

**MATERIALES ALTERNATIVOS EN DISEÑO DE MEZCLA PARA ELEMENTOS DE CONCRETO****ALTERNATIVE MATERIALS IN MIX DESIGN FOR CONCRETE ELEMENTS**

Luis Andrés, Gómez Moreno

Dr. En Ciencias de la Educación (UNELLEZ). Docente Categoría Agregado UNELLEZ - San Carlos, Estado Cojedes. Venezuela. <https://orcid.org/0009-0000-0038-9392> Correo Electrónico: [luisandresgomezm@gmail.com](mailto:luisandresgomezm@gmail.com)

**Autor de correspondencia:** [luisandresgomezm@gmail.com](mailto:luisandresgomezm@gmail.com)

**Recibido:** 17/08/2024 **Admitido:** 27/10/2024

**RESUMEN**

El presente Artículo es un avance del trabajo de Investigación titulado evaluación de trabajos de grado realizados en Programa Ciencias Básicas y Aplicadas del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, sobre materiales alternativos en diseño de mezcla para elementos de concreto. De esta manera se puede comentar que el uso de materiales alternativos reciclados para la producción de concreto, contribuye al desarrollo sostenible de la construcción, En este sentido se generó la idea de realizar una propuesta de ensayos derivados de diferentes trabajos de grado de los estudiantes del programa de Ciencias Básicas y Aplicadas sobre diferentes materiales alternativos como la concha de Manihot Esculenta como sustituto parcial del agregado fino, el pericarpio de maíz, la ceniza de la cascarilla de arroz, los plásticos PEAD y PET, así como metras de vidrio esta vez sustituyendo al agregado grueso en la elaboración de elementos de concreto, con el objetivo de evaluar los valores correctos en el uso de dichos materiales y su influencia sobre las características finales, Se propondrán ensayos de laboratorio siguiendo la Normas Covenin, para medir las características resultantes de los elementos fabricados con la incorporación de estos materiales.

**Palabras clave:** Concreto, Materiales alternativos, Agregado fino.

**SUMMARY**

This article is an advance of the research work entitled evaluation of degree works carried out in the Basic and Applied Sciences Program of the Vice-rectorate of Infrastructure and Industrial Processes, on alternative materials in mix design for concrete elements. In this way it can be said that the use of recycled alternative materials for the production of concrete contributes to the sustainable development of construction. In this sense, the idea of making a proposal of tests derived from different degree works of the students of the Basic and Applied Sciences program on different alternative materials such as Manihot Esculenta shell as a partial substitute for fine aggregate, corn pericarp, rice husk ash, HDPE and PET plastics, as well as glass marbles this time replacing coarse aggregate in the production of concrete elements, with the aim of evaluating the correct values in the use of said materials and their influence on the final characteristics. Laboratory tests will be proposed following the Covenin Standards, to measure the resulting characteristics of the elements manufactured with the incorporation of these materials.

**Keywords:** Concrete, Alternative materials, Fine aggregate.

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela el incremento de la población ha sido acompañado por un avanzado crecimiento urbanístico, la construcción de viviendas y a su vez la demanda de los materiales de construcción. El poder adquisitivo de la población es cada vez menor haciendo casi imposible la compra de los materiales de construcción, por esta causa surge la necesidad de buscar alternativas y nuevas técnicas que avancen el proceso constructivo y al mismo tiempo se consiga la economía reduciendo los costos de construcción. Dentro del mundo de la construcción, el concreto, es, en sus diversas variantes, el material de uso más extendido en zonas urbanas. Se estima, en general, que este material es el segundo en cantidad que usa el hombre, después del agua, donde hay actividad humana organizada, hay concreto. Cada año se produce un tercio de tonelada de concreto por cada ser humano del planeta, unos 2000 millones de toneladas de concreto en el año 2002. (Porrero, 2014)

Existe una gran variedad de tesis de grado realizadas en el Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas del VIPI sobre el uso de materiales alternativos en el diseño de mezcla de concreto para realizar diferentes elementos de este material. En estos trabajos se busca evaluar la incidencia de estos materiales alternativos sobre algunas de las características finales del concreto, así como mejorar algunos procesos

determinantes de la calidad del concreto como lo es el proceso de curado, donde aparecen fenómenos como la pérdida de su plasticidad volviéndose difícilmente trabajable. También aparece el fenómeno de retracción del concreto generando fisuras que ponen en riesgo la resistencia y de esta manera comprometiendo la estructura e integridad física de estos elementos. Estos trabajos han obtenido resultados positivos y dentro del alcance planteado por sus investigadores resultan interesantes, sin embargo, ninguno de ellos ha sido estandarizado lo que trae un poco relevancia para la sociedad del entorno de la universidad, quedando archivadas en el olvido estas posibles mejoras en cuanto a costo y ambiente en cuanto al desarrollo de nuevas mezclas de concreto.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### Objetivo General

Evaluar los trabajos de grado realizados en PCBA-VIPI sobre materiales alternativos en diseño de mezcla para elementos de concreto

### Objetivos Específicos

- 1.) Identificar los trabajos de grado realizados en el PCBA-VIPI, usando materiales alternativos en el diseño de mezclas de concreto.
- 2.) Evaluar los resultados obtenidos de los trabajos de grados realizados en el PCBA-VIPI usando materiales alternativos en el diseño de mezclas de concreto.

- 3.) Proponer la estandarización de los trabajos de grados realizados en el PCBA-VIPI usando materiales alternativos en el diseño de mezclas de concreto de acuerdo a los resultados obtenidos.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Existe una gran variedad de tesis de grado realizadas en el Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas del VIPI sobre el uso de materiales alternativos en el diseño de mezcla de concreto para realizar diferentes elementos de este material. En estos trabajos se busca evaluar la incidencia de estos materiales alternativos sobre algunas de las características finales del concreto, así como mejorar algunos procesos determinantes de la calidad del concreto como lo es el proceso de curado, donde aparecen fenómenos como la pérdida de su plasticidad volviéndose difícilmente trabajable. También aparece el fenómeno de retracción del concreto generando fisuras que ponen en riesgo la resistencia y de esta manera comprometiendo la estructura e integridad física de estos elementos. Estos trabajos han obtenido resultados positivos y dentro del alcance planteado por sus investigadores resultan interesantes, sin embargo, ninguno de ellos ha sido estandarizado lo que trae un poco relevancia para la sociedad del entorno de la universidad, quedando archivadas en el olvido estas posibles mejoras en cuanto a costo y ambiente en cuanto al desarrollo

de nuevas mezclas de concreto. Es importante destacar que al estandarizar estos trabajos de grado estaríamos como universidad dando respuesta efectiva al país generando alternativas reales a los fabricantes o industriales ligados a la construcción de viviendas y demás elementos de concreto, proporcionando alternativas viables económicamente sustentables en el tiempo. De igual manera estaríamos generando un volumen de trabajos de grado para nuestros estudiantes de la carrera Ingeniería Civil.

### **MATERIAL: EL CEMENTO**

Es una sustancia de polvo fino hecho de argamasa de yeso capaz de formar una masa blanda al combinarse con el agua y que se fortalece espontáneamente en la unión con el aire. Ingeniero Rey G. (2016), Empresa PROPISOS, exposición sobre diseño de mezclas de concreto, Colombia. Según Porrero. J (2008) Es el componente activo del concreto e influye en todas las características de ese material. Sin embargo, el cemento constituye aproximadamente un 10 o 20% del peso del concreto, siendo el 80 y 90% de materiales restantes el que condiciona la capacidad de desarrollar las propiedades del concreto. Se denomina cemento a una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua.

### **TIPOS DE CEMENTO**

- Tipo I: destinado a obras de concreto en

general, cuando en las mismas no se especifique la utilización. Libera más calor de hidratación que otros tipos de cemento.

- Tipo II: destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiera moderado calor de hidratación (puentes, tuberías de concreto)
- Tipo III: posee alta resistencia inicial, usado cuando surge la necesidad de que la estructura de concreto reciba carga lo antes posible o cuando es necesario desencofrar a los pocos días del vaciado.
- Tipo IV: se requiere bajo calor de hidratación en que no deben producirse dilataciones durante el fraguado (Presas).
- Tipo V: destinado donde se requiera una elevada resistencia a la acción concentrada de los sulfatos (canales, alcantarillas, obras portuarias).

### **MATERIAL: EL CONCRETO**

Es una mezcla de varios componentes de diversas proporciones que al combinarlas produce un material que se puede moldear y al secar se endurece y tiene una alta resistencia a la compresión. Porrero. J (2009), El concreto u hormigón es un material que se puede considerar constituido por dos partes: una es un producto pastoso y moldeable, que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esa pasta. A

su vez, la pasta está constituida por agua además de un producto aglomerante o conglomerante, que es el cemento. El agua cumple la doble misión de dar fluidez a la mezcla, así como de reaccionar químicamente con el cemento dando lugar, con ello, a su endurecimiento. Es una mezcla de varios componentes de diversas proporciones que al combinarlas produce un material que se puede moldear y al secar se endurece y tiene una alta resistencia a la compresión.

### **REQUISITOS DE CALIDAD**

Porrero. J (2009), señala que para conocer la calidad de los agregados se deben efectuar ciertos ensayos cuyas condiciones básicas generales son:

- Deben realizarse sobre muestras representativas del yacimiento, y de sus diferentes zonas.
- Deben ser llevadas a cabo en laboratorios con personal y equipos adecuados, siguiendo cuidadosamente los sucesivos pasos de un procedimiento normativo.

No cumplir con estas condiciones básicas invalida la utilidad de la información de los ensayos. En el Artículo 3.3 de la Norma COVENIN 1753, “Estructuras de concreto reforzado para edificaciones. Análisis y Diseño”, se indican las Normas COVENIN que deben cumplir los agregados de concreto reforzado para edificaciones.

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Según García. B (2013) “La resistencia a la compresión del concreto corresponde a la tensión máxima de compresión axial, que puede soportar un testigo cilíndrico de diámetro igual o superior a tres (3) veces el tamaño máximo nominal del agregado”. El ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material, en este caso del concreto ante un esfuerzo de compresión.

## METODOLOGÍA

### ADSCRIPCIÓN PARADIGMÁTICA

El enfoque de esta investigación será el cuantitativo que según Sampieri 2014, dice: “...representa, un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio”. Por lo tanto, el tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar, orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios. (Palella y Martins, 2012), de esta manera esta investigación estará fundamentada en el tipo Documental, la cual según Arias (1997) señala que “es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos” (p.47).

De igual manera se puede decir que se está en presencia de una investigación documental cuando la fuente principal de información está integrada por documentos que representan la población y cuando el interés del investigador es

analizarlos como hechos en sí mismos o como documentos que brindan información sobre otros hechos (Ramírez, 1999, p.66).

Ahora bien, el nivel de la investigación será el Histórico que se orienta hacia el análisis del pasado, a reconstruir e interpretar los hechos, ideas y transformaciones del pensamiento y la práctica pedagógica en el devenir del tiempo. (Palella y Martins, 2012), La modalidad de investigación será de un Proyecto Factible el cual consiste en elaborar una propuesta viable destinada a atender necesidades específicas, determinadas a partir de una base diagnóstica. El trabajo consistirá en realizar una revisión bibliográfica sobre los trabajos de grado realizados en el PCBA sobre alternativas en el diseño de mezcla, con el fin de seleccionar aquellos que obtuvieron resultados positivos al diseño, esto será realizado de la mano de los profesores tutores de esos trabajos para contar con sus apreciaciones al respecto en la selección de los mismos.

De esta manera ya seleccionados los trabajos se procederá a realizar su análisis que conllevará a la estandarización mediante la selección de puntos críticos sobre la campana de gaus generada en esos trabajos por los resultados de los mismos, finalmente se propondrán los trabajos de grado resultantes para el logro de la estandarización de los mismos.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Iniciando la revisión bibliográfica se selecciona primeramente el trabajo titulado VALORACIÓN DE LA RESISTENCIA EN ELEMENTOS DE CONCRETO, SUSTITUYENDO PARCIALMENTE EL AGREGADO FINO POR CONCHA DE YUCA, realizado por los ingenieros civiles Karen Casadiego y Danaise Zamora en el año 2018 para optar a su título de ingeniero Civil. Este trabajo fue tutorado por el investigador y se obtuvieron resultados excelentes sustituyendo el agregado fino (arena) por harina de la concha de yuca (*Manihot esculenta*), donde se obtuvo una mejora en la resistencia a la compresión del concreto fabricado con las mezclas diseñadas. Se propone realizar los ensayos en los siguientes porcentajes de sustitución; (0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.7, 0.8%), con la realización de estos ensayos se busca obtener el punto de inflexión de la gráfica de resistencia a la compresión vs la cantidad de concha de yuca adicionada a la mezcla. La incorporación de la concha de yuca a la mezcla deriva de la capacidad que tiene ésta de almacenar agua lo que permite al proceso de curado contar con el agua necesaria para un fraguado de calidad donde las reacciones necesarias para el mismo se dan de manera exitosa por la cantidad de agua presente en el proceso.

Ahora Bien otro de los trabajos realizados y tutorados por mí, fue el realizado por los

ingenieros Javier Marchan, Jonathan Esqueda y Melvin González, para optar por su título de ingenieros titulado EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA SOBRE LA RESISTENCIA EN ELEMENTOS DE CONCRETO USANDO EL PERICARPIO DEL MAÍZ COMO FIBRA NATURAL, y se obtuvieron resultados excelentes sustituyendo el agregado fino (arena) por la concha del maíz (pericarpio de maíz), donde se obtuvo una mejora en la resistencia a la compresión del concreto fabricado con las mezclas diseñadas. Con la realización de estos ensayos usando el pericarpio del maíz como fibra natural dentro de las mezclas de concreto se busca encontrar la cantidad adecuada de adición de la misma ya que según el trabajo de grado citado demuestra una mejor resistencia del concreto a la resultante usando fibra sintética, lo que nos define a esta fibra natural como de mejor calidad respecto a la sintética, además los efectos sobre los procesos de retracción que ocurren durante el fraguado también se ven afectados positivamente por esta fibra natural.

De la misma manera se tiene el trabajo de los ingenieros Johannes Galíndez y Dulce Sequera quienes realizaron su trabajo de grado sobre la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz al diseño de mezcla, en este trabajo los estudiantes compararon los resultados de resistencia a la compresión de una mezcla patrón de concreto de resistencia de diseño 250Kg/cm<sup>2</sup>, con tres mezclas en las que utilizaban 4, 8 y 12% de

ceniza de cascarilla de arroz, como sustituto del cemento. Ahora en la elaboración de estos ensayos usando la ceniza de la cascarilla de arroz se busca encontrar la cantidad exacta a sustituir de este producto por el cemento, lo que traerá como beneficio una disminución de costos de fabricación, así como de aprovechamiento de un desecho abundante en el país. La ceniza de la cascarilla presenta características semejantes al cemento por lo que se puede sustituir parcialmente en las mezclas.

Así también se selecciona el trabajo realizado por los ingenieros Romero Andrés y Romero José en el año 2019 sobre el DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO EMPLEANDO POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) COMO SUSTITUTO PARCIAL DE LOS AGREGADOS, en este trabajo se sustituyó parcialmente el agregado fino (arena) por Polietileno de alta densidad como alternativa de reúso de este material con miras a observar su impacto en las propiedades resultantes del concreto. El PEAD es un elemento contaminante muy presente en los desechos de las comunidades por ser el material preferido para la elaboración de tuberías de presión así como para tuberías de saneamiento, drenaje y protección de cables, es por ello necesario encontrar alternativas de reciclaje de este material y una buena manera es la incorporación a las mezclas de concreto ya que además de eliminarlo del ambiente le proporciona al concreto resultante

de su incorporación características aceptables en diferentes aplicaciones, es por ello que se sugieren estos ensayos con la finalidad de obtener esa cantidad adecuada de PEAD a ser usada en las mezclas de concreto, de esta manera se logra obtener la gráfica de resistencia donde aparece el punto de inflexión deseado.

Otro trabajo que obtuvo resultados aceptables es el realizado por los ingenieros Fung Víctor, Pineda Lesddie y Salazar Rosme, quienes realizaron el trabajo de grado, TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) EN DIFERENTES PROPORCIONES COMO AGREGADO FINO EN EL DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO, en este trabajo se sustituyó el agregado fino (arena) por el Tereftalato de Polietileno. A continuación, se muestran las diferentes dosificaciones del diseño de mezcla, tanto de la mezcla patrón como donde se sustituye parcialmente el agregado fino por tereftalato de polietileno (PET) y se mantienen constantes las proporciones de agregado grueso y la relación de agua y cemento. El PET es un material que está presente en los hogares de todo el país y por ende en los desechos de los mismos ya que con él se elaboran bandejas, tarros, tupper, vasos o botellas, dado que favorece la contención de productos alimenticios en frío y permite albergar líquidos y comidas de manera hermética, por lo que su presencia en los desechos a cielo abierto es muy frecuente por lo que es necesario conocer las cantidades que se

puedan recuperar del mismo mediante reciclaje o uso en alternativas para eliminarlo del ambiente, es por ello que se presentan estos ensayos con la finalidad de obtener el valor apropiado de incorporación del PET dentro de las mezclas de concreto.

De la misma manera el trabajo realizado por el ingeniero Ana Lozada titulado DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO EMPLEANDO METRAS DE VIDRIO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO Y ELEMENTO DECORATIVO del año 2019 se obtuvieron resultados interesantes que vale la pena traer a colación y reproducir los mismos

**Tabla N.º 1 SISTEMATIZACIÓN DE LOS ENSAYOS A REALIZAR USANDO MATERIALES ALTERNATIVOS EN MEZCLA DE CONCRETO**

N.º de Ensayos	Título	Porcentajes (%)
6	Sustitución de agregado fino por concha de yuca	0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.7, 0.8
4	Sustitución de agregado fino por Pericarpio de maíz	0.4, 0.6, 0.7, 0.8
5	Sustitución de cemento por ceniza de cascara de arroz	6,7,9,10,11
6	Sustitución de agregado fino por PEAD	2,3,4,6,7,8
5	Sustitución de agregado fino por PET	5,6,7,8,9
3	Sustitución de agregado grueso por Metras de Vidrio	8,9,11

Luego de pasearnos por los diferentes trabajos de grado sobre diseño de mezclas de concreto, se puede decir que dichos trabajos poseen excelentes resultados que serían de gran provecho para la comunidad empresarial de la construcción y afines, generando un amplio abanico de posibilidades de abaratar costos de

con nuevos porcentajes de sustitución del agregado grueso por metras de vidrio. Finalmente se tiene una serie de ensayos usando metras de vidrio que son una alternativa para minimizar costos de producción al sustituir estas metras por el agregado grueso (Piedra), en vista que su presencia no afecta la trabajabilidad de la mezcla y no presenta problemas de adherencia se presenta como una buena alternativa para diferentes aplicaciones de los elementos de concreto, así pues, se presentan una serie de ensayos logrando conseguir el valor más apropiado para este material.

producción y mejoramiento ambiental por el uso de materiales alternativos que pudiesen no estar siendo aprovechados y que se encuentran impactando negativamente al ambiente.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arias (2006). Proyectos de investigación, introducción a la metodología



científica. Sexta edición, editorial Episteme. Caracas, Venezuela.

Departamento Técnico de PRODUCTOS CAVE S.A. disponible en <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=1219#>

Jorge E. Loayza (2006). “Rehidratación de cascara de yuca, Prueba de laboratorio”. [Blog en línea] Disponible en: <https://www.engormix.com/mbr-164844/jorge-egusquiza-loayza>. [Consulta: Abril 24, 2018].

Porrero y Colaboradores, (2014). “Manual del Concreto Estructural”. Caracas, Junio, 2014. Primera Edición Digital.

Salas, E. (2010). “Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto”. Tesis de Pregrado. Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Construcción. Pp.24

Santa Palella Stracuzzi, Feliberto Martins Pestana. “Metodología de la Investigación Cuantitativa”, edit. Fedupel. 2da edición, Caracas, Venezuela, 2006

Venezuela. FONDONORMA. Norma Covenin 1976:2003.