comercializados poseen alta calidad, y por ende, una creciente competitividad en los mercados locales.

Para la producción de estos ecomateriales se han desarrollado tecnologías apropiadas que permiten su producción en las condiciones anteriormente descritas. Diferentes instituciones de investigación & desarrollo han coordinado esfuerzos con instituciones de la práctica, principalmente ONGs, coordinado por la red EcoSur, para realizar el proceso completo de desarrollo de la tecnología con un enfoque diferente. El anexo 1 presenta de forma esquemática la forma en que se realiza este trabajo.

El trabajo de investigación fundamental del nuevo material o proceso se hace en instituciones universitarias, principalmente en Cuba; posteriormente se diseña la tecnología, incluyendo la maquinaria necesaria, que se produce también en Cuba, a muy bajos costos. Los especialistas que desarrollan esta tecnología se ocupan de hacer las primeras introducciones prácticas de los resultados en proyectos sociales piloto, donde hacen ajustes en estrecha relación con los destinatarios de las tecnologías. Las tecnologías se comercializan a través de EcoSur, que realiza sus ventas a través de su portal [www.ecosur.org](http://www.ecosur.org), y a través de la empresa cubana MERCADU S.A., como un ejemplo de relación sur-sur.

El financiamiento de la actividad de desarrollo de la tecnología viene de diversas fuentes, entre ellas los programas de cooperación académica Norte-Sur, pero también de las acciones comerciales de las instituciones que desarrollan estas tecnologías. Su implementación a través de proyectos sociales se financia a través de agencias internacionales para la cooperación al desarrollo, y también de forma parcial a partir de las intervenciones en el mercado, en la comercialización directa de estos productos o servicios.

Algunos ecomateriales en los que CIDEM ha desarrollado y hoy están a disposición comercial son:

1. El cemento puzolánico CP-40: por ejemplo, es un aglomerante obtenido al mezclar y moler finamente cal con puzolana. Las puzolanas son generalmente materiales de desecho, o materiales naturales de gran abundancia, como las cenizas volcánicas, y algunas cenizas de la producción agrícola. La puzolana se mezcla íntimamente con la cal y son molidas en un molino de bolas. Este cemento puede ser utilizado como sustituto del cemento Pórtland en un gran número de aplicaciones.

---

<sup>3</sup> Término acuñado por la ONG “Grupo Sofonias” a principio de los años ‘90

2. Las tejas de micro-hormigón: son finas láminas de hormigón moldeadas de forma curva, con dimensiones 250x500 mm y espesor de 8 mm. El material que la forma, el microhormigón, es un mortero estructural de arena y cemento con características especiales, que a diferencia de los morteros ordinarios, brinda alta resistencia a la compresión y flexión. Posee mejores índices de comportamiento térmico que el asbesto cemento, y un excelente comportamiento a la intemperie.
3. Prefabricados de hormigón: son variados productos, que incluyen bloques huecos de hormigón, vigas, bovedillas y adoquines para pavimentos. Se producen generalmente por procesos de vibración-compactación en máquinas diseñadas para esto, que trabajan a pequeña escala. Se han reportado experiencias de sustitución de hasta un 50% del cemento Pórtland usado por cemento puzolánico CP-40, sin que se afecten las propiedades físico-mecánicas de los productos resultantes.
4. Adobe: una mezcla de arcilla con arena que es moldeado, secado en forma de un ladrillo. Este material ha sido usado tradicionalmente con mucho éxito en algunos países y es conocido por sus excelentes propiedades aislantes. Si se combina con un buen diseño arquitectónico y una técnica correcta de repello puede exhibir una buena durabilidad, incluso en países lluviosos.
5. Combustibles alternativos, cal y ladrillos: en específico en la quema de materiales de construcción como la cal y los ladrillos de arcilla cocida se hace necesario buscar alternativas de combustible que sustituyan a la leña. Se ha desarrollado el “Bloque Sólido Combustible” BSC, que es una combinación de biomasa y arcilla, que tiene excelentes propiedades combustibles. Cuando el BSC se quema, las cenizas que resultan de la combustión son una puzolana altamente reactiva.
6. Ladrillos de bajo consumo energético: se han desarrollado materiales fundentes que permiten reducir significativamente el tiempo de quema y la temperatura máxima de combustión de los ladrillos de arcilla, a la vez que mejoran las propiedades de los ladrillos resultantes. Experiencias práctica demuestran que se puede reducir el consumo de leña hasta un 50%, con un incremento de hasta un 40% de la resistencia y dureza del ladrillo resultante.

### ***El esquema de producción de ecomateriales***

La producción de ecomateriales debe organizarse como cualquier otro esquema de producción semi-industrial, para poder garantizar eficiencia en la operación del taller. Debido a los pequeños volúmenes de producción logrados con las tecnologías empleadas en la producción de los ecomateriales, el aumento de la producción se realiza de forma general a partir de la reproducción de la escala de producción.

El anexo 2 de este trabajo se presenta un esquema “típico” de lo que debe ser un taller de ecomateriales, según las tecnologías desarrolladas y comercializadas por CIDEM y EcoSur. Con un mínimo de maquinaria se pueden producir una variada gama de productos para la vivienda, principalmente para la construcción gris. Se pueden producir varias alternativas de materiales de pared y techos, y los elementos de cierre y cimentación, todo en un pequeño taller y con recursos adquiridos básicamente en la localidad y muy bajo nivel de transporte.

Como una parte interesante de este concepto está la fuerte interacción entre todas las tecnologías, que incluye el uso multi-propósito de la maquinaria instalada, y la utilización de los residuos de algunas producciones como materia prima de otras. Algunos ejemplos que ilustran esto son presentados a continuación:

- El bloque sólido combustible se produce con biomasa de residuos, por ejemplo aserrín. Con este combustible se puede quemar cal y ladrillos de arcilla cocida, y las cenizas que resultan de la quema pueden ser usadas en la producción de cemento puzolánico CP-40. Estas mismas cenizas pueden ser añadidas como “grog” (aditivo desengrasante) en la producción de ladrillos de arcilla.
- El aditivo fundente que se usa en la producción de ladrillos de bajo consumo energético necesita ser molido hasta una alta finura, proceso que se realiza en el mismo molino que se usa para la producción de cemento puzolánico CP-40.
- La máquina de bloques tiene moldes intercambiables que le permiten producir bovedillas para entresijos y adoquines para pavimentos.
- El cemento puzolánico puede ser usado en la producción de elementos de hormigón, donde es capaz de sustituir hasta un 50% del cemento Pórtland.

Aunque la producción se realiza a pequeña escala y de forma descentralizada, se han desarrollado sistemas de control de calidad muy completos, con normativas de ensayos de campo, de laboratorio y especiales, que permiten resolver problemas de calidad que se produzcan en cada momento. Los productores son entrenados en el empleo de estas técnicas y EcoSur tiene un sistema de asistencia técnica implementado en varios de los países donde es activo, que incluye la disponibilidad de un grupo de expertos para preguntas y respuestas, además de visitas a talleres y realización de seminarios de capacitación.

El costo de un taller típico de ecomateriales puede estar en el entorno de los \$USD 30,000, en muchos casos incluyendo las facilidades constructivas y el terreno. Las maquinarias son suministradas por CIDEM a través de sus agencias comerciales. EcoSur ha creado bancos de máquinas en varias regiones (Centroamérica, África del Sur, Europa), de forma que la entrega de las máquinas se realiza de forma profesional y rápida.

El precio de las máquinas incluye la asesoría de un experto de EcoSur para la puesta en marcha de la producción, con la condición de que el receptor debe asumir sus costos de transporte local y alojamiento en el esquema que graciosamente ha dado en llamarse CCC<sup>4</sup>. Este interesante esquema fraternal de transferencia de tecnología ha sentado nuevos paradigmas en la colaboración entre países en vías de desarrollo, que propician una diseminación ilimitada del conocimiento creado, sin necesidad de tener que asumir los altos costos de patente, o pagar los altos honorarios de un consultante internacional.

Los pequeños empresarios del sector informal son los clientes más frecuentes de este tipo de tecnología. Para que ellos puedan cubrir los costos de la maquinaria se han experimentado varios esquemas:

1. La maquinaria se vende a crédito, y el productor paga “en especies”, es decir, con producción de su propio taller. EcoSur organiza el financiamiento de los créditos a través de proyectos de cooperación internacional que trabajan con fondos rotatorios, que suministran el dinero para el pago de las máquinas, y posteriormente hacen el manejo financiero de la “hipoteca” de los productores, y propician que los recursos que por esta vía entren sean inyectados a los fondos rotatorios. Este sistema ha demostrado ser muy eficiente, en especial con productores informales que no tenían acceso a créditos bancarios oficiales, que casualmente son los mejores pagadores de sus deudas.

---

<sup>4</sup> Cama, Comida, Cerveza

2. La maquinaria se alquila en esquema de “leasing”: este esquema se usa en casos donde se realizan producciones de forma temporal, asociadas a algún proyecto de construcción de viviendas. El productor recibe las máquinas y debe pagar una mensualidad por su empleo a EcoSur. Al término del contrato las máquinas van a EcoSur, que las alquila a otro productor. Este esquema ha funcionado muy bien con cooperativas que se asocian para la construcción de viviendas.
3. La maquinaria se entrega sin obligaciones financieras, pero el destinatario adquiere responsabilidad con el destino de sus producciones: en este caso el destinatario recibe la maquinaria en custodia, realiza las producciones, que deben ser vendidas a precios subsidiados a las comunidades pobres, previo acuerdo por contrato con el financista, en la mayoría de los casos EcoSur, a través de proyectos de colaboración internacional. Este esquema funciona con empresas de subordinación municipal, asociadas con determinado programa de construcción de viviendas.

Los esquemas 1 y 2 han sido aplicados en países de economía de mercado, por ejemplo Nicaragua, Colombia, Ecuador y Guatemala. El esquema 3 se ha puesto en ejecución principalmente en Cuba, donde el productor no puede pagar con moneda fuerte convertible, y hay gran necesidad y demanda de materiales de construcción baratos.

EcoSur propicia el contacto estrecho entre productores en el mismo país, y con productores de otros países. De forma sistemática se organizan encuentros entre productores, que son muy beneficiosos para el dominio de las tecnologías y su mejoramiento a través de la incorporación de las experiencias y conocimientos locales en forma de modificaciones. CIDEM está atento a estos encuentros, de donde muchas veces salen interesantes recomendaciones para mejorar las tecnologías desarrolladas.

### ***La construcción de vivienda de interés social***

Habitualmente se crean estereotipos que condenan a la vivienda “económica” o “social” a ser algo feo y de baja calidad, cuando en realidad el trabajo de construir con recursos mínimos representa para los arquitectos un reto intelectual muchas veces superior al diseño de una residencia lujosa.

Los ejemplos de pobres urbanizaciones, con diseños de viviendas popularmente llamadas “cajas de zapatos” son, lamentablemente, bastante frecuentes. También es práctica común construir asentamientos poblacionales en áreas de riesgo de desastres, por ejemplo inundaciones, o aumentar de forma desmedida la densidad urbana en los nuevos asentamientos, a costo de sacrificar los espacios comunes urbanos, para en su lugar construir infinitas tiras de viviendas, todas iguales, lo que crea una sensación de monotonía.

También se reportan por decenas los ejemplos de “soluciones” masivas de viviendas de muy bajo costo en algunos países, donde se hace un uso indebido de los materiales de construcción para construir módulos habitacionales que son prácticamente inhabitables. Muy famosos fueron los “hornitos microwave” construidos en varios países en Latinoamérica, con módulos habitacionales de 15 m<sup>2</sup>, usando tejas corrugadas de zinc galvanizado como solución de paredes y techo.

El diseño del urbanismo y la arquitectura de la vivienda debe tener un peso importante en los programas de interés social, pues repercuten de forma positiva en la calidad y economía de la nueva urbanización. Aspectos como la física ambiental, las propiedades de los materiales, las

funcionalidad de los inmuebles y la idiosincrasia de los futuros habitantes deben ser considerados.

La vivienda debe de ser insertada en un entorno urbano ejecutado con un diseño armónico e integrado al medio donde se ejecuta la urbanización. Se hace indispensable lograr el balance entre el uso de espacios privados, colectivos y sociales para proporcionar un mayor placer y nivel de vida a los habitantes. Fenómenos como la arborización, la pavimentación con adoquines para permitir la infiltración de aguas pluviales en el suelo, y el respeto por la topografía natural del terreno deben de ser cada día más frecuentes en las urbanizaciones de nuevo tipo. Soluciones sencillas como la adecuada orientación de las viviendas y los techos inclinados, pueden dar un toque de distinción a cada nueva urbanización. Iniciativas como la de la manipulación de los residuos urbanos aumentan el impacto social integral de este enfoque.

La arquitectura de la vivienda en sí también tiene importancia. La vivienda debe reflejar las costumbres de sus habitantes, y es preciso que el equipo de diseño interactúe con los futuros pobladores, que de esta forma pueden incluir sus necesidades y costumbres en el diseño. CIDEM ha recolectado increíbles frutos del diseño participativo, incluso en poblaciones de muy bajos ingresos, con muy bajo nivel educacional.

El producto vivienda debe sufrir cambios en función de la innovación introducida en su producción con el uso de los ecomateriales. El diseño de la vivienda de nuevo tipo debe de ser adaptado a las condiciones climáticas locales, para hacer un uso adecuado de las fuentes renovables de energía que nos brinda la naturaleza: la luz, el calor, el aire, etc. Esto permite reducir sensiblemente el consumo energético durante la explotación de la vivienda, con el consecuente alivio de la presión que se ejerce sobre el medio ambiente.

Los viviendistas que se vinculan en este tipo de programa pueden ver como sus condiciones de vida mejoran de forma creciente, y esto crea todo un ambiente favorable al desarrollo comunitario, estimulando el enraizamiento de buenos hábitos de conducta entre los habitantes, y una convivencia armoniosa.

## ***Economía***

Las evidentes ventajas ecológicas y sociales de los ecomateriales no limitan en nada su viabilidad económica, sino todo lo contrario, las nuevas soluciones representan en la mayoría de los casos, atractivas propuestas para los inversionistas.

El proyecto Producción de Ecomateriales debe ser económicamente viable. Para esto hay que garantizar que los costos permitan que los productos tengan precios competitivos en el mercado. En la tabla 1 se presentan como ejemplo ilustrativo los resultados del comportamiento financiero de un Taller de Ecomateriales en Nicaragua en un período de seis meses.

Los volúmenes de producción anual de este taller, estimados de forma aproximada, son representados en la tabla 2. Se estima que estos volúmenes de producción garantizan materiales para la construcción de unas 200 viviendas de unos 50 m<sup>2</sup> de área aproximadamente por año.

**Tabla 1:** Comportamiento financiero de un taller de ecomateriales en Nicaragua (datos en Córdobas Nicaraguenses 1\$USD= 12.99 Córdobas)

<b>Ingresos</b>	
Adoquines	\$253,283.48
Bloques	\$ 86,268.20
Bovedillas/caballetes	\$ 2,178.35
Tejas	\$ 238,501.63
<b>Total de ventas</b>	<b>\$ 580,231.66</b>

<b>Egresos</b>	
Gastos administrativos	\$ 31,450.39
Herramientas	\$ 253.00
Materias primas	\$ 277,319.67
Papeles y útiles de oficina	\$ 3,141.70
Salarios y sueldos	\$ 156,069.50
<b>Total de egresos</b>	<b>\$468,234.26</b>

<b>Balance del semestre</b>	
Total de ingresos por ventas	\$580,231.66
Total de egresos por producción	\$ 468,234.26
Amortización edificio (10% de 159,134)	\$ 15,913.48
Amortización equipos (10% de 321,400)	\$ 32,140.00
<b>Total utilidad bruta en seis meses</b>	<b>\$ 63,943.92</b>

**Tabla 2:** Volúmenes totales de producción

Descripción	Prod. Diaria	Prod. Mensual	Prod. Anual
Cemento CP-40	1.0 ton	22 ton	264 ton
Tejas de microconcreto	600 u	13200 u	158400 u
Bloques huecos P-10	2200 u	48400 u	580800 u
Adoquines hexagonales (*)	2200 u	48400 u	580800 u

(\*) Esta producción alterna con la de bloques huecos de hormigón

Según se observa en este análisis, la inversión realizada para la producción de Ecomateriales tiene adecuados niveles de rentabilidad, si se analiza desde la óptica financiera. La Razón de Rentabilidad sobre activos (Utilidades Netas / activos), es del orden del 15%, si se considera que el ciclo de rotación de los activos es de un semestre, hipótesis conservadora. Si el ciclo de reproducción de los activos es de un año, entonces la RRA es el doble (30%). Esto quiere decir que la inversión realizada se recupera completamente en un plazo cercano a los tres años.

La Razón de Rentabilidad sobre Ventas (Utilidad Neta / Ingreso por Ventas) es del orden del 12%, o sea, que de cada \$C 100 vendidos, \$C 12.0 representan utilidad líquida para el proyecto.

Al realizar el flujo de fondos de los primeros diez semestres de operación, si se mantiene el ritmo de ventas concebido en la estimación, no se produce un déficit peligroso para el proyecto. A partir del sexto semestre las utilidades netas se estabilizan, aumentando la razón



de rentabilidad aproximadamente a un 25%, todo esto comercializando los productos a precios que como promedio son un 15-20% más bajos que los productos similares en el mercado.

Estas condiciones financieras pueden variar ligeramente de un país a otro, pero la tendencia en general es que este tipo de proyectos es muy atractivo también desde el punto de vista económico, y sus productos pueden perfectamente competir en el mercado en igualdad de condiciones que los productos tradicionales.

Visto de la forma en que se presenta en este documento, la producción de ecomateriales puede ser un negocio rentable a corto plazo, y por ende una buena inversión con una buena repercusión social. No obstante, en dependencia de la forma en que se implemente, su efecto socio-económico puede ser bien diferente, y el número de beneficiarios de su implementación puede variar significativamente. La experiencia ha demostrado que se pueden dar dos casos alternativos:

- Si la producción de Ecomateriales está en manos de empresarios inescrupulosos con el único interés de maximizar sus utilidades. En este caso el productor reduce significativamente sus costos, pero mantiene el precio de sus productos que son vendidos en el mercado en el rango de los productos tradicionales. Los resultados de la venta solo consiguen aumentar el margen de rentabilidad de dicho empresario, ya que mantiene los precios de venta de los materiales tradicionales, y baja significativamente los costos de producción, y no tienen ningún impacto sobre los programas sociales de construcción de vivienda, ya que no se puede construir una vivienda más barata con ellos.
- Si la producción de Ecomateriales está en manos de instituciones con intereses sociales, puede garantizarse que los productos lleguen a la población a costos más bajos que los tradicionales, pero aun persiste el peligro de que empresarios inescrupulosos que construyen viviendas compren los ecomateriales a más bajo precio que los productos tradicionales, lo que le permite bajar sus costos de construcción, pero mantiene sus precios de ventas de las viviendas, lo que aumenta así sus utilidades. En estos casos es más recomendable vincular la venta de ecomateriales con programas de autoconstrucción y de reparación y mantenimiento de viviendas.

El verdadero éxito se logra al vincular la producción de ecomateriales con la ejecución de programas integrales de construcción de viviendas. Esta forma de organización es la que garantiza los mayores beneficios sociales, ya que la producción de los materiales se hace condicionada a la existencia de un mercado cautivo, en este caso los viviendistas del programa. Esto permite bajar aún más los costos de producción, eliminando los costos de mercadeo y distribución, lo que ayuda entonces a que la vivienda, se pueda ofertar a precios racionalmente bajos a los viviendistas.

En el anexo 3 se muestran todas las posibilidades comerciales que pueden implementarse en programas de construcción de viviendas según el esquema propuesto. Hay experiencias muy interesantes<sup>2</sup> de financiación cruzada de viviendas, donde se trabaja en esquema mixto como una inmobiliaria, vendiendo viviendas de altos estándares producidas con ecomateriales en el mercado inmobiliario, y las ganancias se invierten en subsidiar los programas sociales de vivienda mínima, también construidas con ecomateriales. Adicional a los beneficios económicos, usar los ecomateriales en viviendas de altos estándares da prestigio a estos materiales, y aumenta su aceptación entre la población.

Otra experiencia bien interesante<sup>3</sup> la ha desarrollado EcoSur en algunos proyectos en Nicaragua, y se relaciona con la posibilidad de brindar opciones de financiamiento de la vivienda a familias de ingresos estables, pero muy bajos, que no califican en los esquemas clásicos de hipotecas bancarias. En este sistema se trabaja con un pequeño capital donado por una institución financiera externa, generalmente una agencia de colaboración internacional. De conjunto con asesores del banco y asesores legales se elabora un esquema de contratos hipotecarios que dan máxima seguridad de la inversión, que se implementa con un sistema de incentivos para que los interesados amorticen su hipoteca en el menor tiempo posible. Partiendo de los costos administrativos y de una utilidad módica, se ha decidido limitar el plazo para los pagos a diez años y dar descuentos en la tasa de interés para aquellos que se deciden por una amortización acelerada o quienes paguen una cuota inicial más alta.

**Tabla 3:** Comparación de la rentabilidad de una inversión desde el punto de vista del cliente (tomado de la referencia 3)

### SISTEMA PARA PROVOCAR LA AMORTIZACION RAPIDA DE HIPOTECAS

#### RENTABILIDAD DE UNA INVERSION EN UNA VIVIENDA, EL PUNTO DE VISTA DEL CLIENTE

	CASO NO 1		CASO No 2
	20 AÑOS	20 AÑOS	10 AÑOS
TERMINO DE LA HIPOTECA	20 AÑOS	20 AÑOS	10 AÑOS
INTERES ANNUAL	18%	18%	12%
ANALISIS DESPUES DE .....AÑOS	1 AÑO	10 AÑOS	1 AÑO
<b>COSTO DE LA CASA (PRECIO DE COMPRA)</b>	<b>\$15,000</b>	<b>\$15,000</b>	<b>\$15,000</b>
PAGO INICIAL	\$3,000	\$3,000	\$5,000
CUOTAS PAGADAS	\$5,222	\$25,224	\$6,722
<b>CUOTAS POR PAGAR</b>	<b>\$42,226</b>	<b>\$22,224</b>	<b>\$15,494</b>
VALOR COMERCIAL DE LA CASA	\$18,000	\$25,000	\$18,000
"RENTABILIDAD"	-\$24,226	\$2,776	\$2,506

La tabla 3 presenta un análisis de la rentabilidad de una hipoteca desde el punto de vista del dueño de la vivienda, vista en dos esquemas: (a) Pagándola con una hipoteca a largo plazo, del tipo de las que se consigue en el banco, y (b) Pagándola a través del esquema de recuperación rápida de inversión. Según el esquema propuesto, el cliente puede pagar de forma más rápida, lo que ayuda a que el pago por concepto de intereses sea mucho menor, y la inversión le resulte más económica. Las cuotas mensuales son muy similares a lo que tendría que pagar el titular si rentara la misma vivienda, de forma que no representa una carga financiera adicional.

Las experiencias con este sistema, aunque aún limitadas a algunos pocos proyectos, son realmente alentadoras. Es interesante, que de los primeros 20 clientes, casi la mitad escogió la variante de contratar su hipoteca a un plazo de siete años y hasta ahora nadie se ha decidido por el plazo máximo de diez años. Entre pagos iniciales y amortizaciones se debe lograr una recuperación de un 45 % anual del fondo de inversiones, lo que mantiene un buen ritmo de construcción para los años venideros. Este esquema alternativo funciona muy bien

en proyectos de fondos rotatorios, por ejemplo, en los programas cooperativos de construcción de viviendas.

### ***La prevención y alivio de desastres***

La intensificación de las catástrofes naturales en los últimos diez años, así como su nefasto efecto en las vulnerables economías de los países en vías de desarrollo, ha captado la atención del CIDEM. Los esquemas de producción de ecomateriales y construcción / venta de viviendas encajan muy bien en programas de reconstrucción pos-desastre. En contraposición a las soluciones “tradicionales”, estos se orientan hacia la solución sostenible de la construcción / reparación de viviendas y edificaciones en general, en lugar de implementar soluciones de emergencia que a la larga se convierten en definitivas, en detrimento de las condiciones de los afectados.

La estrategia de acción consiste en crear condiciones locales para la producción de materiales y tecnologías de construcción en las zonas afectadas por desastres, convenientemente adaptadas a las condiciones regionales específicas. La producción de Ecomateriales es condición básica para iniciar con criterio de sostenibilidad cualquier acción de reconstrucción, pues permite crear bases locales para eliminar dependencias externas en el suministro de materiales de construcción básicos.

El CIDEM trabaja en esta dirección desde 1998, cuando el huracán “Lili” devastó gran parte de la provincia de Villa Clara. Posteriormente, continuó en Centroamérica tras el paso del huracán “Mitch”, donde se organizaron proyectos de reubicación de poblaciones asentadas en zonas de inundación de Nicaragua y Honduras hacia áreas seguras. Por esta vía, la Red EcoSur ha construido cerca de 1,000 nuevas viviendas y ha creado cientos de empleos en esos países. Más recientemente, el CIDEM desempeña un papel protagónico en las acciones de reconstrucción en las provincias de Villa Clara y Matanzas, después del huracán “Michelle” en noviembre de 2001.

En septiembre de 2001 el CIDEM, de conjunto con la red ECOSUR, y con el apoyo de organizaciones internacionales, organizó la II Conferencia Internacional de Ecomateriales, con el tema principal “Prevención y alivio de desastres”. Más de 150 especialistas de unos 29 países participaron en esta reunión, donde se presentaron las experiencias de los equipos que trabajaron en muchos de los proyectos de reconstrucción post-desastre en varias regiones del mundo. Esta Conferencia representó un hito en la coordinación internacional de programas y un reconocimiento al trabajo del equipo en el tema.

### ***Resultados nacionales e internacionales***

Las tejas de microhormigón son el ejemplo de mayor éxito en la producción de ecomateriales. En estos momentos, más de 650 talleres en América Latina (alrededor de 280 en Cuba) producen unos 3 millones de metros cuadrados de techo por año, en países como Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, República Dominicana, Cuba, Panamá, Perú, Ecuador, y Bolivia. El producto se puede vender a precios ligeramente inferiores a su más cercano competidor: los techos de zinc. La producción local reduce, además, en más de un 30% el contenido de divisas, y estimula la economía local.

Este proyecto ha sido implementado desde 1989 por la Red Latinoamericana para el Hábitat Ecológico y Económico, EcoSur, con el apoyo financiero de importantes instituciones internacionales. El CIDEM ha participado activamente en él desde finales de 1995,

especialmente en la supervisión de la producción en las provincias centrales de Cuba. Por sus méritos, este proyecto resultó nominado entre los cinco finalistas del premio “Technical Award” otorgado por el Museo de la tecnología de California a las experiencias de desarrollo tecnológico de mayor impacto social.

El cemento puzolánico CP-40 ha demostrado también ser una atractiva opción, sobre todo cuando es usado en la fabricación de bloques huecos de hormigón. En este caso se pueden reducir los costos en más de un 30%, básicamente por la sustitución de cemento Pórtland. La tecnología ha sido aplicada con éxito en varios talleres de la provincia Villa Clara, y en Nicaragua, Guatemala y Ecuador.

Aunque CIDEM ha tenido un amplio trabajo internacional, el trabajo en Cuba ha sido su principal centro de atención. Desde 1999 se ejecuta en el norte de la provincia Villa Clara el proyecto “De los desechos a las casas”, que tiene como principal objetivo la rehabilitación de las viviendas afectadas por el paso sistemático de huracanes en zonas costeras. La falta de efectivos programas de mantenimiento, unido al deterioro por envejecimiento del fondo, hace más crítica la solución del problema.

El proyecto ha desarrollado métodos innovadores para resolver el problema de la rehabilitación de viviendas, a partir de crear una base local de producción de ecomateriales y organizar la comunidad para que asuma las tareas de reconstrucción en esquemas de autoconstrucción con amplia participación popular. Esta estrategia se pudo implementar gracias a la cooperación incondicional de los gobiernos municipales, las organizaciones de masas y civiles, y los beneficiarios en general.

El primer paso es la definición de una estrategia de intervención urbana, trabajando en los diferentes escenarios en función de la disponibilidad de recursos. De forma paralela, se crean las capacidades locales de producción de materiales de construcción, y finalmente, propiciar el protagonismo de los beneficiarios del programa, quienes reciben facilidades de financiamiento para la adquisición de materiales y la ejecución de los trabajos de reparación. El equipo técnico del CIDEM asesora técnicamente este proceso, trabajando en equipo con la Unidad Municipal Inversionista de la Vivienda (UMIV).

Los resultados de este programa son elocuentes. Ya a finales de 2004 se han producido más de 600,000 bloques de hormigón y unas 120,000 tejas de microhormigón. Se han concluido más de 1,600 intervenciones en viviendas afectadas por catástrofes naturales, que benefician a igual número de familias. Por sus méritos, este proyecto resultó nominado entre los 30 finalistas para los 10 premios “Dubai Habitat Award”, entregados por la sección “Habitat” de las Naciones Unidas en el 2004 a proyectos destacados en el área del hábitat.

## **Conclusiones**

Los hechos demuestran que los ecomateriales representan una alternativa muy atractiva desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social para solucionar los graves problemas del hábitat en los países en vías de desarrollo. Su introducción trae consigo la promoción de desarrollo local en la forma de nuevos empleos, uso más racional de materias primas locales, reciclaje de desechos potencialmente contaminantes y la generación de dinámicas productivas regionales.

Los principios expuestos en este documento son perfectamente aplicables en el contexto de cualquier país en vías de desarrollo. El suministro de maquinaria confiable y asesoría técnica está garantizado.

Se espera que en los próximos años se produzca una mayor concientización en los gobiernos, instituciones financieras, y organizaciones no gubernamentales de la necesidad de trabajar este tipo de enfoque alternativo para dar solución, o al menos aliviar los serios problemas del hábitat en el Tercer Mundo.

---

<sup>1</sup> Salas J.: La importancia de los materiales en las viviendas de muy bajo coste. Revista Materiales de Construcción, Vol 42, No. 227, julio/agosto/septiembre 1992

<sup>2</sup> Meléndez M, Vivienda super-económica en Nicaragua. El financiamiento cruzado como estrategia financiera. Trabajo aceptado a presentar en la III Conferencia de Ecomateriales. Santa Clara, Cuba. Noviembre de 2005.

<sup>3</sup> Rhyner, K. Sistemas hipotecarios de rápida recuperación. Ponencia presentada en la II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara. Septiembre 2001