

# *Producción ecológica y económicamente sustentable de ladrillos en Chambo, Ecuador*

**Ecologically and economically sustainable brick production**



*Proyecto financiado por  
La Unión Europea y Werkhof Darmstadt e.V.  
Ejecutado por Red EcoSur Ecuador  
2006 - 2010*



**Werkhof Darmstadt**

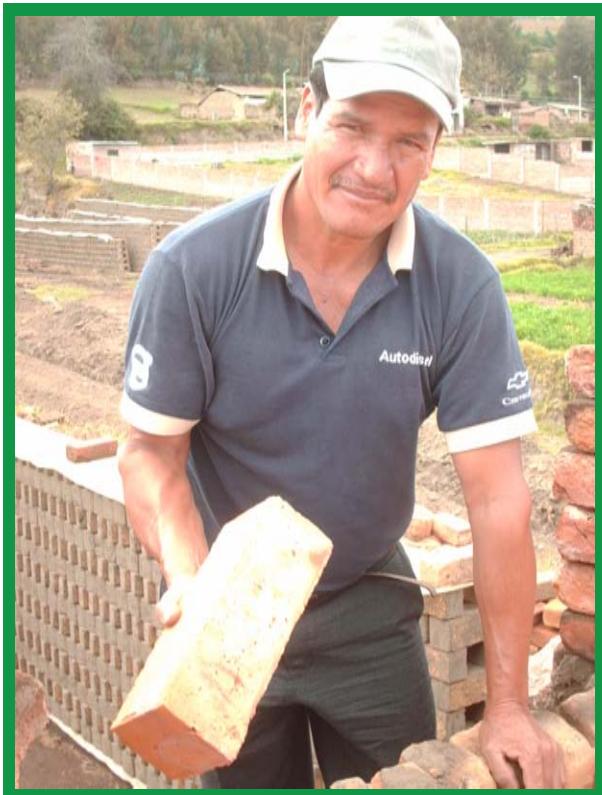


[www.ecosur.org](http://www.ecosur.org)

## ¿Producción sustentable de ladrillos?

### RESUMEN

Los ladrillos de arcilla cocida son algunos de los materiales de construcción más populares de todos los tiempos. Hoy sin embargo, a la mayoría de los productores les resulta cada vez más difícil competir con los productos a base de cemento. Muchas veces trabajan con métodos de cocción inefficientes y enfrentan altos costos de combustible, ya sea petróleo, carbón y gas en el caso de la producción industrial o de leña en los talleres artesanales. La quema inefficiente casi siempre va acompañada de altas emisiones y la mayoría de los productores tienen que hacer grandes inversiones para cumplir con las nuevas regulaciones ambientales.



## Sustainable brick production?

### ABSTRACT

Fired clay bricks are among the most popular construction materials of all times. However, today most producers are finding it more and more difficult to compete with cement based products. Very often, they work with inefficient firing methods and face high fuel costs; be it oil, coal and gas in the case of industrial production or firewood in the artisan workshops. Inefficient firing almost always is coupled with high emissions and most producers have to make large investments to comply with new regulations.

This paper reports on successful ways of improving the economical and ecological performance of artisan workshops, based on three decades of applied investigation in several countries of Latin America and lessons learned from other continents. The specific results reported were achieved in Chambo, Ecuador, a small town famous for its brick production, in a project jointly financed by the "Werkhof Darmstadt e.V." and the European Union. The project was implemented by the NGO "Red EcoSur" in close cooperation with other members of the EcoSur network, mainly "Sofonic" (Nicaragua), "Grupo Sofonias" (Switzerland) and "CIDEM" (Cuba)

It presents practical proposals for improving existing brick productions and offers multidisciplinary paths to make the brick-yard less damaging to the environment, reduce health hazards for the workers and more profitable.

Este documento informa sobre formas exitosas de mejorar la eficiencia económica y ecológica de los talleres artesanales, basadas en tres décadas de investigación aplicada en varios países de América Latina y las lecciones aprendidas de otros continentes. Los resultados específicos se obtuvieron en Chambo, Ecuador, un pequeño pueblo famoso por su producción de ladrillos, dentro de un proyecto financiado conjuntamente por Werkhof Darmstadt e.V. (Alemania) y la Unión Europea. El proyecto fue implementado por la ONG Red EcoSur, en estrecha cooperación con otros miembros de la Red EcoSur, principalmente SofoNic (Nicaragua), Grupo Sofonías (Suiza) y CIDEM (Cuba).

Se presentan propuestas concretas para mejorar la producción existente de ladrillo y se ofrecen caminos multidisciplinarios para que la fábrica de ladrillos sea menos perjudicial para el medio ambiente, se reduzcan los riesgos para la salud de los trabajadores y sea más rentable.

## **LADRILLOS DE ARCILLA EN AMÉRICA LATINA**

Casi todos los países de América Latina dependen en gran parte de la producción de ladrillos. Se trata principalmente de las comunidades rurales y semi-urbanas que prefieren los ladrillos producidos de baja calidad. Esta actividad proporciona miles de puestos de trabajo en los centros regionales y en las poblaciones alejadas. Los ladrillos, generalmente, se producen a poca distancia de donde serán usados.

A pesar de que no existen estadísticas confiables sobre la producción anual de ladrillos en América Latina, es evidente

## **FIRECLAY BRICKS IN LATIN AMERICA**

Almost all countries of Latin America rely largely on brick production. It is mainly the rural and semi-urban communities that prefer locally produced low grade bricks. This activity provides thousands of jobs in regional centers and in outlying villages. Bricks are usually produced within a short range of where they will be used.

While no reliable statistics on the yearly production of bricks in Latin America exist, it is clear that it is a sizable portion of the construction market. Near most large cities there are brick factories equipped with modern technology, using high quality clay to produce extruded bricks with relatively high efficiency, however they are generally extremely dependent on oil; the price hikes in 2008 brought many of them into economic danger. It is clear that the oil peak will demand a search for alternatives with renewable sources.



*Artisanal brick kiln in El Salvador, Central America  
Horno artesanal de ladrillos en El Salvador, Centroamérica*

Artisan brickmakers all over the continent fight to survive in spite of the scarcity of firewood and the competition from indus-

que es usado por una porción considerable del mercado de la construcción. Cerca de la mayoría de las grandes ciudades hay fábricas de ladrillos equipado con tecnología moderna, con arcilla de alta calidad para producir ladrillos sacados con alta eficiencia, sin embargo, dependen muchísimo del petróleo; la subida de los precios en 2008 puso a muchos de ellos en peligro económico. Es evidente que la subida del precio del petróleo demandará una búsqueda de alternativas con recursos renovables.

Los ladrilleros artesanales en todo el continente luchan por sobrevivir por encima de la escasez de leña y de la competencia de prefabricados industriales de cemento. La mayoría de las decenas de miles de fábricas de ladrillos deben ahorrar costes, mejorar la eficiencia y la calidad, así como buscar combustibles alternativos. Se necesitan acciones inmediatas para hacer frente a este problema, soluciones prácticas con base científica antes de que sea demasiado tarde.

trially produced cement based walling materials. Most of the tens of thousands of small brickyards have to save costs, improve efficiency, produce better quality, and search for alternative fuels. Fast action is needed to tackle this problem with science based practical solutions before it is too late.

Most rural producers work with lower grade clay (with higher silt and sand content) and most often produce solid bricks of medium compressive strength and high water absorption. Firing is commonly done with firewood in intermittent kilns, coal is largely unavailable in Latin America. The incorporated (non renewable) energy often is not much higher than in many industrial production lines because the mining and preparation of the bricks is generally done with human and animal labor without any machinery. While sometimes the firewood does come from renewable sources, generally the use of firewood presents a serious environmental problem, that often begins to reflect in soaring costs for wood.



La mayoría de los productores rurales trabajan con arcilla de mala calidad (con mayor contenido de limo y arena) y muy a menudo producen ladrillos macizos de resistencia media a la compresión y alta absorción de agua. La cocción usualmente se hace con leña en hornos intermitentes, el carbón de piedra no está disponible fácilmente en América Latina. La energía incorporada (no renovable) a menudo no es mucho mayor que en la mayoría de las líneas de producción industrial debido a que la extracción y preparación de los ladrillos se hace con trabajo humano y animal sin ningún tipo de maquinaria. Aunque a veces la leña viene de fuentes renovables, en general, el uso de leña representa un grave problema ambiental que comienza a reflejarse en los costos crecientes de la madera.

## **SOSTENIBILIDAD ECOLÓGICA Y ECONÓMICA**

Cada acción causa algún daño al medio ambiente, no hay manera de que se pueda construir una casa sin causar daños ecológicos. Sin embargo, la naturaleza es capaz de absorber, recuperar y repararse si el daño no es masivo. Es debido al número cada vez mayor de la población y a los niveles de la vida actual que tales daños se están convirtiendo en una amenaza a la supervivencia global y local.

Los ladrillos de arcilla no son una excepción, están inclusive en el centro de la crítica debido a las grandes necesidades de energía para la cocción, las emisiones de humo y la minería.

En varios países de América Latina la producción de ladrillos se encuentra en peli-

## **ECOLOGICAL AND ECONOMICAL SUSTAINABILITY**

Every action causes some damage to the environment, there is no way we can build a house without doing ecological damage. However, nature is able to absorb, recuperate and rebuild if the damage is not massive, it is only with the increasing number of the population and todays higher living standards that such damage is becoming a threat to global and local survival.

Clay bricks are no exception, they are even in the center of criticism due to the large energy requirements for firing, the smoke emissions and mining.



In several Latin American countries brick production is endangered, in Central America and Cuba many small producers had to give up because of firewood scarcity. In Ecuador the market share of bricks is shrinking. As a result more and more structures are built with cement based materials, which have similarly high levels of incorporated energy and are even more tied to oil.

EcoSur has identified four areas where the ecological and economical parameters of artisan brickmaking should be improved:

gro. En América Central y Cuba, muchos pequeños productores han parado debido a la escasez de leña. En Ecuador, la cuota de mercado de los ladrillos se está reduciendo. Como resultado, más y más edificaciones se construyen con materiales a base de cemento, que tienen niveles igualmente altos de la energía incorporada y son aún más dependientes del petróleo.

Red EcoSur ha identificado cuatro áreas en las que los parámetros ecológicos y económicos de la fabricación de ladrillos artesanales deben mejorarse:

- Extracción y preparación de la mezcla de arcilla
- La adición de aditivos fundentes para reducir el consumo de combustible
- Combustibles alternativos, básicamente a partir de residuos de biomasa
- Mejoras en el diseño del horno

### **Extracción y preparación**

La selección de las minas de arcilla y la preparación del suelo es el primer paso, esta es la parte que más tiempo toma de todo el proceso y a menudo es hecha por personas que pisan la tierra mojada, con la

- Mining and preparation of the clay mix
- Addition of fluxing additives to lower fuel consumption
- Alternative fuel, basically from biomass waste
- Improved kiln design

### **Mining and preparation**

Selection of clay mines and soil preparation is the first step, it is the most time consuming part of the whole process and is often done by people treading the wet soil, sometimes aided by an animal. This practice is a health hazard for workers, especially in cold climates. EcoSur Network has developed small clay mills which improve the quality of the raw material, ease the production process and produce a brick of better quality. Within one year after the first prototype went into production in Chambo, more than 50 producers (some 15% of the total) have adopted the new cost-reducing technology.

They are especially suited when different soils are being joined, and when additives like sawdust or fluxing agents are mixed into.

In places where the quality of the clay



Izquierda: Preparación de la arcilla manualmente Derecha: Con el molino mezclador desarrollado por EcoSur Ecuador  
Left: Manual clay preparation. Right: With the mixing mill developed by EcoSur



ayuda de un animal o no. Esta práctica es un peligro para la salud de los trabajadores, especialmente en climas fríos.

La Red Ecosur ha desarrollado pequeños molinos-mezcladores de arcilla que mejoran la calidad de la materia prima, la facilidad del proceso de producción y producir un ladrillo de mejor calidad. Luego de un año después de que el primer prototipo entró en producción en Chambo, más de 50 productores (alrededor del 15% del total) han adoptado esta nueva tecnología que reduce costos. Estos molinos-mezcladores son especialmente efectivos cuando se mezclan diferentes tipos de suelos y se usan aditivos como aserrín o fundentes en la mezcla.

En los lugares donde la calidad de la arcilla permite, una pequeña planta de extrusión sería el complemento ideal para producir ladrillos huecos y ahorrar materia prima y combustible. Sin embargo, el suelo limoso de Chambo no contiene suficiente arcilla para hacer este cambio tecnológico.

### **La adición de un agente fundente**

El ladrillo adquiere resistencia mecánica a través de la sinterización durante el tratamiento térmico de la arcilla, los puntos de contacto entre los granos de arcilla adyacentes se funden en una fase vítreo y aglomeran a los granos entre sí. El proceso conocido como sinterización húmeda comienza a temperaturas cercanas a 800 ° C y continua hasta temperaturas cercanas a los 1200 ° C.

Los carbonatos son comúnmente reportados como agentes fundentes. La presencia de dolomita y calcita, los principales minerales del carbonato de calcio y magnesio,

permite que el ladrillo sea más resistente y duradero. Sin embargo, en el caso de Chambo, el suelo es muy limoso y no contiene suficiente arcilla para producir ladrillos huecos. Una planta de extrusión pequeña podría ser una buena opción para producir ladrillos huecos y ahorrar materia prima y combustible. Sin embargo, el suelo limoso de Chambo no contiene suficiente arcilla para hacer este cambio tecnológico.

### **Addition of a fluxing agent**

The brick acquires mechanical strength through sintering during the thermal treatment of the clay; the contact points between adjacent clay grains melt in a vitreous phase and bind the grain together. The process known as wet sintering starts at temperatures close to 800°C, and continues to temperatures close to 1200°C. Carbonates are commonly reported as fluxing agents; the presence of dolomite and calcite –the main minerals in calcium and magnesium carbonates– influence the transformations taking place when firing the clay minerals, and allow the formation of more vitreous



influyen en las transformaciones que tienen lugar al hornear las arcilla minerales y permiten la formación de más fases vítreas a temperaturas más bajas en comparación con los materiales que no contienen carbonatos. Además, la presencia de carbonatos contribuye a acelerar el proceso de sinterización, lo que da lugar a tiempos de permanencia más cortos en la cámara de cocción.

El socio de la Red EcoSur, CIDEM, llevó a cabo una investigación en la que se agregó una pequeña cantidad de carbonatos finamente molidos para mejorar el perfil energético en la producción de ladrillos. El producto resultante se ha denominado "ProVid".

Dependiendo de las propiedades de la arcilla utilizada y del tamaño del grano de los carbonatos, la temperatura de cocción se puede bajar a 800 °C, sin afectar las propiedades mecánicas de los productos resultantes y su durabilidad.

El aditivo ProVid puede añadirse a la preparación de la arcilla, idealmente con el molino-mezclador o cualquier otra forma mecánica. Extensas pruebas con ladrilleros en Cuba han logrado un ahorro de combustible de 10 a 15%, tanto en pequeños hornos intermitentes como en hornos industriales. Sin embargo en grandes hornos intermitentes como los usados en Chambo, es difícil llegar a una ahorro significativo por las dificultades en el control del fuego.

phases at lower temperatures compared to materials having no carbonates. Further, the presence of carbonates contributes to accelerate the sintering process, which could result in shorter residence times in the firing chamber.

EcoSur partner CIDEM has carried out a research where a small amount of finely ground carbonates are added to improve the energy profile of brick production. The resulting product has been labelled "ProVid".



Depending on the properties of the clay used and the finesse of the carbonates, firing temperature can be lowered to 800°C without affecting the mechanical properties of the resulting products and their durability.

Provid can be added during clay preparation, ideally with a mechanical mixer. In extensive testing in Cuban brickworks fuel savings of 10 to 15% have been achieved, in small intermittent kilns as well as in industrial kilns. However in large intermittent kilns like the ones used in Chambo, it is difficult to reach significant savings, due to the difficulties in controlling the fire.

## **Combustibles alternativos basados en biomasa**

La cocción de ladrillo tradicional en América Latina se hace normalmente con leña. Sin embargo, hay alternativas: las cada vez mayores cantidades de residuos generados por la producción industrial y la agricultura como el bagazo de caña, la cascarrilla de arroz, hojas de plátano, cáscara de café y el aserrín, son las principales fuentes potenciales de biomasa disponible.

Red Ecosur ha desarrollado maquinas simples para producir briquetas de biomasa de residuos con prensas manuales. Puesto que estas prensas manuales producen compactación a baja presión, se necesita de un aglomerante para mantener unidas las partículas. La experiencia demuestra que la arcilla es un aglomerante eficiente y accesible, que puede ser utilizado en el rango del 20-30% en peso. La briqueta promedio puede ser secada al sol en 5-8 días y alcanza una densidad en seco de 800 a 1100 kg por metro cúbico con 15 kJ / kg promedio de valor calorífico, lo que la hace aceptable para su uso como única fuente de combustible en una horno normal, por ejemplo, en una fábrica de ladrillos.

El uso práctico de las briquetas en talleres piloto ha dado excelentes resultados. En varios talleres de Cuba son práctica común para sustituir hasta el 40% de la leña utilizada en hornos intermitentes que funcionan usualmente con leña.

En Chambo, el precio de la producción es similar al de la leña y por eso no es práctica su utilización a pesar de las ventajas medioambientales.

## **Alternative biomass fuels**

Traditional brick firing in Latin America is done normally with firewood. However, there are alternatives, increasing amounts of wastes generated by industrial and agriculture production like bagasse, rice husk, banana leaves, coffee husk and sawdust, are the main potential sources of available biomass.

Red Ecosur has developed simple presses to produce briquettes made of waste biomass with simple hand presses. As they produce low pressure compaction, a binder is required to hold the particles together. Experimentation has revealed that clay is an efficient and easy binder, it



can be used in the range 20-30% by mass. The average briquette can be sun-dried in 5-8 days and reaches a dry density of 800 to 1100 kg/m<sup>3</sup> with 15 kJ/kg of average

## **Mejoras en el diseño de los hornos**

Hornos más eficientes son la clave para reducir la energía incorporada de los ladrillos. Existe una gran variedad de tipos de hornos en las fábricas tradicionales. En América Latina suelen ser variaciones de los hornos intermitentes con regímenes de fuego diferentes y variaciones en su tamaño. También, la forma de la carga y descarga del horno varía mucho de región a región, pero en las zonas tradicionales de producción de ladrillo, los productores en general han ajustado a las prácticas comunes que muchas veces son sorprendentemente eficaces e innovadoras. Los esfuerzos para cambiar o mejorar su práctica con otros diseños, a menudo fallan debido a razones sociales, económicas o técnicas que no fueron consideradas inicialmente. A través de los años, los expertos de la Red EcoSur han conocido muchos hornos que, según reportes de proyecto fueron experiencias exitosas, y ahora se encuentran abandonados puesto que los productores habían vuelto a sus hornos tradicionales.



*HVC en Bangladesh  
VSBK in Bangladesh*

El grupo Sofonías ha estado trabajando con los productores de ladrillos desde 1979, construyendo y operando hornos

calorific value, which makes the briquette acceptable for use as a sole source of fuel in an ordinary furnace, for instance, in a brick kiln.

Practical use of the briquettes in pilot workshops has yielded excellent results. In several Cuban workshops it has become common practice to replace up to 40% of the firewood used in intermittent kilns that normally operate on firewood.

In Chambo, the production price of briquettes is similar to the firewood, that is why using of briquettes in traditional kilns is unpractical, in despite of its advantages.

## **Improved kiln designs**

Efficient kilns are the key to lower the embodied energy of bricks. There exists a large variety of kiln types in traditional brick yards. In Latin America they are usually variations of intermittent kilns with different firing regimens and of different sizes. Also the form of loading the kiln varies greatly from region to region, but in the traditional zones with clusters of brick yards, producers have generally adjusted to common practices, and often they are surprisingly efficient and innovative. Efforts to change or improve their practice with other designs often fail due to social, economic or technical reasons that were not considered initially. Over the years EcoSur experts have seen several kilns which according to project reports were successful experiences, and they were found abandoned while the producers had gone back to their traditional kiln. Grupo Sofonías has been working with brick producers since 1979, building and operating improved intermittent kilns in

intermitentes en Guatemala y Nicaragua, y un horno semi-contínuo en República Dominicana.

En la década de 1990, los resultados del Horno Vertical Contínuo (HVC) de ladrillos en Asia se hicieron públicos y la Red EcoSur tomó la decisión de construir un



*Primer prototipo de HVC en Nicaragua  
First VSBK prototype in Nicaragua*

horno prototípico en Nicaragua. A través de una visita al proyecto de la ONG india "Gram Vikas", consultores de la Red EcoSur tuvieron acceso al HVC y se pudo documentar esa experiencia.

El reto consistía en modificar la tecnología existente para adaptarla al tipo de combustibles comúnmente disponibles en América Latina, leña, puesto que el HVC fue concebido originalmente para usar polvo de carbón de piedra. El carbón de piedra no está disponible localmente en la mayoría de sitios ladrilleros en América Latina y su quema emite gran cantidad de

Guatemala and Nicaragua and a semi-continuous kiln in the Dominican Republic.

In the 1990's experiences with the Vertical Shaft Brick Kiln (VSBK) in Asia became public and the EcoSur network took a firm decision to build a prototype kiln in Nicaragua. Through a project visit to the Indian NGO "Gram Vikas" EcoSur consultants had access to their VSBK and could document that experience.

The challenge was to modify the existing technology to adapt it to the type of fuels commonly available in Latin America, for the VSBK was originally conceived only for coal dust. Coal is not locally available in most places in Latin America and its burning emits large amounts of toxic gases. Thus, the new device should have the main features of the Asian VSBK, but the differences in fuel implied serious technological changes. EcoSur assembled a practical R&D team that was given the task of developing a Latin American VSBK. The innovative R&D scheme of EcoSur whereby partners provide opportunities to field test the scientific research was followed, thus enabling difficulties to be sorted out on-site in a supervised "Back-yard" before going public.

The whole process focused upon:

- Improving the original VSBK technology to allow it to operate on different biomass fuels instead of coal dust,
- To look for alternatives to make the VSBK more efficient,

The first technical drawings for a prototype VSBK were finished in 2004. The kiln was built as a temporary facility on the production workshop grounds of Sofonic

gases tóxicos. Así, el nuevo dispositivo debe tener las características principales del HVC asiático, pero las diferencias en el combustible implicaron cambios tecnológicos muy serios. La Red EcoSur juntó a un equipo práctico de I + D al cual se le dio la tarea de desarrollar un Horno Vertical Continuo para América Latina.

El innovador sistema de I + D de la Red EcoSur, mediante el cual los socios brindan la oportunidad de probar en el campo la investigación científica, permitió sortear las dificultades presentadas en el lugar, en el "patio trasero" del socio, antes de hacerlo público.

El proceso se enfocó en:

- La mejora tecnológica del HVC original para que pueda funcionar con diferentes combustibles basados en biomasa en lugar de polvo de carbón de piedra.
- La búsqueda de alternativas para hacer el HVC más eficiente.

Los primeros dibujos técnicos del prototipo de HVC se terminaron en 2004. El primer horno se construyó como una instalación temporal en los talleres de producción de SofoNic, con el objetivo de probar si la quema con dos cámaras externas de fuego para combustibles sólidos (leña o similares) podrían eventualmente funcionar. Después de algunos ensayos, el prototipo fue demolido como estaba previsto. Se demostró que la quema con una combinación de leña y briquetas era posible.

En una comunidad rural de Nicaragua se construyó un prototipo mejorado y en 2007 se quemó por dos períodos, produciendo alrededor de 100.000 ladrillos. El sistema de quema funcionó bien, los ladrillos eran de excelente calidad y con

only to test if firing with two external fire chambers for solid fuels (firewood or similar) could eventually work. After a few trials the prototype was demolished as originally planned, it had proven that firing with a combination of firewood and briquettes was possible.

An improved prototype was built in a rural community of Nicaragua and in 2007 was fired for two periods, producing some 100,000 bricks. The firing system worked well, the bricks were of excellent quality, burned to an even grade, less than 2% breakage, and the consumption of firewood was below traditional kilns. However the mechanism to lift and lower the batch was difficult to operate and did not fulfill standards for workers safety as the operators are exposed to falling hot ashes (something also evident in India). Also, productivity of the kiln was too low considering that the operation was based on three workers round the clock, adding



*Segundo prototipo de HVC en Pancasán, Nicaragua  
VS BK prototype #2 in Pancasán, Nicaragua*

una quema muy pareja, con menos del 2% de rotura y con un consumo de leña que estaba por debajo de los hornos tradicionales. Sin embargo, el mecanismo para subir y bajar el lote de ladrillos era difícil de operar y no cumplía las normas de seguridad para los trabajadores ya que los operadores estaban expuestos a la caída de cenizas calientes (algo también evidente en la India). Además, la productividad del horno era demasiado baja pues había tres trabajadores por turno durante las 24 horas, que suman nueve sueldos al día durante la quema de unos 2.500 a 3.000 ladrillos.

El equipo de Investigación y Desarrollo de EcoSur analizó estas experiencias y se hicieron las siguientes recomendaciones para el siguiente HVC:

- Diseñar un sistema de carga diferente con máxima seguridad para los trabajadores
- Mejorar el flujo de trabajo, reducirlo a dos operadores por turno
- Agrandar el horno para mayor producción

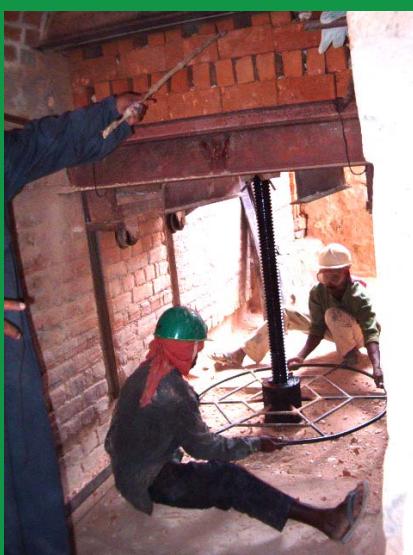
up to 9 daily salaries for the burning of some 2,500 to 3,000 bricks per 24 hours period.

EcoSur's R&D team analyzed the experience and the following recommendations for the construction of a next VSBK were made:

- Design a different lifting mechanism with maximum workers safety
- Improve the work flow to reduce from three to two operators
- Enlarge the kiln to allow for higher production
- Optimize the firing chamber size

This led to the next step, the implementation in the town of Chambo in the province of Chimborazo in Ecuador, where more than 300 small brickyards exist with over 100 intermittent kilns.

A hydraulic lifting system was designed and produced in Nicaragua and shipped to Ecuador. The placement of the fire chambers was inverted and the kiln was enlarged in order to increase the amount of bricks per batch and thus the production output. A site was chosen that would



A la izquierda, el sistema mecánico ; a la derecha el sistema hidráulico mejorado en Ecuador

Left, mechanical system; right, improved hydraulic system in Ecuador

- Optimizar el tamaño de las cámaras de fuego

Estas recomendaciones llevaron al siguiente paso: implementar un HVC en el pueblo de Chambo, en la provincia de Chimborazo, en Ecuador, donde más de 300 pequeños ladrilleros trabajan en más de 100 hornos intermitentes.

Se diseñó un sistema hidráulico para la carga y descarga. Se invirtió la ubicación de las cámaras de fuego y se agrandó el horno para quemar más ladrillos por lote y así mejorar la producción. El sitio donde se construiría el HVC fue elegido de manera que el flujo de producción fuera el ideal, donde los tres niveles del horno: carga, quema y descarga, fueran accesibles directamente para un camión.

El horno empezó a construirse a finales del 2008. La primera quema de prueba fue hecha en enero de 2009. Resultó ser fácil de operar y todos los ladrillos fueron quemados de manera uniforme. Los artesanos locales se sintieron cómodos con la manera de operar el horno y aprendieron rápido cómo controlarlo. El sistema hidráulico se mejoró luego de las primeras pruebas y se probaron varias formas de optimizar la colocación de los ladrillos en cada lote.

El horno funciona de manera continua y cada hora un lote de ladrillos de barro cocido se saca por la parte inferior del horno y la misma cantidad se sustituye en la parte superior.

La velocidad de quema puede ser controlada, más lenta o más rápida, a través de la entrada de combustible y por los conductos de aire.

allow for an ideal flow of operation, where all three levels (loading, firing and unloading) are directly accessible by trucks.

The kiln was built at the end of 2008 and test fired in January 2009. It proved to be easy to operate and all bricks were evenly burnt. The local artisans felt confident with the operation and learned fast to control it, later the hydraulic system was improved and several ways of arranging the bricks in the kiln were tested for optimization.

The kiln operates continuously and every hour one batch of fired bricks is being taken out at the bottom of the kiln and the same amount is replaced on top. The speed can be slowed down or increased, it is regulated through the fuel input and the air ducts. In Chambo it is approx 5,000 large bricks per day (17 m<sup>3</sup> of bricks), which equals about 7,000 to 10,000 bricks of the sizes most popular in Latin America. About the emissions emanating from the kiln, the overall impression of all those involved is that emissions are lower than in the traditional kilns, which can be expected because of the lower consumption of fuel and more efficient combustion, and lower than those from coal fired



*Operación nocturna del HVC  
Night operation of the VSBK*

## Consumo de combustible de varios tipos de hornos

## Fuel consumption in various types of kilns

País/Country	Horno/Kiln	Combustible/Fuel type	MJ / kg
Vietnam	tradicional/traditional	carbón/carbon	1.6 - 2.0
Vietnam	túnel/tunnel	carbón/carbon	1.2 - 1.3
Vietnam	HVC/VSBK	carbón/carbon	0.85 - 1.1
Nepal	zanja/trench	carbón/carbon	1.25 - 1.7
Nepal	HVC/VSBK	carbón/carbon	0.93 - 1.1
India*	HVC/VSBK	carbón/carbon	0.83 - 0.85
India**	HVC/VSBK	carbón/carbon	0.8
Bolivia	tradicional/traditional	carbón+gas/carbon+gas	4 - 6
Bolivia***	EBK	gas	1,7 (proyectado/estimated)
Guatemala	tradicional/traditional	leña/firewood	2.25
Cuba	tradicional/traditional	leña/firewood	4
Cuba	indirecto/indirect	fuel oil	1.9 - 4.5
Ecuador****	tradicional/traditional	leña/firewood	1.08
Ecuador*****	HVC/VSBK	leña/firewood	0.81

\* cada ladrillo incorpora 0.04 kg cascarilla de arroz / each brick includes 0.04 Kg of rice husk

\*\* cada ladrillo incorpora 0.018 kg de paja de trigo / each brick includes 0.018 kg of wheat straw

\*\*\* horno sin construir, proyección del consumo / kiln not yet built, data based on projection

\*\*\*\* incluye los MJ de 0.1 kg de aserrín integrados / includes the MJ for 0.1 kg of integrated sawdust

\*\*\*\*\* asumiendo que la leña y el aserrín tengan un valor calorífico de 13,5 MJ por kg (leña verde)  
 in the presumption that green firewood plus sawdust have 13,5 MJ / kg

En Chambo se queman aproximadamente 5.000 ladrillos grandes por día (17 m<sup>3</sup> de ladrillos), lo que equivale aproximadamente a 7.000 - 10.000 ladrillos de los tamaños más populares en América Latina.

En cuanto a las emisiones, la impresión general de todos los involucrados es que las emisiones son menores que en los hornos tradicionales, lo cual era de esperar debido al menor consumo de combustible y a una combustión más eficiente. Las emisiones son aún más bajas que las del horno HVC asiático que usa carbón de piedra porque la madera y la biomasa en general emiten menos gases tóxicos. Aún se debe documentar esta afirmación para poder comparar las emisiones y el rendi

VS BK because wood and other biomass emit less toxic fumes. This impression must be thoroughly documented in order to compare emissions and performance of different kilns and fuels.

## STATE OF THE ART (November 2010)

Brick making is different in every place, specific to the special conditions or level of experience. It is a difficult and often undervalued science, and experience shows time and again that practices taken from one place to another often do not work, be it for social, technical or economic areas. However, there are certain rules that could improve brick production in most places.

miento con otros hornos y otro tipo de combustibles.

## **ESTADO DE LA TECNOLOGIA (Noviembre de 2010)**

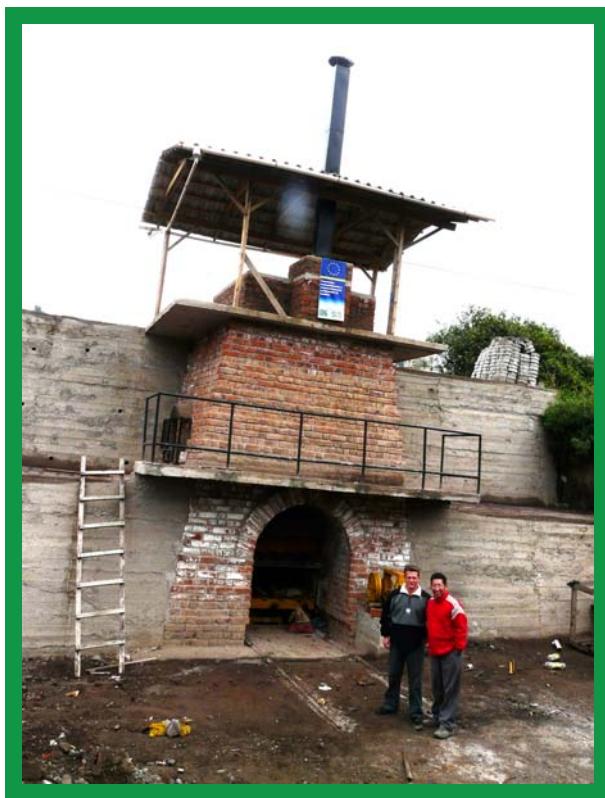
La fabricación de ladrillos es diferente en cada lugar, específica a las condiciones especiales y nivel de experiencia. Es una ciencia difícil y muchas veces subestimada, y la experiencia demuestra una y otra vez que las prácticas adaptadas de un lugar a otro a menudo no funcionan, ya sea por razones sociales, técnicas o económicas. Sin embargo, hay ciertas reglas que podrían mejorar la producción de ladrillos en la mayoría de lugares.

La selección de las minas y la mezcla de diferentes suelos a menudo puede ser mejorada o simplificada. Si bien el proceso de selección rústico de los productores con experiencia da resultados aceptables, un enfoque más científico podría traer ahorros inesperados y mejoras, y posiblemente orientar la producción artesanal hacia la tecnología de extrusión que ahorra en materia prima y combustible, mientras que potencialmente se mejora la calidad de ladrillo.

El uso de aditivos minerales (fundentes) en la mayoría de los casos mejorará la calidad de los ladrillos y también disminuirá el consumo de energía si el diseño del horno permite el control sistemático de la temperatura. Esto no sólo se aplica a los métodos tradicionales de producción sino aún más a las grandes plantas mecanizadas que por lo general operan hornos continuos. Estas mejoras son relativamente fáciles de aplicar y la inversión necesaria para producir el aditivo no supera los diez

Selection of the mines and the mix of different soils can often be improved or simplified. While the rustic selection process of experienced producers gives mostly acceptable results, a more holistic approach might bring unexpected savings and improvements, possibly steps towards extrusion technology which saves on raw materials and on fuel, while potentially upgrading brick quality.

The use of mineral additives (fluxing agents) in most cases will improve the quality of the bricks and will also lower the energy consumption if the kiln allows systematic temperature control. This not only applies to traditional production methods, but even more so for the mechanized plants which usually operate continuous kilns. Such improvements are relatively simple to implement and the investment needed to produce the additive will not surpass 10,000 USD to serve produc-



mil dólares para producciones de hasta 50.000 ladrillos por día. En muchos lugares, el aditivo puede obtenerse a un costo mínimo puesto que es un subproducto de otras industrias.

Si bien la sustitución de la leña como fuente principal de energía es técnicamente posible para casi todos los tipos de horno, la producción de un Bloque Sólido Combustible (BSC) adecuado a partir de residuos combustibles es un factor adicional de costo, lo que lo hace económicamente atractivo solamente donde la leña es cara o cuando existe algún tipo de subsidio.

Para una operación de tamaño medio o para un grupo de pequeños ladrilleros, el rediseñado Horno Vertical Contínuo tipo EcoSur o el horno de túnel semi-continuo son las opciones para reducir el consumo de combustible. Los dos tipos de hornos son ideales para quemarse con diferentes combustibles, incluido el Bloque Sólido Combustible (BSC) y ciertos residuos agrícolas a granel como las cáscaras de coco.

En ambos hornos la temperatura puede ser controlada y además es posible aprovechar los beneficios adicionales de los agentes fundentes como el ProVid

Para poder decidir entre el HVC EcoSur o el horno de túnel es importante conocer el terreno y la calidad de los ladrillos, así como el combustible que se usaría. Mientras que el HVC EcoSur se debe colocar en un terreno con desniveles, el horno túnel necesita un gran espacio casi a nivel. El costo de construcción del HVC Ecosur está en el rango de 15.000 a 30.000 dólares, mientras que el horno túnel se puede

tions of up to 50,000 bricks per day. In many places the additive can be sourced at minimal cost, being a byproduct of other industries.

While replacement of firewood as the main source of fuel is technically possible for almost all types of kilns; the production of suitable Solid Fuel Blocks (SFB) out of combustible waste is an additional cost factor. Thus it is only economically attractive where firewood is expensive or when there exists some type of subsidy.

For medium size operations or for a cluster of small operations the "redesigned vertical shaft brick kiln" (EcoSur Kiln) or the semi-continuous tunnel kiln are options to reduce fuel. Both are ideally suited to be fired with different fuels, including Solid Fuel Blocks and certain bulk agricultural wastes like coconut shells. In both kilns the temperature can be controlled and it is possible to take advantage of the added benefits of fluxing agents as ProVid.

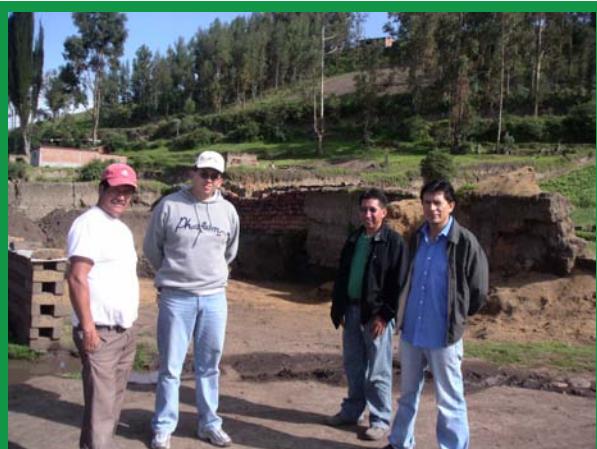
For the decision whether to favor the EcoSur Kiln or the tunnel kiln it is important to know the terrain and the quality of bricks as well as the potential fuel. While the VSBK should be placed on a terrain



*Temperature control in the VSBK  
Control de temperatura en el HVC*

modelar de acuerdo a las necesidades y recursos disponibles y por lo general cuesta entre 10.000 y 30.000 dólares.

La Red EcoSur es el único proveedor de la tecnología para Horno Vertical Contínuo alimentado con combustible distinto al carbón de piedra.



*El equipo de EcoSur Ecuador  
The team from EcoSur Ecuador*

## **RED ECOSUR Y LOS LADRILLOS**

Luego de tres décadas de pacientes inversiones en muchos aspectos y facetas de la producción de ladrillo que incluyeron visitas a fábricas de ladrillos en todo el mundo, EcoSur ha acumulado un sólido conocimiento teórico y experiencia práctica en la aplicación de medidas que puedan mejorar la calidad de los ladrillos, la eficiencia en la producción así como un menor consumo de energía no renovable. El trabajo conjunto de un equipo interdisciplinario de científicos y técnicos permite un enfoque coherente a la acción. Todos los miembros del equipo de Investigación y Desarrollo de ladrillo de la Red EcoSur tienen experiencia práctica en la producción de ladrillos, todos saben cómo se siente la arcilla, han sufrido dolores de espalda al hacer ladrillos y han pasado noches enteras frente al fuego, pero tam-

with different levels, the tunnel needs a large nearly to level space. The construction cost of the VSBK is in the range of 15,000 to 30,000 USD, while the tunnel can be modeled to the needs and available funds and will typically cost between 10,000 and 30,000 USD.

The EcoSur Network is the only know-how provider for VSBK fired with fuels other than coal.

## **ECOSUR AND BRICKMAKING**

Three decades of patient investment into many aspects and facets of brick production that included visits to brickyards all over the world, EcoSur has accumulated solid theoretical knowledge and practical experience in the implementation of measures that can improve the quality of bricks, and efficiency in production, as well as lower the consumption of non-renewable energy. The working together of an interdisciplinary team of scientists and practitioners allows for a coherent approach. All members of the EcoSur brick-team have hands-on experience in producing bricks, they all know how clay feels, they have suffered from back-aches and they have spent nights in front of the fire, but they also have the theoretical tools to confront problems and there is a permanent drive to investigate and progress.

EcoSur seeks to disseminate knowledge to improve the ecological and economical possibilities of brick production, through streamlining production from the selection and preparation of the raw material to efficient firing of the bricks. The combined practical and theoretical knowledge, and experience of the different partners is

bien tienen las herramientas teóricas para enfrentar los problemas con un permanente interés de investigar y progresar. EcoSur tiene por objeto difundir el conocimiento para mejorar las posibilidades ecológicas y económicas de la producción de ladrillos, a través de la racionalización de la producción, desde la selección y preparación de la materia prima hasta la quema eficiente de los ladrillos. La combinación de conocimientos teóricos y prácticos y la experiencia de los diferentes socios son una base sólida para determinar la viabilidad de las acciones posibles con productores existentes o grupos de productores y para aplicar y supervisar las etapas tecnológicas adecuadas.

EcoSur es una red autosuficiente, fundada en 1991 como la "Red Latinoamericana de TMC" y ha desarrollado un exitoso programa de diseminación tecnológica. Está comprometido en el intercambio de información y produce una revista electrónica bilingüe (con registro ISSN), enlaza a los centros de proyectos y universidades, organiza la transferencia de conocimientos, ejecuta sesiones de aprendizaje electrónico y opera un portal de Internet con más de 10.000 visitas mensuales ([www.ecosur.org](http://www.ecosur.org)), además de ser el sitio de mercado para equipos y consultorías sur-sur. EcoSur ha organizado las Conferencias Internacionales EcoMateriales desde en 1998 con la participación de gente de todos los continentes. La Quinta Conferencia Internacional EcoMateriales se llevará a cabo en Noviembre de 2013.

a solid base to determine the feasibility of potential actions with existing producers or clusters of producers and to implement and oversee the introduction of appropriate steps.

EcoSur is a self-supporting network, founded 1991 as the "Latin American MCR network" and has developed a successful dissemination program.

It engages in information exchange and produces a bi-lingual E-magazine (ISSN registration), links project centers and universities, organizes know-how transfers, runs E-learning sessions and operates an internet portal with more than 10,000 visits monthly ([www.ecosur.org](http://www.ecosur.org)), as well as being a marketplace for south-south equipment and consultancy. Its EcoMaterials Conferences begun in 1998 and draw participants from all continents, the fifth in the series to be held in November 2013.



El HVC con fuego externo es un éxito y EcoSur puede transferir el know-how a otros lugares con condiciones similares. Este horno puede quemarse casi completamente con biomasa, ya sea madera, briquetas hechas de desperdicios agroindustriales, papel, serrín o, inclusive, gas o carbón. El proceso de cocción es fácil de controlar al igual que la temperatura y la velocidad de descarga añadiendo o reduciendo la cantidad de combustible. Los artesanos de hornos intermitentes dominan estos procedimientos rápidamente.

*The VSBK with external firing is a success and EcoSur can transfer the know how to other places with similar conditions. This kiln can be fired with almost all biomass, be it wood, briquettes made from agrowaste, paper or sawdust or even petroleum, gas or coal. It is easy to control the firing process, monitor the temperature and the speed of discharge by stepping up or scaling down the fuel input; artisans used to intermittent kilns master the procedures quickly.*



*El Horno Vertical Continuo: una solución para los ladrilleros artesanales*  
*The Vertical Shaft Brick Kiln: a real solution for the artisanal brickmakers*