

# **Uso del Cuesco de la Palma Africana en la fabricación de Adoquines y Bloques de Mampostería**

**Jorge Buzón Ojeda**

Corporación Universitaria de la Costa, CUC, Barranquilla, Colombia, [jbuzon@cuc.edu.co](mailto:jbuzon@cuc.edu.co)

## **RESUMEN**

Actualmente existe una tendencia creciente por utilizar materiales de construcción no convencionales, buscando solucionar problemas de nuestras sociedades, especialmente las de bajos ingresos. Adicionalmente, las regulaciones en temas ambientales en nuestro país, son cada día más estrictas. Las plantas procesadoras de aceite de palma africana están buscando solución a qué hacer o donde depositar el desecho diario de la producción. Este desecho llamado Cuesco, se produce en cantidades considerables cada día y los cultivadores tratan de dar solución a su problema, usándolo como material base en vías internas de las plantaciones donde se cultiva la palma, debido a su alta dureza y poco peso. Por estas mismas características mecánicas de dureza, resistencia y bajo peso, hemos usado el cuesco como material constitutivo de mezclas de concreto y de mortero en la fabricación de adoquines y bloques de mampostería. Con este artículo informamos los resultados de nuestra investigación hasta el momento con resultados satisfactorios que nos motivan a continuar con este trabajo de investigación.

**Palabras Claves:** Cuesco, Adoquines, Bloques, Concreto, Mortero

## **ABSTRACT**

At the moment an increasing tendency exists to use nonconventional construction equipments, looking for to solve problems of our societies, specially those of low income. Additionally, the regulations in environmental subjects in our country are every day stricter. The plants oil processors of African palm are looking for solution what doing or where to deposit the daily remainder of the production. This called remainder Cuesco, takes place in considerable amounts every day and the cultivators try to give solution to their problem, using it as material base in internal routes of the plantations where the palm is cultivated, due to its high hardness and little weight. By these same mechanical characteristics of hardness, resistance and low weight, we have used the Cuesco as material of rubblework block and concrete constituent mortar mixtures and in the paving stone manufacture. With this article we informed the results into our investigation until the moment with satisfactory results that motivate to us to continue with this work of investigation.

**Keywords:** Cuesco, Pavings Stones, Blocks, Concrete, Mortar

## **1. INTRODUCCION**

En el mundo actual existe una tendencia creciente por utilizar materiales de construcción no convencionales, buscando soluciones a problemas sentidos de la sociedad, en especial a las sociedades de bajos ingresos.

Con esta investigación, se inicia un proceso de búsqueda de alternativas a problemas de arquitectura e ingeniería, en cuanto al uso del concreto y del mortero se refiere; buscamos de alguna forma conocer el grado de aprovechamiento que para el campo de la construcción tiene un material que por sus características de dureza y

poco peso puede en un momento dado ser empleado como componente de estos tipos de mezclas. Hablamos del cuesco o semilla de desecho de la palma africana.

Este trabajo de investigación culminado ya en su primera etapa, exploró la posibilidad de uso del cuesco de la semilla de palma africana como agregado grueso, combinándolo con el agregado grueso convencional, en la preparación de mezclas del concreto, con una resistencia a la compresión de 21 Mpa (3000 psi.) y explorar la posibilidad de utilización en la construcción de elementos estructurales y no estructurales de concreto.

De igual forma, se usó en la fabricación de mezclas de mortero, usando dicha mezcla para la preparación de elementos tales como adoquines peatonales y bloques de mampostería.

De otra parte las regulaciones ambientales en la materia cada día son más severas y las plantas procesadoras de este tipo de cultivos producen a diario este material de desecho en cantidades considerables, por ello, los mismo cultivadores, tratando de dar solución a su problema, han implementado abierta y espontáneamente este desecho, como material de base en vías terciarias internas o externas, en las mismas fincas o plantaciones donde se cultiva la palma y así buscar evacuar un poco las grandes cantidades acumuladas.

## **2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION**

Como objetivo de la investigación, nos planteamos sustituir parcialmente el consumo de materias primas convencionales (agregado grueso y fino principalmente), muchas veces escasas o ubicadas en sitios distantes de aquel donde se les requiere, para la preparación de mezclas de concreto y mortero con sus múltiples aplicaciones que ya conocemos, buscando la reducción de costos parciales y finales en los proyectos arquitectónicos y de ingeniería donde el concreto y el mortero, así como sus aplicaciones es su principal insumo.

De obtener buenos resultados finales en las próximas etapas, así como lo hemos logrado en esta primera, los cultivadores de la palma tendrían que plantear cambios tecnológicos en sus procesos de cultivo y recolección, o de alguna manera introducirse en procesos limpios o definiendo nuevos y óptimos procesos de recolección y disposición, de tal forma que ahora este material de desecho, ya no sea de desecho, sino que tenga una aplicación y así optimizar económicamente el negocio del cultivo de la palma africana y el de la construcción en general.

## **3. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIONES SIMILARES QUE BUSCAN EL MISMO OBJETIVO**

Muchos investigadores y universidades en el ámbito mundial, han estudiado la aplicación materiales novedosos en la construcción, es así como por ejemplo en Colombia la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle en el Departamento de Materiales de Ingeniería, trabaja desde 1972 en el campo de los materiales para la construcción habiendo conseguido desarrollos notables que hoy se aplican en el sector.

Dichos desarrollos tienen como línea común el diseño de materiales con base en el uso de residuos sólidos industriales.

Algunos de estos desarrollos son:

- Producción de CEMENTOS a partir de cenizas volantes en Cementos del Valle desde 1974 incluyendo como regulador de fraguado yesos químicos obtenido como subproducto de la industria sucroquímica;
- Producción de CONCRETOS CALCAREOS utilizando como agregados las calizas de bajo tenor de las canteras de Cementos del Valle, elaborados por Concretos de Occidente desde 1989;
- Producción de YESOS PARA USO EN CONSTRUCCION a partir de residuos de las industrias cerámicas, licoreras y sucroquímica, desde 1992.
- Producción de materiales de construcción de alta calidad y bajo costo a partir de residuos industriales y escombros de construcción.

En la universidad estatal de Táchira en Venezuela con (GFRC) Microconcreto reforzado con fibra de vidrio.

En la University Malaysia Sabah (Malasia) se ha estudiado a propósito la utilización del cuesco en el concreto.

En general se han hecho investigaciones en tal sentido como el uso de cascarilla de arroz, la concha o cascara de coco, el bagazo de la caña de azúcar, materiales de tipo vegetal de los cuales se quiere sacar algún provecho, apuntando todo a lo que últimamente se le conoce como “desarrollo sostenible”.

Se pretende también entonces con esta temática, reconocer las posibilidades de contribuir en el sector de la construcción a la innovación y al desarrollo, lo que traerá consigo beneficio económico y un gran impacto social y ecológico. Llegando a aplicar un nuevo término como lo comenta el ingeniero Alejandro Salazar (profesor titular de la Universidad del Valle) en su conferencia sobre hábitat sostenible “*materiales a los que hoy en día se les denomina ECOMATERIALES*”.

#### **4. QUE ES EL CUESCO DE LA PALMA AFRICANA.**

La zona norte del país es una de las que más toneladas anuales de aceite crudo de palma africana producen y ésta va en aumento, inclusive en el departamento del Atlántico, el único de la Costa Atlántica que no la cultiva, ya está en marcha el proyecto para iniciar con 4000 hectáreas de este cultivo.

La palma africana es también conocida como palma aceitera, porque de ella se extrae el aceite comestible, pero también tiene diversos usos, como por ejemplo; para productos alimenticios, medicinales, fabricación de fibras, la savia sirve para la producción de vino, fabricación de escobas, el Palmiste es usado como alimento para ganado, como lubricante para la industria de la laminación en frío de láminas metálicas, lo mismo que en la trefilación de alambres, especialmente de plata, donde se ha encontrado que este aceite es el único de resistir altas temperaturas y presiones requeridas, se utiliza también en panadería, confitería, en la fabricación de jabones tanto de ropa como de tocador, velas, betunes y tinta de imprenta, en la industria del acero inoxidable se ha empleado el aceite de palma en la laminación y en el pulimento y brillo de los aceros especiales, también tiene grandes usos en la industria de concentración de minerales, en la industria del cuero ya que le da flexibilidad, usándose también en la industria textil.

De los frutos de palma, los cuales se encuentran adheridos al racimo, se extraen dos tipos de aceite. El primero de ellos, el más importante desde el aspecto de producción se denomina de pulpa, rojo o de pericarpio.

Hecha esta extracción queda un corozo, que al romperlo permite recuperar la almendra. El segundo tipo de aceite se extrae de la almendra, denominada aceite de Palmiste, quedando finalmente una torta de almendra de gran valor para la fabricación de concentrados y alimentación animal.

La especie tiene tres variedades: Dura, Tenera y Pisífera; de ellas la variedad Tenera es la que se utiliza comercialmente para la extracción del aceite y es un cruce entre las otras dos variedades, precisamente esta variedad es la que se utilizará en la realización del proyecto además porque es la que mas produce racimos y permite una mejor variedad en tamaños de proporciones más pequeñas.

##### **4.1. CARACTERISTICAS DEL CUESCO O PERICARPIO.**

Como se pudo apreciar los diversos usos o aplicaciones que se obtienen del proceso industrial de la palma africana llevan a pensar en las grandes ventajas que posee este tipo de plantaciones lo cual lo convierte en un producto de alta demanda, conjuntamente con una alta producción por unidad de superficie que lo hace uno de los más económicos, este fruto maduro es de color amarillento, con un peso de 10 gr. Y forma ovalada, una palma puede producir 12 a 13 racimos/año, con un peso de 20 a 30 kg, con 1000 a 3000 frutos/racimo.

El cuesco posee una alta resistencia, de hecho su desprendimiento en el racimo se da solo por el calentamiento en hornos y su trituración por altos procesos industrializados. La razón principal de utilizar este tipo de agregado en la composición de la mezcla de concreto es que actúe como material de relleno haciendo más económica la mezcla y que proporcione su resistencia como elemento esencial a la compresión, además que controle el cambio volumétrico en el fraguado al pasar de un estado plástico a endurecido.

## 5. LA INVESTIGACION

Por este motivo se estableció un análisis comparativo entre dos mezclas de concreto, una muestra patrón hecha con agregados tradicionales empleados en la ciudad de Barranquilla como lo es la grava triturada de arroyo de piedra y la arena santo Tomás y la muestra en estudio hecha con cuesco combinado con los materiales citados. Este análisis se hizo con el fin de establecer hasta que punto se ve afectada la resistencia a la compresión a los 28 días del concreto elaborado con el cuesco con respecto a la resistencia establecida en el diseño



**Figure 1: Ensayo de determinación de asentamiento de la mezcla con cuesco**

Para tal comprobación se realizaron ensayos de laboratorio los cuales consistieron en la elaboración de 120 probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, es decir 30 probetas para cada edad del concreto (7,14,21 y 28 días), estos mismos ensayos se realizaron con mezclas usando el cuesco de semilla de palma africana, como material constitutivo de la mezcla, obteniendo así un total de 240 probetas para la combinación más eficiente de agregados y dejando para días posteriores algunas muestras que corresponden ya a una segunda fase de la investigación. De esta manera se podría mirar el porcentaje de degradación en que se ve afectado el concreto endurecido por la presencia de este material en el tiempo.



**Figure 2: Cilindros de concreto estandarizados**



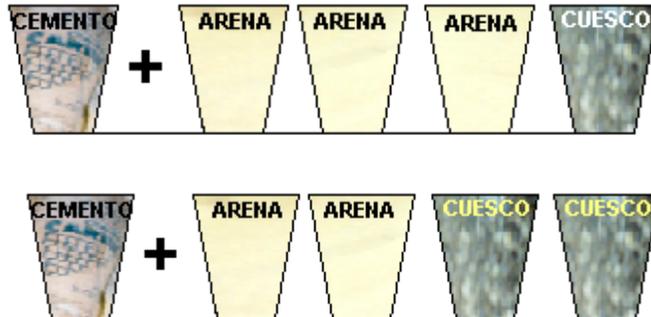
**Figura 3: Mezcla de concreto que incluye el cuesco**

El cuesco en general ha sido tratado como un agregado normal para lo cual se le hicieron los mismos ensayos que el agregado triturado, ensayos de laboratorio que describen las normas NTC de los agregados para concreto.

Así como se dosificaron mezclas de concreto, también se hicieron mezclas de mortero. Se escogió como mezcla patrón, la mezcla de mortero en proporción 1:4 (1 parte de cemento x 4 partes de arena de Santo Tomás) y a partir

de este diseño, se plantearon dos variaciones de la misma que incluyen el cuesco de la palma africana como elemento constitutivo.

Se dosificaron entonces mezclas con un 25% y un 50% de cuesco, así: 1 parte de cemento x 3 de arena y 1 de cuesco, (1:3:1) y se dosificó una segunda variación de la mezcla como: 1 parte de cemento x 2 partes de arena y 2 de cuesco (1:2:2), con las cuales se fabricaron bloques y adoquines peatonales



**Figura 4: Diseños de mezclas**

### **5.1. LA DUREZA DEL CUESCO DE LA PALMA AFRICANA**

Como ya se mencionó el cuesco o percarpio de la palma africana posee una alta dureza. Decidimos comprobar cuanta dureza tiene y le practicamos la prueba de desgaste en la máquina de los ángeles; prueba estandarizada y que se usa como requisito previo en los diseños de mezclas de concreto, practicándosele al agregado grueso a usar en las mezclas.

Los resultados obtenidos fueron excelentes, las muestras ensayadas nos arrojaron un porcentaje de desgaste en esta prueba entre 11% y un 12%; porcentaje que comparado con el de un agregado grueso de excelente calidad, como lo es el canto rodado de arroyo de piedra es mucho menor. El canto rodado de arroyo de piedra posee un desgaste de cerca del 25%

## **6. LOS RESULTADOS**

### **6.1. PARA CONCRETOS**



**Figura 5: Cilindros de concreto, ensayados a la compresión. El cilindro de la izquierda, es el fabricado con Cuesco**

Se ha encontrado un material que aligeró el concreto en aproximadamente un 35%, sin embargo su resistencia está casi por la mitad de la inicialmente diseñada; parece entonces haberse encontrado un material o más bien un Eco - material que siendo desechado en los procesos de extracción de aceite se puede convertir en una alternativa potencial en la industria de la construcción.

Estamos seguros que se pueden mejorar las condiciones de resistencia que aquí se han encontrado y como se indicó inicialmente, éste proyecto se convierte en el punto de partida de una investigación que pretende recuperar y convertir la basura agrícola o industrial de este sector en material útil no solo para contribuir a ganancias medioambientales sino además para conservar los recursos naturales.

Luego de desarrollar e interpretar los resultados fruto de la investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

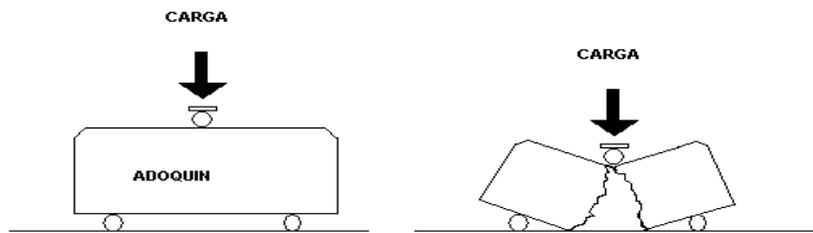
- Incrementar en un bajo porcentaje la cantidad de cemento de tal forma que alcance a cubrir mayor cantidad de agregado y evitar las zonas donde hace falta recubrimiento por ausencia de pasta enriqueciendo a la vez la trabajabilidad de la mezcla.
- A la mezcla con cuesco no se le puede tratar con igual tiempo de mezclado que la mezcla tradicional, la experiencia obtenida indica que requiere de mayor tiempo en la mezcladora para que los materiales alcancen a integrarse de tal forma que no queden dispersos o separados.
- Considerar una arena más gruesa para mirar hasta que punto afecta la trabajabilidad o aumenta la resistencia.
- Diseñar menores relaciones de cuesco/piedra, aumentando un poco la cantidad de arena y aumentando la cantidad de cemento, aún esto haga mas costosa la mezcla se puede ver el grado de aprovechamiento de este material en el concreto y la relación costo/beneficio que resulte de quitar el agregado y aumentar el material ligante sería entonces técnicamente un sentido de compensación.
- Muy importante revisar la resistencia de los cilindros que quedan para ensayar a compresión ya que se hace necesario conocer el grado de descomposición que puede alcanzar el cuesco dentro de la mezcla o si por el contrario se mantiene igual ya que es posible un decrecimiento brusco de la resistencia con el tiempo.

## 6.2. PARA MORTEROS

### 6.2.1. Adoquines de Mortero y Cuesco.



**Figura 6: Adoquines de mortero y cuesco**



**Figura 7: Esquema de ensayo a la flexión de los adoquines**



**Figura 8: Adoquines ya ensayados a la flexión**

Los resultados cumplen satisfactoriamente las exigencias de la norma NTC ICONTEC, según estas normas, la resistencia promedio mínima para adoquines de este tipo debe ser de Según la norma Icontec 2017 “adoquín de hormigón” la resistencia individual de cada adoquín no debe ser inferior a 3.5Mpa y en promedio no debe ser menor de 4.5Mpa, los resultados obtenidos en la investigación arrojaron que la resistencia promedio obtenida para los adoquines testigo a los 28 días fue de 9.1 Mpa, para los adoquines con el 10% de cuesco fue de 6.71Mpa. los valores reflejan la utilización de agregados secos, densos y lavados y con un buen grado de compactación, gracias a estas cualidades se produce un mortero mas denso y a su vez mucho mas resistente y en mayor medida la resistencia obtenida con adoquines peatonales a los 28 días satisface las exigencias establecidas por la norma

### **6.2.2. Bloques de Mampostería de mortero con cuesco**

Uno de los propósitos de la presente investigación era el de ensayar a la compresión bloques de mampostería no estructural partiendo de un nuevo tipo de mortero, el cual presenta en su configuración un 25% de cuesco de la palma africana, porcentaje que reemplaza al agregado fino del mortero convencional y produce un aumento en la resistencia de éste. Razón por la cual se procede en diseñar una mezcla para bloques y comparar la resistencia que presentan los bloques elaborados con mortero convencional y los elaborados con mortero y cuesco.



**Figura 9: Ensayo de bloques de mortero y cuesco**

Por lo tanto, como la resistencia a la compresión es uno de los parámetros más importantes en lo referente a los factores que rigen el uso de bloques de mampostería; esta resistencia debe cumplir con valores determinados por las normas como son resistencias a la compresión entre 1,5 y 2 MPa para ser catalogado como bloques no estructurales.

Para este fin se ensayaron bloques convencionales y bloques con la adición del cuesco, los cuales arrojaron una mayor resistencia a la compresión

En el caso del promedio se encontraron valores menores de resistencia tanto para los calculados con el área bruta y el área neta patrón que se debe seguir para calcular la resistencia a la compresión,

Con todos estos valores obtenidos se procedió a calcular la media, mediana y moda, y se determinó que el método estadístico que da una mayor representatividad de los resultados obtenidos porque es el que más se repite del conjunto es la moda.

Se pudo además observar que la resistencia obtenida en los bloques con adición de cuesco es mayor que la de los bloques convencionales en el caso de bloques con la adición del cuesco. Por tal razón, la tesis del incremento de la resistencia en este nuevo tipo de mortero es convalidada y los bloques cumplen con los valores de la resistencia como lo indica la gráfica siguiente:



**Figura 10: Comparación Resistencia Vs Días en función del área neta**



**Figura 11: Comparación Resistencia Vs Días en función del área bruta**

## **7. A LO QUE ASPIRAMOS**

Aspiramos a implementar una nueva fase de esta investigación, trabajando con modelos a escala real de viviendas, donde los bloques que se usen para la construcción de las mismas, sean bloques fabricados con cuesco de palma africana



**Figura 12: Autoconstrucción de viviendas de interés social**

## **REFERENCIAS**

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnica, NTC 2017 “Adoquines”

Instituto del Concreto, Asocreto (2001) “Construcción de Pavimentos”, Asocreto, Bogotá, Colombia

Sánchez De Guzmán, D. (2003) “Durabilidad y Patología del Concreto” 2da Edición. Asocreto, Bogotá, Colombia

Sánchez De Guzmán, D. (2006) “Tecnología del Concreto” 4da Edición. Bhandar Editores, Bogotá, Colombia

### ***Autorización y renuncia***

*“Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.”*

### ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*