

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA Y CONVENCIONAL CASO ECUADOR

Patricio Cevallos Salas

Ingeniero Civil
CASILLA POSTAL: 17-15 - 442C Quito –Ecuador
Teléfono: (593 2) 2502268/2340781
E-mail: cevallos@ecuanex.net.ec

Resumen

En el presente documento, se hace un análisis comparativo de los costos de producción de vivienda popular en el Ecuador entre las distintas tecnologías constructivas que se usan tradicionalmente y las tecnologías con tierra cruda o estabilizada.

Summary

In this document, there is a comparative analysis of cost to built popular constructions in Ecuador between different traditionally used constructive technologies and other technologies with using crude or stabilized soil.

Palabras clave

Construcciones en tierra, costos

Introducción

Un análisis de precios de la construcción permite a los usuarios orientar sus decisiones hacia la realidad económica y financiera que viven, en el caso de los sectores populares esto se torna aún más importante y decisivo dada su situación de precariedad.

En el presente documento se expone una comparación de costos de las distintas tecnologías que se utilizan en los procesos constructivos de viviendas populares, tanto por parte de inmobiliarias como por procesos de autoconstrucción que se usan de manera común en el Ecuador. Se aborda, exclusivamente, lo que sucede en el sector de la vivienda popular.

Para el análisis se ha considerado que toda construcción debe cumplir con los requerimientos de seguridad y calidad que las respectivas normas lo determinan y, en ausencia de una normativa como es el caso de la construcción con tierra, se han tomado en cuenta las recomendaciones y normas de países que experimentan sismicidad al igual que Ecuador.

Se considera el caso de una vivienda popular y se asume que las tecnologías seleccionadas para el estudio tienen elementos comunes que pueden ser construidos de manera idéntica. Sobre esta base, en una primera

reflexión se excluyen los elementos repetitivos en toda construcción, como son: pisos, cubierta, cielo raso falso, instalaciones eléctricas, sanitarias e hidrosanitarias, revestimientos, puertas y ventanas; y, únicamente se consideran los elementos básicos, que caracterizan y diferencian a cada tecnología: cimiento, estructura sismorresistente y mampostería.

Cada rubro es desglosado en materiales, herramientas y mano de obra, dejando fuera los beneficios del constructor, el transporte de materiales y asumiendo que los adobes y bastidores de madera para el bahareque, no son elaborados al pie de obra.

La canasta de materiales, cantidades y proporciones de éstos en la construcción con cada tipo de tecnología son resultado de la investigación, experiencia y sistematización directa de la información en el campo por parte del autor del presente artículo.

Caso Pujilí

En 1996 el Estado Ecuatoriano convocó a las instituciones privadas a colaborar y apoyar el proceso de reconstrucción de aproximadamente 4.000 viviendas que habían sido afectadas severamente por un sismo.

Pese a que, un gran porcentaje de las viviendas afectadas eran de adobe y tapial y una buena parte de las críticas iban en contra de este tipo de materiales, un grupo de instituciones privadas decidimos participar en la construcción de una Aldea Modelo, para lo cual contactamos con la Comunidad de La Quesera, perteneciente a la parroquia de Pujilí (Provincia de Cotopaxi, 100 km al sur de la capital, Quito), donde se ubicó el epicentro del sismo.

La Comunidad había perdido sus 20 viviendas y la colina donde estaban asentadas había sufrido un grave desplazamiento por lo que debía reasentarse a toda la Comunidad y la colina destinarse exclusivamente a la agricultura.

La propuesta de construcción fue hecha en adobe estabilizado con el 3% de cemento. El diseño arquitectónico de la cubierta se diferenciaba respecto del establecido básicamente por el Ministerio de la Vivienda, la construimos a "3 aguas", dejando que la "cuarta agua" se la levante cuando la casa crezca. En definitiva se planteó un proyecto de vivienda progresiva, que partía de 40.00 m² de construcción y podía llegar a 60,00 m².

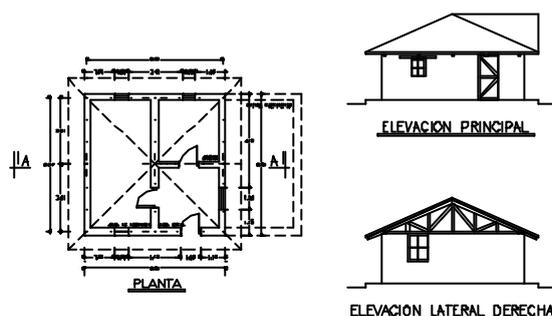
Salvo lo señalado, la vivienda implantada fue la misma en toda la zona afectada. Los materiales usados fueron cimientos de mampostería de piedra, mampostería portante de adobes estabilizados y refuerzos verticales y horizontales con acero de Ø 4mm, soleras y estructura de cubierta de madera de *eucalyptus globulus* (eucalipto) y el recubrimiento de la cubierta de teja vidriada.

Los contratistas del Ministerio de la Vivienda construyeron de manera tradicional, estructura de hormigón armado, mampostería de bloques de cemento y cubierta con estructura de madera o perfiles de tool y recubrimiento de chapas metálicas o de asbesto cemento.

Dependiendo de la distancia al centro urbano principal (Pujilí), las viviendas los valores oscilaron entre USD 2.753,62 y USD 3.623,19 y dieron como resultado costos unitarios de USD 68,84 a USD 90,58 el metro cuadrado de construcción. El valor de la vivienda en nuestro proyecto fue de USD 1.375,39, esto es USD 27,79 el metro cuadrado de construcción.

El requerimiento gubernamental era que todo constructor trabaje con el aporte de la mano de obra comunitaria, así lo hicimos y los costos, gracias al aporte comunitario y a la decisión de usar adobes, resultaron bastante bajos.

La vivienda tipo ejecutada en Pujilí, que sirve para el análisis es la que se grafica a continuación.



Análisis comparativo de materiales y precios

En el análisis comparativo de costos de la construcción de vivienda popular se utilizaron los precios de mercado de los materiales usados en las tecnologías que de manera tradicional se utilizan para esta finalidad:

- Estructura de hormigón armado y mampostería de bloque de concreto
- Estructura de hormigón armado y mampostería de ladrillo de barro cocido
- Estructura de madera y mampostería de bloque de concreto
- Estructura de madera y mampostería de ladrillo de barro cocido
- Adobe de 30
- Bahareque
- Tapial de 50
- Adobe resistente

Se comparan los elementos que caracterizan y distinguen a cada una de las tecnologías: cimientos, estructura y mampostería; y, se toma en cuenta el área útil (no total) de construcción, a fin de establecer áreas de uso similar tanto en construcciones de bahareque ($e = 12$ cm) como de tapial ($e = 50$ cm). Se excluye aquello que a la hora de tomar una decisión por alguna tecnología puede ser subjetivo para el cliente, esto es climatización, mantenimiento, etc.

En el cuadro 1 y gráfico 1, se presentan el presupuesto total y de los elementos constructivos que caracterizan a cada una de las tecnologías. En éstas, los valores y curvas de herramientas y mano de obra muestran comportamientos similares, lo que permite concluir que se trata de tecnologías blandas con poco uso de maquinaria y herramientas y un consumo de mano de obra bastante uniforme.

Cuadro 1
Presupuestos de tecnologías de la construcción
aplicadas a casas de vivienda popular, en US dólares

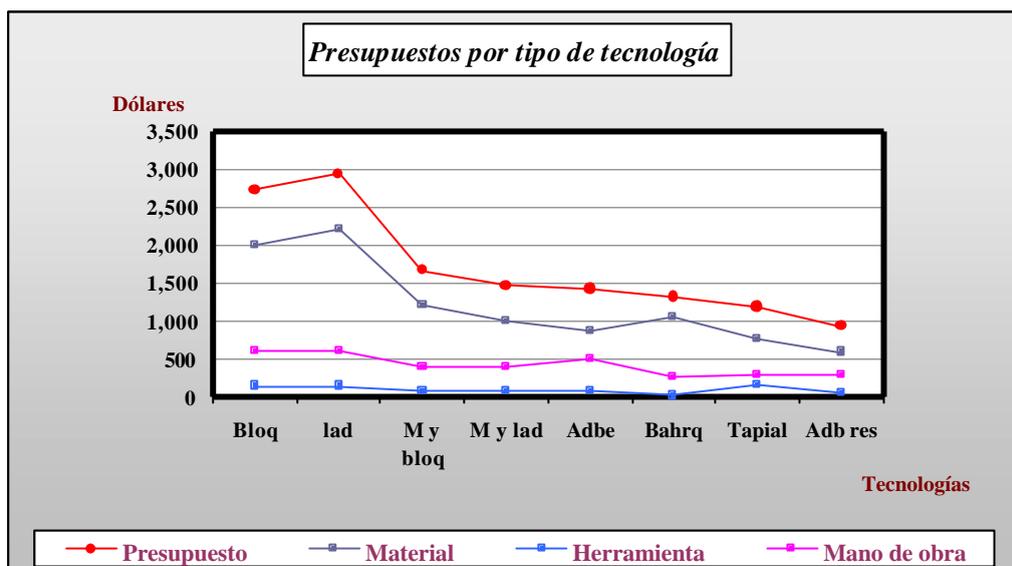
Tecnología	Presupuesto	Materiales	Herramientas	Mano de Obra
Bloque	2.726,06	2.002,13	134,02	589,91
Ladrillo	2.930,71	2.211,57	134,02	585,13
Madera y ladrillo	1.661,70	1.205,37	69,96	386,37
Madera y bloque	1.457,05	995,93	69,96	391,16
Adobe de 30 cm	1.407,87	862,25	57,95	487,67
Bahareque	1.301,70	1.047,09	5,66	248,95
Tapial	1.176,20	746,93	146,31	282,96
Adobe resistente	921,07	582,24	47,43	291,40

Fuente: Lista de materiales, Autor. Precios de materiales, Cámara de la Construcción de Quito

Elaboración: del Autor

La curva de materiales (gráfico 1), la más importante en valor después del total, deja ver que aquellas tecnologías que se basan en el uso de materiales cuya fabricación requiere de un alto consumo de energía (cemento y acero), son las más caras. Si en éstas sustituimos la estructura de hormigón armado por una de madera, los costos se reducen substancialmente y si, además, reemplazamos los materiales de los muros por tierra cruda o estabilizada, los costos se tornan atractivos para los sectores populares.

Gráfico 1



Para acelerar los procesos de construcción en tierra, mejorar calidad, aprovechar el uso de mano de obra y fundamentalmente bajar costos se incorpora procesos mecanizados que permitan lograrlo. Esto se puede apreciar con la tecnología más barata, la de adobe resistente, en la cual con maquinaria moderna adecuada a la escala de producción de vivienda popular se reducen aun más los costos y se mejora su calidad.

Al analizar el índice del cuadro 2 y gráfico 2, que relaciona los costos calculados para cada tecnología respecto de la más barata: adobe resistente, se evidencia que las de bloque y ladrillo intensivas en el uso de cemento y acero triplican el costo de la de adobe resistente; y, las de madera y ladrillo y madera y bloque son una y media veces más caras.

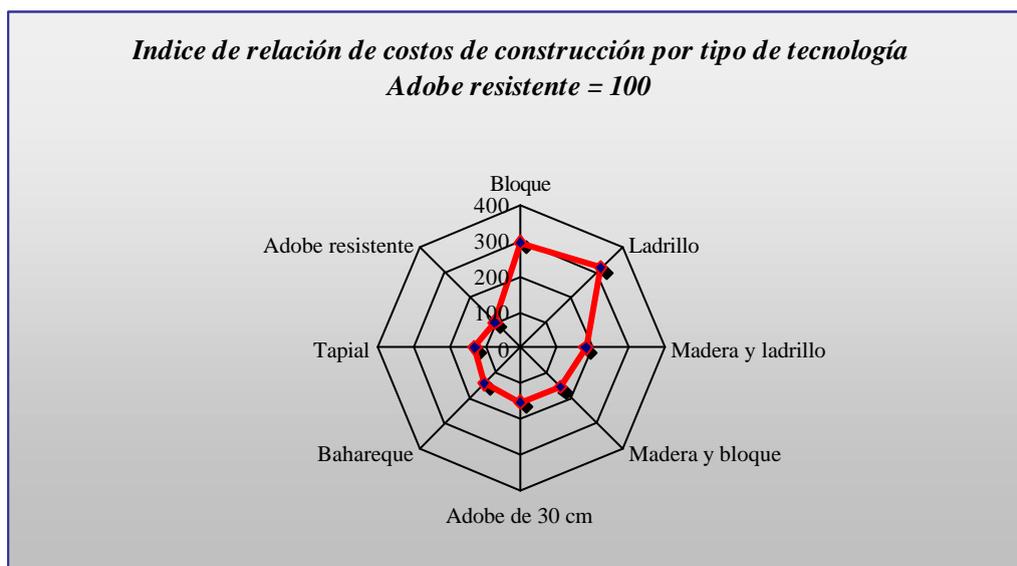
Cuadro 2

Índice de costos de la construcción por tecnología aplicada a casas de vivienda popular

Tecnología	Presupuesto US dólares	Índice Adobe Resistente = 100
Bloque	2.726,06	295,97
Ladrillo	2.930,71	318,19
Madera y ladrillo	1.661,70	180,41
Madera y bloque	1.457,05	158,19
Adobe de 30 cm	1.407,87	152,85
Bahareque	1.301,70	141,33
Tapial	1.176,20	127,70
Adobe resistente	921,07	100,00

Fuente: Lista de materiales, Autor. Precios de materiales, Cámara de la Construcción de Quito
Elaboración: del Autor

Gráfico 2



En el cuadro 3 y respectivo gráfico 3 se incluye la estructura porcentual de los elementos básicos de cada tecnología en su respectivo presupuesto total, destacándose que el comportamiento de los materiales, mano de obra y herramientas, en términos porcentuales, pesan de manera similar.

Cuadro 3

Presupuesto por elementos básicos de tecnologías aplicadas a casas de vivienda popular, estructura porcentual

Tecnología	Presupuesto	Materiales	Herramientas	Mano de Obra
Bloque	100,00	73,44	4,92	21,64
Ladrillo	100,00	75,46	4,57	19,97
Madera y ladrillo	100,00	72,54	4,21	23,25
Madera y bloque	100,00	68,35	4,80	26,85
Adobe de 30 cm	100,00	61,24	4,12	34,64
Bahareque	100,00	80,44	0,44	19,13
Tapial	100,00	63,50	12,44	24,06
Adobe resistente	100,00	63,21	5,15	31,64

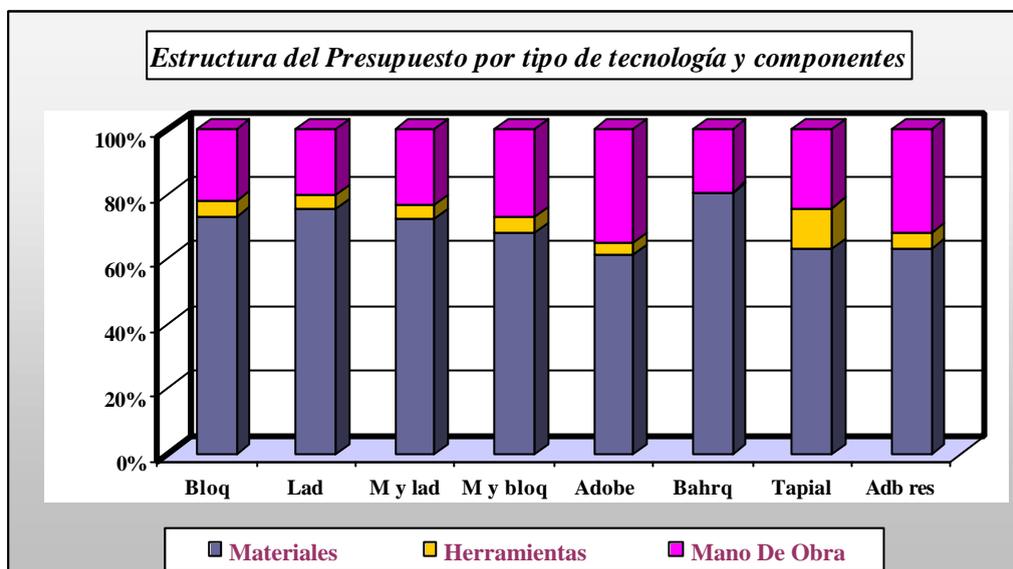
Fuente: Lista de materiales, Autor. Precios de materiales, Cámara de la Construcción de Quito

Elaboración: del Autor

Sin embargo cuando el constructor se sujeta a las recomendaciones de las entidades financieras que apoyan la construcción de viviendas para sectores marginados, tanto las instancias nacionales como las internacionales, solicitan que incluya la participación comunitaria en la construcción dentro de los presupuestos. Al hacerlo, se aprecia que si utilizamos tecnologías más baratas, el apoyo que brinda la

comunidad se constituye en el aporte más importante permitiendo reducir aún más el costo final de la vivienda. Este abaratamiento de la construcción permite, en consecuencia, que amplios sectores sociales de menores recursos económicos puedan acceder a más viviendas.

Gráfico 3



Cuando a los costos de los elementos básicos se agregan los de la cubierta, instalaciones y acabados se observa que la cubierta cobra importancia dentro del presupuesto total, por lo que gran parte de la solución al costo de la vivienda pasa por éste rubro.

Los costos especificados se analizan también desde el lado de la demanda. Al respecto, en Ecuador, la capacidad de pago del cliente está condicionada por el salario mínimo vital (120 dólares al mes) y las facilidades de financiamiento ofrecidas por la entidades oficiales. Al momento, el Gobierno ofrece créditos a largo plazo (a 5, 10, 15 y 20 años), a tasas de interés variables (equivalentes a la tasa de interés activa del Banco Central del Ecuador, 13.1 % menos 3.0%, 2.5%, 2.0% y 1,5% según el plazo) y un subsidio de USD 1.800,00 para las viviendas urbanas cuyo costo total no rebase los USD 8.000,00 y uno de USD 800,00 para las ubicadas en el área rural, a condición de que el porcentaje máximo que la persona puede comprometer para la adquisición de una vivienda sea del 35% del salario mínimo vital y tenga un ahorro del 10% del costo de la vivienda para entregarlo como primera cuota de pago de la misma.

En las condiciones descritas, establecidas el 7 de agosto de 2003 por el Instituto de Seguridad Social, se concluye que la única alternativa real de financiamiento para la mayor parte de la población ecuatoriana le permite adquirir construcciones con tecnologías adecuadas, tecnologías con materiales locales y ,en especial, con tierra cruda o estabilizada.

A partir de los referentes financieros descritos cuantificados y visualizados en el cuadro 4 y gráfico 4, se concluye que el plazo mínimo de pago de créditos contratados para financiar la compra de una vivienda urbana por un monto equivalente al costo presupuestado para cada tecnología debería ser de 15 ó 20 años, claro está siempre que los sectores populares perciban por lo menos el salario mínimo vital, puedan cancelar las cuotas mensuales en el porcentaje máximo establecido, conserven su empleo y nivel de ingresos y los precios de los demás bienes de primera necesidad no aumenten.

Es evidente también que con el 35 % del actual salario mínimo vital destinado al pago de vivienda, la población solo puede acceder a viviendas construidas con materiales locales. Actualmente dicho valor en las ciudades principales del Ecuador es insuficiente para rentar un departamento medianamente similar al propuesto como ejemplo en el presente análisis.

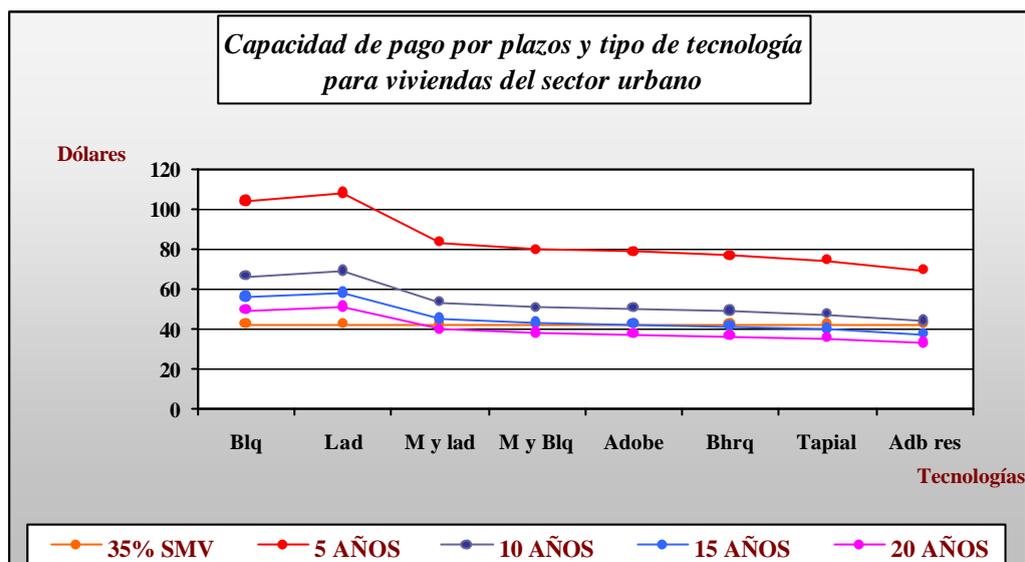
Cuadro 4

Estimación del financiamiento, forma y plazos de pago del presupuesto de construcción de tecnologías aplicadas a casas de vivienda popular urbana, en US dólares

Tecnologías	Entrada				Cuota mensual a pagar en					
	Capital	10 %	Subsidio del Estado	Saldo a financiar	35% SMV	V	5 años	10 años	15 años	20 años
Bloque de 15	7,444	781	1,800	4,863	120	42	104	66	56	49
Ladrillo	7,649	802	1,800	5,047	120	42	107	68	58	51
Madera y Ladrillo	6,380	675	1,800	3,905	120	42	83	53	45	39
Madera y Bloque	6,175	654	1,800	3,721	120	42	79	50	43	37
Adobe de 30	6,126	649	1,800	3,677	120	42	78	50	42	37
Bahareque	6,020	639	1,800	3,581	120	42	76	49	41	36
Tapial	5,894	626	1,800	3,468	120	42	74	47	40	35
Adobe resistente	5,639	601	1,800	3,238	120	42	69	44	37	33

Fuente: Lista de materiales, Autor. Precios de materiales, Cámara de la Construcción de Quito. Salario, tasas de interés, Banco Central del Ecuador. Elaboración: del Autor

Gráfico 4



En el caso del sector rural, cuadro 5 y gráfico 5, la población puede acceder solamente a la vivienda más barata, en un plazo de 20 años. Aquí, es evidente e importante contar con el apoyo de la comunidad y trabajar en el sistema de mingas y presta mano como tradicionalmente se construye en el campo: todos construyen la casa de todos.

Cuadro 5

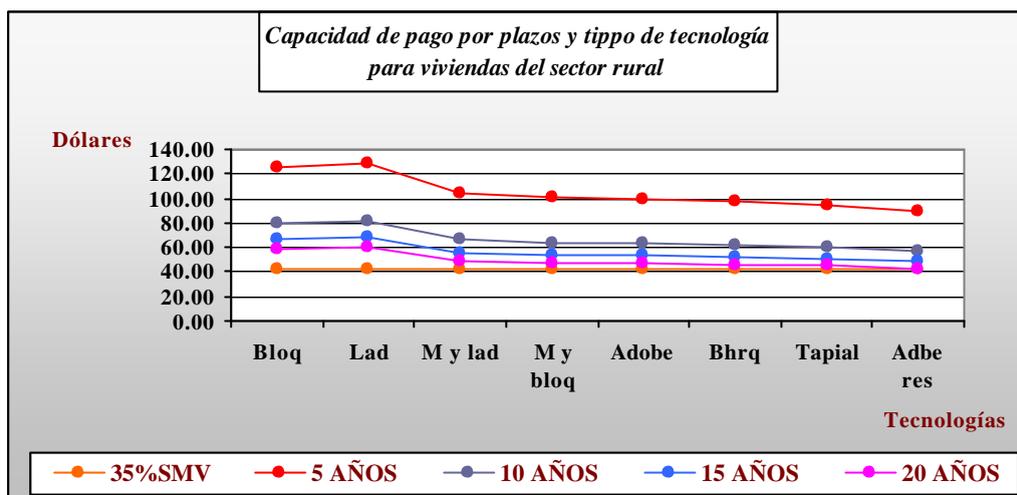
Estimación de la financiación, forma y plazos de pago del presupuesto de construcción de tecnologías aplicadas a casas de vivienda popular rural, en US dólares

Tecnologías	Capital	Cuota mensual a pagar en									
		Entrada 10 %	Subsidio del Estado	Saldo a financiar	35% SMV	5 años	10 años	15 años	20 años		
Bloque de 15	7,444	781	800	5,863	120	42	125	79	67	59	
Ladrillo	7,649	802	800	6,047	120	42	129	82	69	61	
Madera y Ladrillo	6,380	675	800	4,905	120	42	104	66	56	49	
Madera y Bloque	6,175	654	800	4,721	120	42	101	64	54	47	
Adobe de 30	6,126	649	800	4,677	120	42	99	63	53	47	
Bahareque	6,020	639	800	4,581	120	42	97	62	52	46	
Tapial	5,894	626	800	4,468	120	42	95	60	51	45	
Adobe resistente	5,639	601	800	4,238	120	42	90	57	48	42	

Fuente: Autor y precios de la Cámara de la Construcción de Quito

Elaboración: del Autor

Gráfico 5



En la perspectiva de facilitar el acceso de la población a la vivienda rural, a manera de ejemplo, si la comunidad aporta con el 50% de la mano de obra, valor conservador de acuerdo a la experiencia, el resultado sería lo que se muestra en el cuadro 6 donde la mensualidad de pago es más cómoda para la alternativa de material en tierra, en un plazo de 20 años. En la práctica el valor presupuestado para la vivienda en cada una de las tecnologías se reduciría en aproximadamente el 10 %, y con éste el monto de crédito a solicitar.

Cuadro 6

Estimación del financiamiento, forma y plazos de pago del presupuesto de construcción de tecnologías aplicadas a casas de vivienda popular rural, con un aporte inicial del 50% de mano de obra, en US dólares

TECNOLOGIAS	Capital - 50% mano de obra	Entrada		Saldo	35% SMV	35% SMV	Pago de mensualidades en			
		10 %	Subsidio del Estado				5 años	10 años	15 años	20 años
Bloque de 15	6,595	660	800	5136	120	42	109	70	59	52
Ladrillo	6,802	680	800	5322	120	42	113	72	61	53
Madera y Ladrillo	5,633	563	800	4270	120	42	91	58	49	43
Madera y Bloque	5,426	543	800	4083	120	42	87	55	47	41
Adobe de 30	5,328	533	800	3995	120	42	85	54	46	40
Bahareque	5,341	534	800	4007	120	42	85	54	46	40
Tapial	5,199	520	800	3879	120	42	83	53	44	39
Adobe resistente	4,940	494	800	3646	120	42	78	49	42	37

Conclusiones

La construcción en tierra es un 30% más barata que la de ladrillo y bloque con estructura de hormigón armado y un 10% menor cuando se usa estructura de madera. Permite que la inversión realizada sea distribuida en la propia comunidad.

La recuperación de las formas y tecnologías constructivas ancestrales permite la valoración cultural y la mejora de autoestima en los sectores rurales del País. El aprovechamiento de la mano de obra comunitaria, además de contribuir a la reducción del costo de construcción de la vivienda, permite que ésta se capacite de forma que puede continuar con su condición y labor de constructor comunitario, cobrando independencia y capacidad de autogestión con calidad. Tiene futuro en la medida en que los procesos se industrialicen y se incorpore tecnologías que permitan competir en tiempo de construcción, costo y seguridad con las tecnologías de uso común.

La vivienda en tierra permite costos accesibles para los sectores marginados que están fuera de toda posibilidad de adquirir viviendas mediante los sistemas formales de crédito. Es necesario insistir en la difusión de la construcción con tierra a fin de erradicar el sentimiento de inseguridad creado en la comunidad, para lo cual se debe trabajar en la normativa y difusión de las experiencias, hacer ensayos a escala natural y esta información, debidamente documentada, difundirla de manera profusa.

Bibliografía

CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO. Manual de costos en la construcción. Quito, Abril de 1997. 4ta edición.

CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE QUITO. Boletín Técnico. Lista de Precios de Materiales de Construcción. Quito, Junio de 2003.

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, Información Estadística mensual, Quito, Julio 2003

INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL. Boletín de prensa. Quito. El Comercio, Agosto 7, 2003