



**FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:** Creative commons “Atribución-Nocomercial-SinDerivadas 2.5 Colombia”.

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2017

**TÍTULO:** Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de termopaipa.

**AUTOR (ES):** Agudelo Moreno Angie Angélica, Espinosa Torres Bryan Gabriel.

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):**

Silva Rojas Ingrid Marylin

**MODALIDAD:**

Trabajo de investigación.

**PÁGINAS:** 93 **TABLAS:** 27 **CUADROS:** 1 **FIGURAS:** 5 **ANEXOS:** 5

Se escriben cuántas páginas, tablas, cuadros, figuras y anexos, cuando aplique.

**CONTENIDO:** Se refiere a los capítulos que se desarrollaron. Sólo los grandes capítulos. Ejemplo:

**INTRODUCCIÓN**

Las construcciones son importantes para el desarrollo económico de un país; por ello el concreto hidráulico juega un papel importante en el ambiente de la construcción, ya que por ser un material con compuestos aglutinantes (cemento hidráulico), agregados (grava y arena), agua y eventualmente aditivos; es el material más utilizado en la industria de la construcción.

## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

RIUCaC

El objetivo principal del proyecto tiene la finalidad de analizar el comportamiento de la ceniza volante en muestras de concreto, reemplazando porcentajes de cemento por dicho material. Conviene subrayar, que es el producto de la combustión del carbón empleado en las centrales térmicas, tiene características bituminosas, partículas muy finas, esféricas hacen que el diseño cumpla para elaborar la mezcla homogénea y por ende producir el concreto; en este análisis se utilizó ceniza de la central termoeléctrica *TERMOPAIPA* ubicado en el municipio de Paipa en Boyacá.

Las pruebas de laboratorio, se realizaron de acuerdo a las normas técnicas colombianas NTC-3493, “*CENIZAS VOLANTES Y PUZOLANAS NATURALES, CALCINADAS O CRUDAS, UTILIZADAS COMO ADITIVOS MINERALES EN EL CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND.*” Para las cenizas volantes el uso de las normas ASTM C33 Y NTC 3493.

Por otra parte, el diseño de la mezcla se realizó con dos cilindros, un convencional y otro el testigo, los demás de diferente porcentaje de ceniza volante; con edades de falla a los 7, 28, 56, 72 días de curado. Donde se infiere que es importante buscar otras alternativas para mitigar la polución que producen las centrales eléctricas, ya que es nocivo para el medio ambiente, por ello se busca implementar técnicas con la ceniza y el concreto

### DESCRIPCIÓN

El proyecto “*ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZA VOLANTE DE TERMOPAIPA*”, se realizó con el fin de analizar el comportamiento en la resistencia a la compresión que tiene la ceniza volante de la termoeléctrica de Paipa (Paipa- Boyacá) en el concreto a un periodo de 72 días respectivamente.

### METODOLOGÍA:

**Etapa I:** Se inicia el proyecto con una investigación primaria donde se recopila datos del tema a tratar, obtención de información de las termoeléctricas del país y se hace una revisión del estado de las cenizas volantes y su uso como adición en mezclas de concreto hidráulico; en definitiva, se elige la termoeléctrica de Paipa Boyacá.



**Etapa II:** Después de tener la muestra de ceniza volante procedemos a realizar el diseño de la mezcla y fundir los cilindros con los porcentajes estipulados en el laboratorio de suelos de la Universidad Católica de Colombia en la ciudad de Bogotá D.C.

Para esta actividad se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Los tipos de norma según la NTC; para:

**Tabla 1. Normas NTC usadas para la elaboración del proyecto**

TIPO DE NORMA	TÍTULO DE LA NORMA
NTC 3459	Calidad del agua para concretos
NTC 673	Resistencia a la compresión
NTC 550	Elaboración de probetas cilindros de concreto
NTC 504	Refrentado de especímenes de cilindros de concreto

Fuente: elaboración propia.

Y las muestras irán distribuidas así:

- Probetas cilíndricas con 0% de ceniza volante.
- Probetas con cemento + 10% de ceniza volante.
- Probetas con cemento + 20% de ceniza volante.
- Probetas con cemento + 25% de ceniza volante.
- Probetas con cemento + 30% de ceniza volante.

**Etapa III:** A partir de la fecha de fundidos los especímenes se inicia el conteo de los días de falla (7, 28, 56,72 días) respectivamente, cilindro y testigo por cada porcentaje.

**Etapa IV:** Al finalizar las pruebas de laboratorio; con la recopilación de datos que se obtuvo se inicia la elaboración del análisis con los informes experimentales, de lo que fue el resultado de la ceniza volante como parte de la adición para el concreto hidráulico.

**PALABRAS CLAVE:** ceniza volante, resistencia a la compresión, concreto, cilindros.



## CONCLUSIONES:

- Una vez realizado el estudio se observó que en las muestras falladas a los 72 días no se encontró un incremento en la resistencia a la compresión con respecto a las muestras falladas a los 56 días (ver gráfico 1), por lo tanto, se determina que el tiempo máximo de generación de resistencia en los cilindros adicionados con ceniza volante, para este caso es de 56 días.
- Se determinó que la mezcla de concreto con adición de ceniza volante, que más se aproxima a los resultados obtenidos con la mezcla patrón, corresponde al diseño de mezcla con un porcentaje de reemplazo de cemento por ceniza volante del 10%.
- El análisis de las curvas de resistencia a la compresión vs edad (ver gráfico 3), se observa que, al aumentar el porcentaje de reemplazo de cemento por ceniza volante, la resistencia disminuye, para todas las edades.
- Como resultado de variación de reemplazo de cemento por ceniza volante, respecto a la muestra patrón se obtuvo los siguientes resultados:

Cilindros/días	Días 7	Días 28	Días 56	Días 72
<b>10%</b>	3%	6%	12%	23%
<b>20%</b>	26%	27%	31%	38%
<b>25%</b>	38%	34%	32%	49%
<b>30%</b>	50%	41%	41%	49%

Concluyendo que la variación mínima la tiene la muestra con 10% de reemplazo de cemento por ceniza volante a siete días con un porcentaje del 3%. Y una máxima, con la muestra del 30% de reemplazo de cemento por ceniza volante con un porcentaje de 50%.

- La norma NTC 3493 y ASTM C 618-91, específica que el porcentaje de inquemados máximo admisible para el uso de las cenizas volantes como adición en el concreto es del 6 %. Por ende, las cenizas de TERMOPAIPA no cumplen debido a que sobrepasa el porcentaje estipulado y llega al 12% (ver tabla 9).



## **FUENTES:**

COOK, James E. Fly ash concrete – Technical considerations. En: Concrete International. Septiembre 1983.

CORONA ZAZUETA, Miguel Angél. Concretos dosificados con cemento Portland y ceniza volante [online]. [Cited 22 July 2014].

Diseño Racional de mezclas de hormigón – Método ICPA [online]. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, Facultad de ciencias Exactas, Físicas y Naturales. [Cited 22 Jul. 2014]. Available from Internet:  
<URL: [www.efn.uncor.edu/departamentos/estruct/ciath/dosifica.pdf](http://www.efn.uncor.edu/departamentos/estruct/ciath/dosifica.pdf)>.

Dosificación de Hormigones [online]. Universidad de Cantabria, Santander, España. [Cited 22 July 2014].

GONZÁLEZ ARIAS, Eduardo. Nueva técnica de dosificación de hormigones reciclados: Método del volumen de Mortero Equivalente. Trabajo de grado, Universidad Politécnica de Catalunya, Facultad de Ingeniería de la Construcción. Barcelona, España. Junio 2012.

Gómez Cortes, José Gabriel. (2003) “Durabilidad del Concreto”. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. En revisión. Bogotá.

NIÑO HERNÁNDEZ, Jairo René. Tecnología del concreto – Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas. Tomo 1. Tercera edición. ASOCRETO. 2010.

OSSA M., Mauricio y JORQUERA S., Héctor. Cementos con cenizas volantes, Materiales de construcción. Chile. Volumen 34. 1984

Prediction of compressive strength of concrete with fly ash as sand replacement material - N.P. Rajamane , J. Annie Peter, P.S. Ambily - Concrete Composites Laboratory, Structural Engineering Research Centre, CSIR Campus, Taramani, Chennai 600113, Tamil Nadu, India – October 2006.

Reportes y artículos de la AMCI (asociación mexicana de concretos independientes) referentes al tema concretos con cenizas volantes – “Artículo- Mejorando el concreto con ceniza volante” - Javier Molinari



Strength properties of high-volume fly ash roller compacted and workable concrete, and influence of curing condition - Cengiz Duran AtiY Civil Engineering Department, C, ukurova University, 01330, Balcalı-Adana, Turkey - July 2004.

VALBUENA LEGUÍZAMO, Humberto. Petrografía de concretos hidráulicos con adición de ceniza volantes de TERMOPAIPA. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Facultad de Ciencias. 2006.

WINSLOW Y LIN. Percolation and pore structure in mortar and concrete. Cement and Concrete research. 1994

### **INFOGRAFIA**

<http://blog.360gradosenconcreto.com/generalidades-y-tipos-de-aditivos-para-el-concreto>

<http://www.ehowenespanol.com/ponen-cenizas-concreto2007>

<https://edukavital.blogspot.com.co/2013/03/cemento.html>

<http://blog.360gradosenconcreto.com/generalidades-y-tipos-de-aditivos-para-el-concreto>

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/8788/Capitulo2cenizavolante.pdf>

<http://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/08/Concretos-con-cenizas-volantes-.pdf>

### **LISTA DE ANEXOS:**

Anexo A: fotografías de las pruebas de laboratorio.

Anexo B: fotografías de las pruebas de laboratorio.

Anexo C: fotografías de las pruebas de laboratorio.

Anexo D: carta de solicitud de ceniza volante a TERMOPAIPA.

Anexo E: formatos de falla de cilindros en el laboratorio.