

APROVECHAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS PARA MAMPOSTERÍA LIVIANA

Jenny Moreno Mora¹, Clara Pamela Pozo García², Francisco Nájera³.

1. Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas - Ingeniería Biotecnología Ambiental, jennymorenom@yahoo.com

2. Facultad de ciencias, Escuela de Ciencias Químicas - Ingeniería Biotecnología Ambiental, pozopame@yahoo.com

3. Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas - Ingeniería Biotecnología Ambiental.

Revisión por Mayra Espinoza



RESUMEN

El cantón Baños de Agua Santa presenta problemas con la excesiva producción de bagazo de caña de azúcar, tanto en su recolección como en su apropiado manejo, diariamente se producen 1.44 t/día de bagazo de caña de azúcar, teniendo como resultados, impactos negativos para el ambiente, debido al tiempo de descomposición y al volumen que ocupa en el botadero de basura este residuo; y desde el punto de vista económico se tiene pérdidas de tiempo y dinero en su recolección.

El objetivo de este proyecto es la revalorización de este residuo, usándolo en el campo de la construcción, mediante la fabricación de bloques para mampostería liviana y a su vez superar las características mecánicas y físicas del bloque convencional.

Los materiales usados en la fabricación de estos bloques son cemento, agua, agregados pétreos (arena y cascajo) y bagazo de caña de azúcar. Este último ayuda a disminuir la cantidad de arena y cascajo en una proporción 3 a 1.

Se aplicó métodos de investigación deductivo y experimental, así como técnicas para análisis estadístico en cuanto a la producción del residuo, el pre tratamiento del bagazo se logró mediante flujo continuo durante 12 horas reduciendo así la cantidad de azúcar del 25,59% al 5,75%. Esto nos ayuda a obtener un correcto fraguado de estos elementos de construcción y finalmente se realizaron pruebas mecánicas y a su vez físicas a los bloques terminados.

Se sometió a pruebas a tres dosificaciones diferentes, las mismas que variaban en la cantidad de bagazo, realizándose pruebas físicas y mecánicas para comprobar la mejora en cualquier característica de los bloques convencionales; es así que la dosificación número uno reportó 14,47 kg/cm² en la prueba de resistencia a la compresión y la muestra de control reportó 11,95 kg/cm² mientras que en las pruebas físicas, el peso húmedo y densidad real, son menores que en los bloques de control o convencionales, comprobándose que el uso de bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques para mampostería liviana es posible ya que mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques normales o convencionales, además de abaratar costos de construcción, disminuir el impacto negativo al ambiente y el impacto paisajístico.

Palabras clave: Mampostería liviana, bagazo de caña de azúcar, densidad real, densidad aparente

SUMMARY

The Baños de Agua Santa Canton presents problems because of the excessive sugar cane bagasse in both its collection and appropriate handling. Daily 1.44t/day sugarcane bagasse are produced resulting in a negative environmental impact due to the decomposition time and the volume occupied by it in the rubbish dump. From the economic point of view there are time and money losses in its collection.

This project objective consists of revaluating this residue by using it in the construction field through the manufacturing of blocks for light building and to overcome, in turn, the mechanical and physical characteristics of the conventional block.

The materials used in manufacturing these blocks are cement, water, stone aggregates (sand and gravel) and sugar cane bagasse; the latter helps diminish the sand and gravel amount in a 3:1 proportion.

The deductive and inductive investigation methods were applied as well as the statistical analysis techniques. As to the residue production the bagasse pretreatment was attained through continuous flow during 12 hours thus reducing the sugar amount from 25.59% to 5.75%. This helps obtain a correct hardening of these construction elements. Finally mechanical and physical testing was carried out to the finished blocks.

They were subjected to tests at three different dosages which differed in the bagasse quantity; physical and mechanical tests were carried out to assess the improvement in any characteristic of the conventional blocks; thus the number one dosage showed 14.47 kg/cm² in the resistance to compression test and the control sample showed 11.95 kg/cm²; while in the physical tests the humid weight and real density are lower than in the control or conventional blocks, showing that the sugar cane bagasse use in manufacturing light building blocks is possible as it improves the physical and mechanical properties of the normal or conventional blocks; it, moreover cheapens the construction costs, diminishes the negative environmental and landscape impact.

Keywords: light building, sugarcane bagasse, real density, bulk density



imagen ilustrativa

Introducción

Baños tiene una población estimada en 18.000 personas, que se dedican en un 90% a la actividad turística, por esta razón la actividad económica del cantón Baños se basa en el negocio del turismo.

La gran afluencia de turismo genera actividad comercial y a su vez impacto en el ambiente; es decir deterioro de los paisajes naturales del cantón.

Uno de los inconvenientes es el incremento y manejo de residuos sólidos, pues no cuenta con un programa apropiado para la disposición final de estos residuos cuyo incremento es de tres o cuatro veces más en los feriados o fechas festivas.

El mayor problema en cuanto al cantón es el manejo de residuos y la excesiva cantidad de bagazo de caña. Se debe a que la caña de azúcar y sus derivados son atractivos turísticos en

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL BLOQUE VS PROPORCIÓN EN MEZCLA

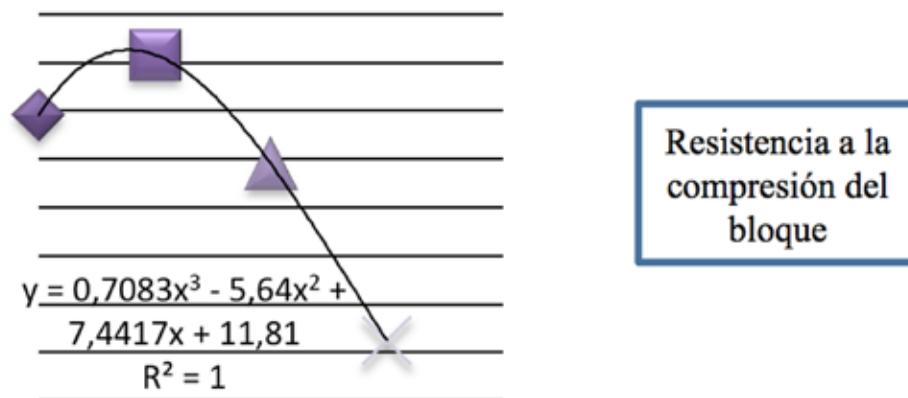


Gráfico N° 1. Resistencia a la compresión del bloque vs Proporción en mezcla

el área de la gastronomía típica del cantón; por esta razón la disposición final del bagazo de caña de azúcar se vuelve un problema para la municipalidad. Cabe recalcar que la caña de azúcar no se cultiva en Baños, sino que los comerciantes de este producto lo compran a la ciudad de Puyo; sin embargo, el destino final de residuos sólidos de la caña de azúcar es el cantón Baños, aumentando más aun esta problemática ambiental.

Diariamente se producen 1442,80 kg/día es decir 1,44 t/día, ocupando un volumen de 4,41 m³ de bagazo de caña de azúcar, teniendo problemas en la recolección como en la disposición final; además se enfatiza en la importante contaminación paisajística que se da en el cantón debido a que el bagazo, residuo del proceso de la obtención del jugo de caña de azúcar, no tiene ningún uso; por esta razón es típico verlo en grandes cantidades en espacios verdes, carreteras y cerca de las áreas de comercio.

La presente investigación plantea el aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar como una alternativa de solución a este grave problema ambiental, empleando el residuo sólido orgánico en la fabricación de bloques alivianados que superaran las características de los bloques convencionales.

Para la fabricación de bloques se determinaron las dosificaciones apropiadas de cada material y de esta manera incorporar el bagazo tratado (sin azúcar y en tamaño manejable) en la mezcla. Una vez que se obtuvo los bloques con las tres

dosificaciones diferentes y en tamaños de acuerdo a su uso como indica la Norma INEN 638. Los bloques convencionales y los bloques con tres dosificaciones diferentes de bagazo de caña de azúcar fueron sometidos a pruebas físicas y mecánicas basándose en la Normas INEN 642 para las pruebas físicas y para las pruebas mecánicas Normas INEN 640. Estas pruebas se realizaron en la ciudad del Puyo, en el Laboratorio de ensayos de Hormigón y Suelos del Gobierno Provincial de Pastaza - Departamento de Obras Públicas.

Materiales y métodos

Se recogió el bagazo generado por una muestra representativa de los generadores de ese residuo. La muestra seleccionada fue una fracción del universo de generadores (para un 10% de vendedores de caña). Este residuo se recogió durante una semana conociendo que la generación puede variar semanalmente o mensualmente.

Se seleccionaron dos muestras representativas de la población, en este caso se tomó el sector del terminal en la de Cooperativa de comerciantes "15 de Noviembre", la misma que cuenta con 15 puestos comerciales, para los 7 días de muestreo indicados en la técnica que se siguió ("Procedimientos estadísticos para el estudio de caracterización de residuos sólidos") se dispuso de 6 locales, los mismos que se encontraban ubicados en diferentes lugares del área comercial.

De la misma manera se procedió con la segunda muestra de

la población, esta muestra fue en el sector de las piscinas modernas, en el centro de la ciudad de Baños, la cooperativa de comerciantes “Productos nativos de mi tierra”, la misma que cuenta con 16 puestos comerciales. La diferencia de este muestreo fue que sólo se realizó en tres días porque dicha cooperativa de comerciantes trabaja únicamente durante los fines de semana.

Existen dos tipos de bagazo de caña de azúcar, el primero es el bagazo con cáscara y el segundo sin cáscara; siendo el residuo sólido orgánico más abundante en el primer grupo. Se realizaron análisis del residuo sólido orgánico, para determinar la cantidad de azúcar total y fibra total. El residuo sin cáscara posee 22,38% de azúcar total y 21,30% de fibra total; y el residuo con cáscara 25,59% y 16,37% de fibra. Conociendo estos valores se investigaron métodos para disminuir un máximo de cantidad de azúcar, teniendo dos métodos: el primero tratamiento con cal viva y el segundo con lavado a flujo continuo, teniendo valores comparables, así: 5,63% de azúcares totales luego del tratamiento con cal viva y 5,75 % luego del tratamiento de lavado con Flujo Continuo a 12 horas de remojo. Se trabajó con el segundo método debido que no queremos tener generación de aguas residuales.

Elaboración de los bloques

Debido a que no existe una norma que indique dosificaciones estandarizadas para la elaboración de hormigón para bloques de mampostería, se tomó como base la dosificación promedio de 7 fábricas de la zona. Una vez establecida la dosis de control se elaboraron 3 dosis de hormigón adicionado con bagazo de caña de azúcar. El hormigón se elaboró siguiendo los mismos métodos utilizados en las bloqueras. Se prepararon las cantidades necesarias de materiales según se determinó en las dosificaciones y se procedió a hacer la mezcla de los mismos a mano para luego ser colocados en los moldes, para su vibrado y posterior desencofrado. Para permitir un correcto fraguado el hormigón fue humedecido diariamente, evitando así la pérdida de agua de amasado y evitando los cambios volumétricos por el calor de fraguado. Las bloqueras sacan al mercado bloques con edades entre 8 y 15 días, por lo que se determinó que los ensayos para determinar la resistencia a la compresión se realizarían a los 15 días de edad.

Determinación de propiedades físicas y mecánicas

Los ensayos para determinar las propiedades físicas de los bloques se realizaron siguiendo los procedimientos establecidos en las normas para determinación de densidad real, densidad aparente y capacidad de absorción. Previo al ensayo los bloques fueron preparados según las especificaciones de las Normas. Para la determinación de las propiedades mecánicas se realizó el ensayo de la resistencia a la compresión aplicando cargas uniformemente distribuidas a los bloques puesto que éstos son empleados en la construcción. Todas las muestras fueron ensayadas hasta su rotura. Las pruebas se realizaron siguiendo lo estipulado en la norma INEN 640.

Análisis y discusión de resultados

Propiedades físicas de los bloques

El peso seco de los bloques convencionales es mayor que el de los bloques fabricados con bagazo, en cuanto al peso húmedo, este valor va disminuyendo en las dosificaciones de bagazo. Esto se debe a que el bagazo contiene una alta densidad aparente; es así que el bloque se vuelve más liviano debido que el bagazo ocupa más espacio que los agregados pétreos. El volumen de la muestra es constante debido que se lo obtiene por las medidas del bloque (largo, alto, ancho). La densidad aparente se mantiene constante en la muestra de control y en la primera dosificación, mientras que en las que se utilizan mayor cantidad de bagazo va disminuyendo; en la densidad real tenemos la misma variación. Cuando se añade cantidades menores de bagazo y se pone a temperatura en el horno para secar, se elimina una gran cantidad de agua (100%), por eso la densidad aparente de la dosificación número 1 es igual a la muestra de control (No bagazo). A mayor cantidad de bagazo menor densidad aparente debido que el bagazo absorbe una cantidad de agua en relación directamente proporcional a su contenido. La densidad real muestra que es indirectamente proporcional al contenido de bagazo; esto quiere decir que a mayor cantidad de bagazo menor densidad real.

Propiedades mecánicas de los bloques.

La primera dosificación presentó un valor promedio de resistencia de 14,47 kg/cm², superando los valores de resistencia de los bloques convencionales, los mismos que reportaron 11,95 kg/cm². Por lo tanto el bagazo ayuda a mantener la forma del bloque mientras éste recibe peso para su deformación en la prueba. Por esta razón se procedió a realizar una interpretación de la resistencia del bloque vs proporción en mezcla, lo que se puede apreciar en el Gráfico N° 1. Este gráfico nos indica que desde la muestra de control, que es de 11,95 kg/cm², la resistencia empieza a incrementarse llegando al valor máximo de resistencia correspondiente a la dosificación número 1; empieza a decrecer en las dosificaciones 2 y 3.

Promedio de la capacidad de absorción de los bloques.

El valor promedio de la capacidad de absorción de los bloques de control es de 7,14% mientras que los de la dosificación Número 1 es de 6,07% ; en cuanto a la dosificación 2 y 3 son casi iguales y mayores para la dosificación 1. Por lo tanto, cuando hay una cantidad baja de bagazo la capacidad de absorción es pequeña, 6,07 %, porque el bagazo ocupa y/o tapa los poros de los agregados gruesos que contienen los bloques. Cuando se aumenta la cantidad de bagazo, la disposición o arreglo del bagazo aparte de su propia capacidad de absorción incrementa entre 11,11 y 11,82 %, debido a los espacios vacíos, de tal manera que el bloque es más poroso, por lo tanto tiene mayor capacidad de absorción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 GALDAMES, D. “Residuos Sólidos” [en línea].
<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>
[Consulta: 10 diciembre 2010]
- 2 ASOCIACIÓN NATURLAND, ALEMANIA. “Caña de azúcar” [en línea].
www.naturland.de/fileadmin/MDB/.../cana_de_azucar.pdf
[Consulta: 15 agosto 2010]
- 3 SANTAMARÍA, M. “Caña de Azúcar: taxonomía. morfología. cultivo. molienda. jugos. decoloración. Zafra” [en línea].
www.infoagro.com/herbaceos/canaazucar.htm
[Consulta: 01 junio 2010]
- 4 FLORES, R; GRACES, M. “Fomento de la Producción, Comercialización y exportación de Azúcar Orgánica en los Ingenios Ecuatorianos” [en línea].
www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3523/1/6050.pdf
[Consulta: 12 diciembre 2010]
- 5 RUIZ, J. “Componentes y Procesos Químicos del Cemento” [en línea].
www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod.../JAVIER_RUIZ_2.pdf
[Consulta: 20 agosto 2010]
- 6 MEDINA, S. Ensayo de Materiales II. p. 8 - 19 (notas de clase)
- 7 WALES, J.; SANGER, L. “Mampostería” [en línea].
es.wikipedia.org/wiki/Mampostería
[Consulta: 25 agosto 2010]
- 8 BRUZOS, T.; BRUZOS, D. “Instalación de Bloques de Cemento” [en línea].
www.sabelotodo.org/.../instalarbloques.html
[Consulta: 20 agosto 2010]
- 9 VALDÉS, A; RAPIMÁN, G. “Compuestos con Áridos Reciclados. Departamento de Ingeniería de Obras Civiles, Universidad de la Frontera” [en línea]. <http://www.scielo.cl/scielo>.
[Consulta: 10 diciembre 2010]
- 10 INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (INEN). Bloques Huecos de Hormigón: definiciones, clasificación y condiciones generales, Quito, INEN, 1993. (Norma Ecuatoriana N°. 638)
- 11 Bloques Huecos de Hormigón: determinación de la absorción de agua, Quito, INEN, 1993. (Norma Ecuatoriana N°. 642)
- 12 Bloques Huecos de Hormigón: determinación de la resistencia a la compresión, Quito, INEN, 1993. (Norma Ecuatoriana N°. 640)
- 13 ECUADOR. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (MIDUVI) Código Técnico la Edificación (CTE SE-F) Seguridad Estructural – Fábricas, Ecuador, 2006.
- 14 CASTILLO, E.; y otros. “Fabricación de Bloques Utilizando Plásticos Reciclados” [en línea]. <http://www.scribd.com>
[Consulta: 25 enero 2010]
- 15 BROWN, M.; CAMPBELL, I. y PRIEST, F. Introducción a la Biotecnología Ambiental. Zaragoza, Acribia, 1989
- 16 CORRES, H.; SANCHEZ, M. y RODRIGUEZ, L. Manual para el Proyecto y Construcción de Estructuras con Bloques de Hormigón, Madrid, Apolo, 1997