

**VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES ELASTICAS DEL CONCRETO  
TRASLUCIDO ELABORADO A PARTIR DE UN ACRÍLICO (POLI EPÓXIDO)  
COMPARADAS CON EL CONCRETO CONVENCIONAL DE 3000 PSI**



**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**BOGOTÁ**

**2016**

**VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES NELASTICAS DEL CONCRETO  
TRASLUCIDO ELABORADO A PARTIR DE UN ACRÍLICO (POLI EPÓXIDO)  
COMPARADAS CON EL CONCRETO CONVENCIONAL DE 3000 PSI**

**Proyecto presentado como requisito parcial para optar a:  
Título de grado de Ingeniero Civil**

**Andrés Felipe Cetina Fajardo  
Oscar David Simbaqueva Vargas**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ  
2016**

## CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2	ANTECEDENTES.....	3
3	OBJETIVOS.....	6
	3.1 General.....	6
	3.2 Específicos.....	6
4	HIPÓTESIS.....	7
5	JUSTIFICACIÓN.....	8
6	MARCOS REFERENCIALES.....	9
	6.1 MARCO CONCEPTUAL.....	9
	6.2 MARCO LEGAL.....	16
7	DISEÑO METODOLÓGICO.....	17
	7.1 Enfoque de la investigación.....	17
	7.2 Tipo de la investigación.....	17
	7.3 Fases de la investigación.....	17
8	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	20
	8.1 Compresómetro.....	20
	8.2 Extensómetro.....	21
9	MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO.....	22
	9.1.2 Obtención de muestras de concreto.....	23
	9.1.3 Vaciado de las muestras.....	23
	9.1.4 Desencofrado de las muestras.....	24
	9.1.5 Curado de las muestras.....	25
	9.1.6 Ensayos.....	25
10	CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL.....	26
11	DISEÑO DE MEZCLA.....	28
	11.1 Diseño De Mezcla (Concreto De 3000psi) Cv.....	30
	11.2 Diseño De Mezcla (Concreto Traslucido) .....	31
	11.3 Dimensionamiento De Probetas.....	32
12	RESULTADOS.....	33
	12.1 CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD SEGÚN NSR-10.....	37
	12.2 CÁLCULO DEL MÓDULO DE POISSON SEGÚN NTC 4025.....	40
13	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	43
	13.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	43
	13.2 MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	44
	13.3 MÓDULO DE POISSON.....	45
14	CONCLUSIONES.....	47
15	RECOMENDACIONES .....	48
16	CRONOGRAMA.....	49
17	REFERENCIAS.....	50

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Normatividad de la investigación.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2. Fases de la investigación.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3. Materiales utilizados en el concreto traslucido.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 4. Materiales utilizados para un concreto de 3000PSI.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 5. diseño y mezcla de concreto convencional de 3000 psi.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 6. Días de ensayo contra porcentaje de catalizador a 24 horas y 7 días.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 7. Días de ensayo contra porcentaje de catalizador 14 y 28 días.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 8. Resistencia a compresión de cilindros de concreto convencional y traslucido.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 9. Promedio de los esfuerzos por día del concreto traslucido.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 10. Promedio de esfuerzos por día don concreto convencional de 3000PSI.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 11. Calculo de Modulos de Young en cilindros de concreto convencional y traslucido.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 12. Calculo de Modulos de Poisson de cilindros de concreto convencional y Traslucido..</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 13. Cronograma.....</i>	<i>49</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vidrio de un tamaño de $\frac{3}{4}$ de pulgada .....	9
Figura 2. Galones de Acrílico y su catalizador. ....	10
Figura 3. Tipos de muestras y días de fallas .....	16
Figura 4. Camisas para la fundición de concreto de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas de alto .....	22
Figura 5. Deformímetros horizontal y vertical para medir los módulos de Poisson .....	22
Figura 6. Probeta de CT sin alterar y tipo de fallamiento .....	25

## LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Grafica de esfuerzo deformación del concreto simple .....	9
Grafica 2. Tipos de muestra y días de falla .....	19
Grafica 3. Resistencia a compresión vs días del concreto translucido (CT) y el concreto convencional de 3000 psi .....	43
Grafica 4. Módulos de elasticidad concreto translucido y concreto convencional .....	44
Grafica 5. Módulos de Poisson concreto translucido y concreto convencional .....	45

## **INTRODUCCION.**

El análisis de los nuevos materiales y el concreto que es utilizado en las construcciones civiles de nuestra ciudad, y del resto de construcciones del país es vital importancia, su comportamiento mecánico y las propiedades que poseen para dar la garantía que cada uno de los proyectos que se realicen, de tal manera que el diseño de las estructuras está basado en la resistencia de los materiales que la componen, todo esto complementado con los requerimientos dados por la norma NSR-10.

El sector de la construcción es prometedor para los nuevos materiales estructurales desde un punto de vista de la gran demanda que tiene el sector, con grades conceptos de seguridad y calidad en el sector son fundamentales

El Concreto Translucido promete ser uno de los elementos que responderá a las exigencias de resistencia, con multipropiedades (Elásticas y Mecánicas) , de la cual buscara el propósito estructural , el confort en el proceso constructivo y un los beneficios de costos tanto en el plano de generación como de utilización , sin embargo hay una necesidad de industrializar la construcción serán aspectos que favorecerán el desarrollo de los nuevos materiales

De esta manera se llevara a cabo un análisis detallado del comportamiento Elástico de el Concreto Translucido para determinar que tipo de uso estructural se puede aplicar, en donde se determinaran propiedades del concreto tales como módulo de elasticidad y relación de Poisson, bajo diferentes variables tales como el tipo de curado y la edad de estos mismos

## **GENERALIDADES.**

### **TITULO DEL PROYECTO.**

VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES ELÁSTICAS DEL CONCRETO TRASLUCIDO ELABORADO A PARTIR DE UN ACRÍLICO (POLI EPÓXIDO) COMPARADAS CON EL CONCRETO CONVENCIONAL DE 3000 PSI.

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.**

ESTRUCTURAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y BIENESTAR DE LA COMUNIDAD.

### **SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN.**

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

## **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La humanidad a medida que ha evolucionado, está en la búsqueda constante y la creación de nuevos materiales que logren satisfacer sus necesidades, una de ellas es la construcción, y como consecuencia del mismo mejorar en sus técnicas de construcción trayendo nuevos beneficios, nuevos materiales que le traerán ventajas los cuales serán de gran ayuda para el mejoramiento y evolución de las técnicas de construcción. Los humanos optan por el camino de buscar la mayor eficacia de los materiales existentes, con mejores resultados a sus problemas y menores impactos ambientales. La innovación es parte de la naturaleza humana ya que cada día busca mejorar sus problemas con materiales adecuados y duraderos, para disminuir así mismo el impacto ambiental y el consumo energético, adicional a esto que se logre reemplazar, como el concreto convencional y sus derivados, para su producción tienen un alto consumo energético y grandes volúmenes de emisiones para poder tener la materia prima que llamamos cemento.

Teniendo en cuenta todos los factores de producción se tuvo en cuenta y se incluyó la producción de los residuos rocosos , las alteraciones del medio ambiente debido a la explotación que se da en ellos (deterioro de la capa vegetal y cambio de sus propiedades ) y en la fabricación de cemento la alteración que obtiene el medio ambiente por las partículas suspendidas producidas por las mezclas de agregados y químicos producto de los procesos de producción de los concretos (como lo es el azufre, dióxidos de nitrógeno y proporciones de otros elementos producidos en la elaboración del concreto) que son formadores de la lluvia acida , contaminación ambiental , deterioro de las zonas verdes y productores potenciales de enfermedades respiratorias.

El concreto convencional utiliza abundantes materiales para su elaboración mientras que el concreto translucido es un nuevo material amigable con el medio ambiente debido a que durante su elaboración afecta de manera menor el medio ambiente, entre otras características como alta durabilidad, eficacia, y rendimiento a lo largo de los años, su costo es más elevado pero los beneficios son mayores a lo largo del tiempo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la variación de las propiedades elásticas de un concreto translucido en comparación con el concreto convencional de 3000 PSI?

## 2 ANTECEDENTES

En el transcurso del tiempo el vidrio ha sido parte fundamental en la evolución y desarrollo de la humanidad, anteriormente el vidrio era utilizado para realizar objetos de bisutería añadiendo diversos minerales que le daban diversos colores, posterior a esto y en la edad media el vidrio era utilizado en las vidrierías de las catedrales góticas, de acuerdo al método ideado por el Químico francés Nicolás Leblanc al finalizar el siglo XIX comenzaron a utilizar el vidrio como instrumentos óptico y la a vez ofreciendo nuevos productos como vasos, espejos, botellas y a su vez en Venecia lo clasificaron de acuerdo a su uso (Aislante eléctrico y térmico, Decoración, Empaques, Aparatos Ópticos, Vidrios para ventaneria).<sup>1</sup>

La mecánica de los materiales desde los tiempos remotos se ha ejecutado de acuerdo a la necesidad presentada por el hombre de satisfacer las necesidades básicas como vivienda, educación, recreación, obras de infraestructura entre otras, para mejorar su calidad de vida de acuerdo a las necesidades planteadas se creó la necesidad de innovar y generar nuevos materiales para poder mejorar sus diseños sin que cambien sus propiedades mecánicas y den paso al mejoramiento del medio ambiente, el principal material que se recicla después del su uso es el vidrio es por eso que se ha decidido innovar y hacer de este material parte fundamental con el concreto translucido en nuestra propuesta.

Los indicios de la creación del concreto translucido nace con la necesidad de crear un material que ahorre recursos ambientales y energéticos es por ello que varios investigadores han desarrollado diferentes modelos y técnicas para lograr este objetivo en la construcción en este orden de ideas dentro de nuestro proyecto presenciamos que sin duda alguna la primera inspiración para el desarrollo de esta investigación del concreto translucido es atribuida a Rem Koolhaas , “el cual se preguntó en un comité de trabajo de su empresa, (Office for Metropolitan Architecture - OMA, Rotterdam, Holanda) ¿si se puede o no hacer translúcido el concreto? ; esta pregunta produjo en uno de los asistentes, el Profesor Bill Price el interés necesario para empezar a investigar sobre el tema” y por medio de estas preguntas el profesor Bill Price hace sus primeras investigaciones en la universidad de Houston, como resultado dando un material basado en los agregados translucidos naturales como la ludolita. El segundo grupo que se dio a la tarea de la investigación del concreto translucido fue dirigido por el arquitecto de origen húngaro Áron Losonczi, quien inició con las investigaciones en el año de 1999 con resultados en el año 2002. “En abril de 2006, en el National Building Museum de Washington D.C., Estados Unidos, durante la exposición “Liquid Stone: New Architecture in Concrete” se expuso el tema Translucent, que hizo referencia a la propuesta de concretos translucidos, presentando tres variantes diferentes; la primera presentada por Bill Price con el nombre Pixel Panels; Aron Losonczi presentó

---

<sup>1</sup> BENDER Joel y HELLERSTEIN,Jonathan P, Vidri, Ceramica y materiales a Fines.

LITRACON (Concreto que Transmite Luz, por sus siglas en inglés); y Translucent Panel desarrollado por Will Wittig Profesor Asistente en la Universidad de Detroit, Mercy, cuyos paneles son lo suficientemente delgados para permitir el paso de la luz". El tercer grupo de investigación fue dirigido por el arquitecto japonés Kengo Kuma presenta un material similar al de Losonczi llamado LUCCON, material que se expuso en Tokyo Fiber '09 Senseware Exhibition desarrollado por una empresa en Aachen, Alemania, donde se utilizó un tejido de fibras ópticas diseñado especialmente para la conducción de luz. Francisco Carvalho de Arruda Coelho de la Universidad del Valle de Acaraú, en Sobral, Brasil, produjo en el 2008 una pieza de hormigón translúcido de color rojo incorporando fibras ópticas con excelentes resultados estéticos.<sup>2</sup>

Las primeras muestras de concreto fueron realizadas por Áron Losonczi el cual obtuvo un producto llamado LITRACON, el arquitecto de origen húngaro logra crear la muestra de este material generando la combinación del cemento gris con fibras ópticas el cual da como resultado un producto que permite el paso de la luz.<sup>3</sup>

Los ingenieros civiles mexicanos, Joel Sosa Gutiérrez de 26 años y Sergio Omar Galván Cáceres de 25 años crearon en el 2005 este revolucionario concreto que tiene la capacidad de ser colado bajo el agua y ser 30% más liviano que el concreto hasta ahora conocido, nace como un proyecto de investigación y muestran diferentes características y efectos positivos de la realización de este material de construcción, añaden un aditivo llamado Ilum el cual permite el traspaso de la luz a través del concreto cuyos resultados de resistencia arrojan los 4500 kg/cm<sup>2</sup>, nula a absorción del agua y descimbrado 48 horas después de su colocación.<sup>4</sup> Un grupo de ingenieros de la universidad de Santander Diana Marcela Franco y Edwin Perez Sanchez exponen un diseño de mezcla con un aditivo nuevo conocido como metacaolin, el cual llega a un resultado esperado de translucidez añadiendo al diseño vidrio y fibra óptica, el objetivo principal de este proyecto es contribuir con un material que ayude al medio ambiente sin dejar atrás las propiedades mecánicas del concreto. Es interesante en reemplazo del agregado fino-grueso por el vidrio y fibras ópticas del cual por medio del ensayo de cilindros y dosificación dan como resultado diferentes clases y tonalidades, adicional se realizan ensayos para determinar diferentes propiedades tanto físicas como mecánicas.<sup>5</sup>

En un estudio realizado por el Grupo de Investigación Química del Cemento y Materiales de Construcción de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín donde se compara la fluorita Colombiana con la Mexicana, la fluorita colombiana presenta contenidos de flúor cercanos al valor máximo teórico (48,7% de flúor y 51,3% de calcio), lo que indica el alto grado de pureza química; sin embargo, mineralógicamente, su pureza es menor pues contiene principalmente dos contaminantes, la barita y el cuarzo, que pueden afectar la durabilidad de la mezcla.<sup>6</sup>

---

<sup>2</sup> MONTILLA HOYOS Ary Alain, Medellín, 2012, Tesis concreto translucido de la luz visible a través de morteros con fluorita como agregado fino., 2012, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Pg 18-19.

<sup>3</sup> <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/9882.html#.Vjpei7cveUk>, consulta efectuada el 1 de Septiembre de 2015.

<sup>4</sup> <http://simbiosisgroup.net/4788/concreto-translucido-made-in-mexico>, consulta realizada el 2 de Septiembre de 2015.

<sup>5</sup> Revista uso del metacaolin reciclado como fibra óptica, P160

<sup>6</sup> [http://www.bdigital.unal.edu.co/7232/1/76328514.\\_2012.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/7232/1/76328514._2012.pdf), Pg 38, consulta realizada el 17 de septiembre de 2015.

En 2015 se genera la primera tesis en la Universidad La Gran Colombia propuesta por dos ingenieros civiles la cual mediante el desarrollo del concreto translucido logran mostrar dos propiedades mecánicas del concreto como lo son la resistencia a compresión y a flexión esto con el fin de comparar con el concreto convencional de 3000 PSI.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL.**

Comparar las propiedades elásticas de un concreto translúcido con las de un concreto tradicional de 3000 PSI.

#### **3.2 ESPECÍFICOS.**

- Identificar el módulo de Young y Poisson para concreto translúcido y para el concreto convencional de 3000 PSI.
- Determinar la variación de los módulos de Young y Poisson para concreto translúcido y para el concreto convencional de 3000 PSI.

## **4 HIPÓTESIS**

Un concreto translúcido que se elabora a partir de acrílico (poli epóxido) debido a que es un polímero deberá presentar mayor elasticidad en sus propiedades otorgándole una mejor calidad que un concreto convencional de 3000psi.

## 5 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad en el mundo la investigación y la innovación hay bastantes avances en especial sobre nuevos materiales de construcción. En nuestra sociedad no tenemos la formación y cultura del desarrollo en cuanto a materiales nuevos que puedan garantizar los mismos resultados y en muchas ocasiones mejores que los anteriores son un ejemplo claro de esta situación los poliésteres, materiales sintéticos u otros.

El empleo de materiales óptimos en la construcción y sistemas constructivos que faciliten las labores al constructor , el transporte ,la adecuación y la solución de muchos problemas con gran calidad , debe ser la prioridad en nuestro país debido a que estamos en zonas de gran amenaza sísmica , con condiciones climáticas variables y aun no se da la implementación de nuevos sistemas constructivos para emplear los nuevos materiales, que sean más duraderos y los costos energéticos de su producción sean más bajos.

Los nuevos materiales no han alcanzado su madurez en el cálculo y empleo en la construcción debido a que no han surgido procedimientos confiables para los análisis del comportamiento de su falla en las estructuras, aunque si consultamos de manera internacional se han expuesto varios productos que llevan a pensar en el empleo de este material el concreto translucido en un futuro.

De las premisas anteriores esta investigación no busca generar un manual de uso de nuevos materiales , por el contrario busca caracterizar los nuevos materiales como lo es el concreto translucido , su manejo y aplicación a los sistemas constructivos con parámetros obtenidos a partir de la toma y muestra de datos , para determinar el comportamiento del material comparado con el concreto convencional , apoyada en la ley 400 de 1997, capítulo 2 <sup>7</sup> basada en otros materiales y métodos alternos en la construcción del cual determina los procesos de análisis del material para su previa aprobación por una comisión sismo resistente , para poder hacer uso en un sistema constructivo.

---

\* AIS, asociación colombiana de ingeniería sísmica, NSR10, normas de diseño y sistemas de construcción ,ley 400 de 1997 , decreto 33 de 1998.

## 6 MARCOS REFERENCIALES.

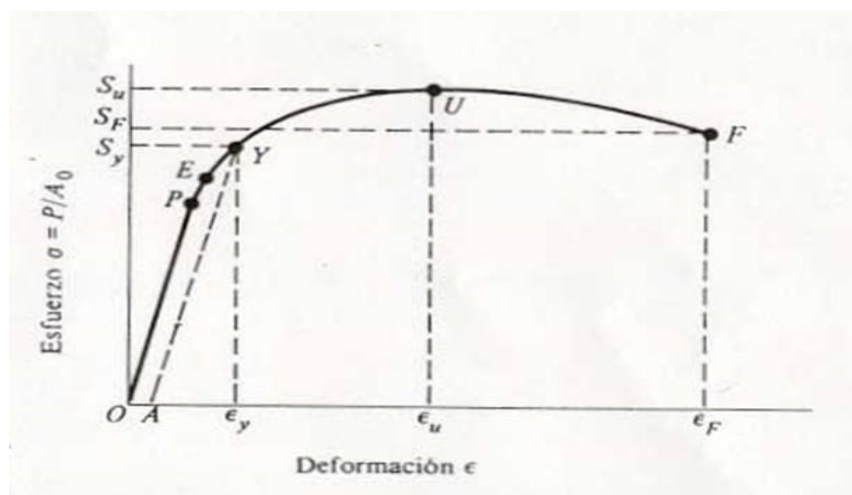
### 6.1 MARCO CONCEPTUAL.

#### 6.1.1 Concreto u Hormigón.

Es un material pétreo, artificial obtenido de la mezcla en proporciones determinadas de cemento aditivo y agua utilizado en la construcción. El cemento y agua forman una pasta que rodea a los agregados constituyendo un material homogéneo. Algunas veces según se requiera se utilizan aditivos para mejorar o modificar algunas propiedades del concreto.<sup>8</sup>

Es una mezcla homogénea que está conformada por diferentes agregados, que gracias a una pasta cementante, hacen de éste una roca artificial casi perfecta. Este compuesto es utilizado en la mayoría de proyectos de construcciones civiles, gracias a su fácil manejo y grandes características mecánicas.

Figura 1. Grafica esfuerzo deformación del concreto simple.



Fuente. (Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Dirección nacional de servicios académicos virtuales)

Dónde:

P: Límite elástico proporcional

E: Límite elástico

<sup>7</sup> ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE CONCRETO-ASOCRETO. Colección básica del concreto tecnología y propiedades. Segunda edición, D'vinni. 2002. P 91

Sy: Limite de fluencia

U: Adelgazamiento de la sección

F: Fractura o falla.

### **6.1.2 Agregados.**

Los agregados del concreto o agregados de la construcción son componentes derivados de la trituración natural o artificial de diversas piedras, y pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. Junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto. Sirven como complemento para la mezcla agregan fuerza al material en el caso del concreto o también como refuerzos para vías caminos ferrocarriles rellenos entre otros. Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total de concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

Los agregados finos y gruesos ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del concreto (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclados y endurecidos, en las proporciones de la mezcla, y en la economía. Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5mm.

### **6.1.3 Agregados Gruesos.**

Los agregados gruesos se caracterizan por el tamaño de las partículas, en el laboratorio lo podemos clasificar mediante ensayos las cuales son aquellas que se retienen en la malla No 16, el tamaño máximo empleado comúnmente se encuentre entre los 19 mm y 25 mm.

### **6.1.4 Agregados Finos.**

Consisten en todas las partículas finas o delgadas que pasan el tamiz No 16 los tamaños de las partículas pueden llegar a los 1mm.

### **6.1.5 Cemento.**

**El Cemento Portland, es uno de los componentes básicos para la elaboración del concreto.**

En el campo de la construcción es el aglomerante más utilizado. Cuando se hace referencia al concreto, siempre se piensa en cemento Portland, su versatilidad y adherencia lo hacen indispensable. Los cementos Portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio los cuales reaccionan químicamente con el agua. En esta reacción, denominada hidratación, el cemento se combina con el agua y forman una pasta, y cuando le son agregados arena y grava, se forma lo que se conoce como concreto.

El tipo de materias primas y sus proporciones se diseñan con base al tipo de cemento deseado.<sup>8</sup>

#### **6.1.6 Clasificación de los cementos tipo Portland, nombre y aplicación**

Teniendo en cuenta la composición química y las propiedades físico-mecánicas se obtienen diferentes características del cemento cuando se hidrata y da lugar a la siguiente clasificación según NTC 30.

I: Normal. Para uso general, donde no son requeridos otros tipos de cemento.

IA: Normal. Uso general, con inductor de aire.

II: Moderado. Para uso general y además en construcciones donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación.

IIA: Moderado. Igual que el tipo II, pero con inductor de aire.

III: Altas resistencias. Para uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas.

IIIA: Altas resistencias. Mismo uso que el tipo III, con aire incluido.

IV: Bajo calor de hidratación. Para uso donde se requiere un bajo calor de hidratación.

---

<sup>8</sup>SANCHEZ. DE GUZMAN, Diego, tecnología del concreto y del mortero, brandar editores Ltda., Santafé de Bogotá DC, 2000, pág. 27

V: Resistente a la acción de los sulfatos. Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos.

#### Tipo I

Este tipo de cemento es de uso general, y se emplea cuando no se requiere características especiales que lo protejan del ataque de factores agresivos originados por agua y calor de hidratación.

Usos frecuentes de este cemento: estructuras, pisos, elementos prefabricados y pavimentos rígidos.

#### Tipo II

Se utiliza cuando es necesario la protección contra el ataque moderado de sulfatos, por ejemplo en las tuberías de drenaje.<sup>9</sup>

Normalmente genera menos calor que el cemento tipo I, y este requisito de moderado calor de hidratación puede especificarse a opción del comprador. En casos donde se especifican límites máximos para el calor de hidratación, puede emplearse en obras de gran volumen y particularmente en climas cálidos, en aplicaciones como muros de contención, pilas y presas.

#### Tipo III.

Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas. Para obtener esta propiedad debe molerse más finamente el cemento durante el proceso de molienda. Se utiliza en construcciones donde sea necesario retirar las cimbras lo más pronto posible, o en obras que se deban poner en funcionamiento muy rápido, como es el caso de las vías.<sup>10</sup>

### **6.1.7 Curado del concreto**

El curado del concreto se define como el ambiente en el cual se va a producir el proceso de secado del concreto, esto nos dice que el concreto puede obtener diferentes características dependiendo del tipo de curado al cual se someta.

---

<sup>9</sup>SANCHEZ. De Guzmán Diego, tecnología del concreto y del mortero, brandar editores Ltda., Santafé de Bogotá DC, 2000, pág. 49

<sup>10</sup>Universidad la Gran Colombia. Manual del ingeniero.[en línea]  
<http://manualdelingeniero.wordpress.com/> [citado el 23 de febrero de 2016]

### **6.1.8 Tiempo de fraguado.**

Es necesario que el concreto tenga una edad entre los 14 y 28 días para poder someterlo algún tipo de carga, con esto se puede garantizar que alcanza la resistencia deseada.

### **6.1.9 Concreto Translucido.**

El concreto translúcido es un concreto a base de polímeros, que incluye acrílicos, agregados y aditivos el cual permite el paso de la luz y desarrolla características mecánicas superiores a las del concreto tradicional.<sup>12</sup>

### **6.1.10 Vidrio.**

Material transparente, rígido o frágil a diferente temperatura; que se obtiene fundiendo sílice con potasa y con pequeñas cantidades de otros compuestos, como también adicione óxidos metálicos para efectuar alguna coloración, lo cual se emplea para fabricar recipientes, materiales de construcción, lentes ópticas, etc.

*Figura 1. Vidrio de un tamaño de 3/4".*



Fuente: autores.

<sup>11</sup> GONZÁLEZ CUEVAS, Óscar, Aspectos fundamentales del concreto reforzado, cuarta edición Pg. 31.

<sup>12</sup> TRIVIÑO TRIVIÑO, Miguel Ángel, Trabajo de diplomada arquitectura interior, Pontificia Universidad Javeriana, Pg. 28

El agregado grueso debe cumplir con los requisitos establecidos para el número de tamaño especificado de la norma técnica colombiana (NTC174)<sup>12</sup>.

### 6.1.11 Acrílico (Material Cementante)

Es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor.

**Figura 2.** Galones del acrílico y su catalizador (poli epóxido).



Fuente: autores.

### 6.1.12 Epiclorohidrina (Catalizador)

Es la materia prima para la obtención de resinas epoxídicas, no existe en la naturaleza, por lo que su preparación es sintéticamente debido a la transformación del propileno con gas de cloro a 600°C y por hidrólisis con hidróxido de calcio. El producto finalizado siempre contiene algunas impurezas<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup>NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Especificaciones de los agregados para concreto. NTC 174. Bogotá D.C.: 1994, 08 p.

<sup>14</sup><http://www.cmpresinas.com.mx/epiclorhidrina.htm>, consulta realizada el 01 de septiembre de 2015

### 6.1.13 Cálculo del módulo de Poisson.

El coeficiente de Poisson es una de las constantes fundamentales del concreto la cual caracterizan el comportamiento de los materiales en este caso el concreto. Su determinación en ingeniería es de primordial importancia especialmente en diseño. Relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación longitudinal o axial del concreto, en caso que no se disponga de un valor experimental el módulo de Poisson puede tomarse como 0.20<sup>15</sup>.

$$\mu = \frac{Mc}{2G} - 1$$

Fuente: autores.

Dónde:

Mc: Modulo de elasticidad del concreto.

G: Modulo de elasticidad en corte

### 6.1.14 Cálculo del módulo de Young o Elasticidad

Es la relación que hay entre el esfuerzo y la deformación unitaria que presenta el material es decir, el cambio longitudinal que tiene el material al ser sometido a esfuerzos axiales. La característica principal que presentan los materiales dúctiles es que ellos soportan grandes fuerzas y tienen la capacidad de deformarse sin romperse, mientras que los materiales frágiles tienden a fracturarse a una escasa deformación. Por el contrario, el concreto se caracteriza por tener un comportamiento frágil.

El módulo de elasticidad  $E_c$  se define como la pendiente de la secante trazada desde un esfuerzo nulo hasta un esfuerzo de compresión de  $0.45f'_c$ . El módulo de elasticidad del concreto es sensible al módulo de elasticidad del agregado y puede diferir del valor especificado. Los valores medidos varían típicamente entre 120 a 80 por ciento del valor especificado. La norma NTC 4025 (ASTM C469) se describen los diferentes métodos para determinar el módulo de elasticidad del concreto. <sup>16</sup>.

Para la obtención del módulo de Young o de elasticidad un concreto  
De densidad normal:

$$E_c = \sqrt{4700f'_c}$$

*E=Esfuerzo/Deformación Unitaria*

Fuente: autores.

---

<sup>15</sup> NSR 10, Norma Colombiana Sismo resistente Titulo C numeral CR 8.5.1.

<sup>16</sup> NSR 10, Norma Colombiana Sismo resistente Titulo C numeral CR 8.5.1.

## 6.2 MARCO LEGAL

Tabla 1. Normatividad de la investigación. 17

NORMAS	OBJETIVO
NSR 10	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).
NTC 673	Práctica Normativa para el Muestreo de Agregados.
NTC 174	Establece los requisitos de gradación y calidad para los agregados finos y gruesos, (excepto los agregados livianos y pesados) para uso en concreto.
NTC 129	Esta norma abarca la toma de muestras de agregados finos y gruesos para los siguientes propósitos:
	El control del producto de la fuente de suministro.
	El control de las operaciones en el sitio de construcción.
NTC 550	Elaboración y curado de especímenes en obra
NTC 673	Ensayo de compresión de cilindros normales de concreto
NTC 2871	Determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados.
NTC 4025	Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad estático y la relación de poisson en concreto a compresión
NTC 396	Ingeniería civil y arquitectura. Método de en ensayo para determinar el asentamiento de un concreto

Fuente: autores.

<sup>17</sup>NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Parámetros para la resistencia a compresión. NTC-673, Bogotá D.C.: 1994, 8 p.

## 7 DISEÑO METODOLÓGICO

### 7.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada en este trabajo de tesis es cuantitativa, debido a que cuenta con variables numéricas como lo son el módulo de Young y Poisson ya que se es necesaria la medición experimental para la consecución de la información y así aseverar o rechazar la hipótesis de la presente investigación.

### 7.2 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que se llevó a cabo es de tipo comparativo entre los dos tipos de concreto, los cuales serán sometidas a ensayos de elásticos como lo son los módulos de Poisson y el módulo de Young en el laboratorio, donde se observaran las posibles variaciones elásticas entre un concreto con cemento portland y un concreto translucido.

### 7.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla 2 *fases de la investigación*

#### 7.3.1 Fase I. experimentación con el concreto translúcido.

FASE 1	
<b>Actividad 1</b>	Revisión bibliográfica o generar una búsqueda del estado del arte del concreto translucido y el marco teórico que fundamenta su comportamiento.
<b>Actividad 2</b>	Generar un complemento teórico con base al estudio anterior a la tesis con el comportamiento mecánico con distintos materiales y el estado del arte actual de manera que en esta fase el complemento teórico para explicar el comportamiento elástico del concreto translucido.
<b>Actividad 3</b>	Recolección de material y autorizaciones necesarios en esta fase, se deben obtener los permisos y datos necesarios para poder empezar a realizar la experimentación con los materiales en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil.
<b>Actividad 4</b>	Diseño del concreto translucido, en este se deben hacer las correcciones necesarias para evitar problemas como la segregación ajustándolo de acuerdo al material a utilizar en la mezcla, el ajuste en esta investigación tendrá en cuenta el debido cuidado y las precauciones necesarias para realizar las muestras y poder después realizar los diferentes ensayos indicados por la Norma Sismo resistente Colombiana.

<b>Actividad 5</b>	Diseño del concreto convencional de 3000psi y concreto translucido, con la ayuda de una hoja de cálculo para la determinación las cantidades de materiales y ajuste de diseño de mezcla de concreto translucido por volúmenes de material.
<b>Actividad 6</b>	Obtención de las muestras necesarias para poder hacer los ensayos suficientes para poder tener los datos necesarios para su análisis.

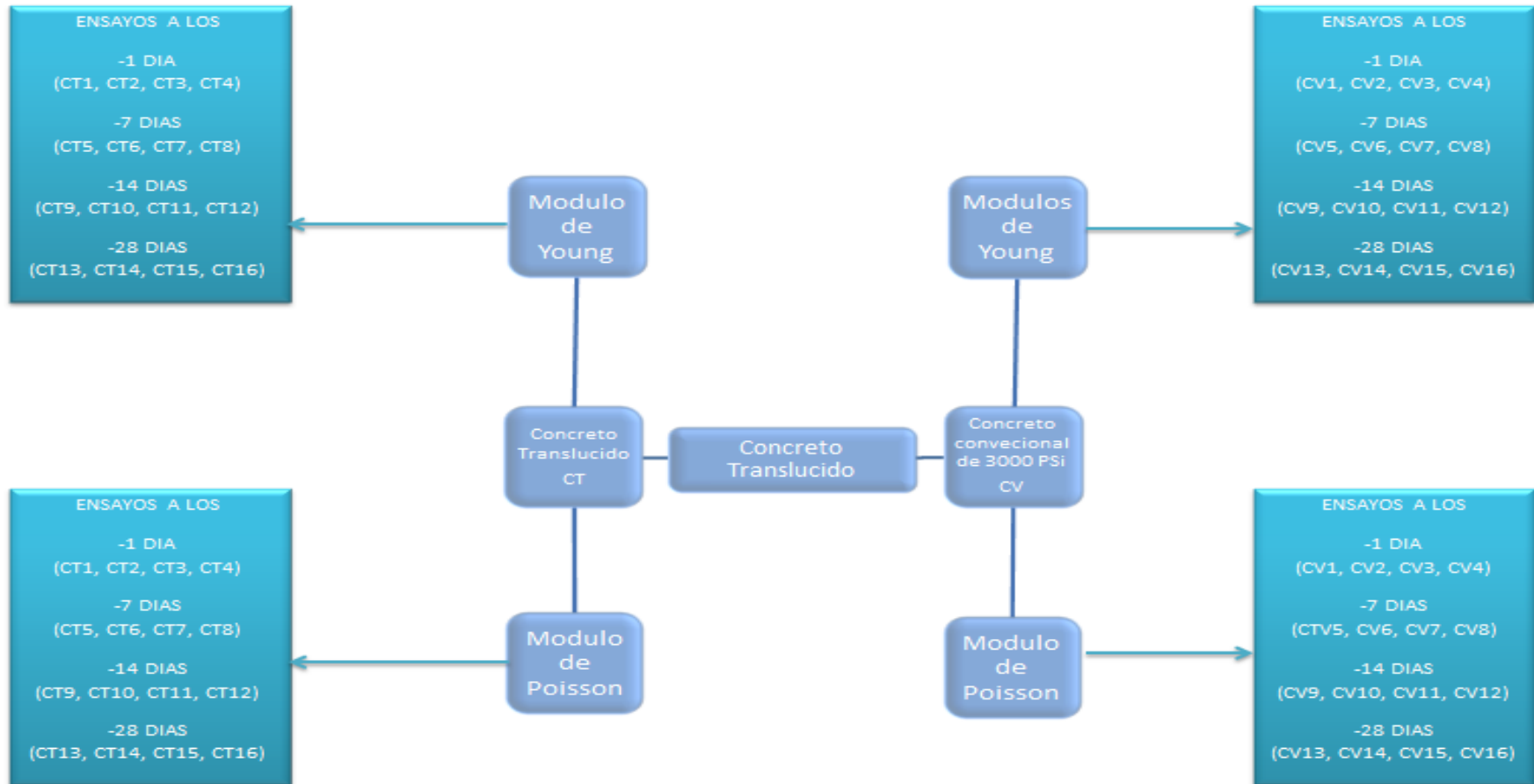
**7.3.1.2 Fase II. Análisis de variación del módulo de elasticidad y el módulo de Poisson entre el concreto convencional de 3000 psi y el concreto traslucido.**

<b>FASE 2</b>	
<b>Actividad 7</b>	Ejecución de los ensayos necesarios tales como el de compresión, módulos de Young y en ensayo de Poisson como lo indica la Norma Sismo resistente Colombiana .
<b>Actividad 8</b>	Obtención y verificación de resultados, aquí se recopilarán los datos que fueron arrojados por las muestras ensayadas en los ensayos de módulos de Young y Poisson.
<b>Actividad 9</b>	Presentación de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, y se determina la variación de las propiedades elásticas de un concreto translucido comparada con la de un concreto convencional de 3000 PSI.
<b>Actividad 10</b>	Comparar los datos obtenidos del concreto translucido con los del concreto convencional y con esto verificar si nos cumplen con lo esperado en la hipótesis.
<b>Actividad 11</b>	De acuerdo con estos análisis generar conclusiones y recomendaciones para un futuro.

Fuente: Autores

## 7.4 MAPA METODOLOGICO

**Grafica 2.** Tipos de muestras y días de fallas.



Fuente: autores

## **8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

La verificación y observación de los procedimientos realizados como continuación del estudio del concreto translucido, se ha notado la calidad del experimento realizado, puesto a ello se hacen ajustes para garantizar la calidad y el control del material mediante el debido rigor en el curado y el diseño de mezcla del concreto translucido para que este cumpla con lo esperado y satisfacer las normas de sismo resistencia.

La experimentación y la realización de los ensayos indicados en las normas técnicas colombianas para determinar los módulos de Poisson y Young indican que tipos de ensayo se deben hacer para garantizar la calidad de los resultados y por ende la calidad de los ensayos, para obtener los datos necesarios del concreto translucido para poderlo implementar como material constructivo.

Las técnicas de investigación son basadas en el material bibliográfico destinadas a obtener información de fuentes secundarias para retroalimentar los resultados obtenidos.

### **8.1 Compresómetro**

Para determinar el módulo de elasticidad, se debe disponer sobre el espécimen de un dispositivo sensible unido o no a él, para medir con una aproximación cercana a la 5 millonésima parte del promedio de deformación de dos deformímetros diametralmente opuestos, cada uno paralelo al eje y centrado alrededor de la mitad de la altura del espécimen. La longitud efectiva de cada deformímetro no debe ser menor que tres veces el tamaño máximo del agregado grueso del concreto, ni más de dos tercios de la altura del espécimen.

La longitud preferida del deformímetro es la mitad de la altura del espécimen. Los puntos del deformímetro pueden estar embebidos o adheridos al espécimen y la deformación de cada uno de los deformímetros se lee de manera independiente; también se puede usar un compresómetro constituido por dos anillos, uno de los

Cuales está rígidamente atornillado al espécimen y el otro fijado en dos puntos diametralmente opuestos, de tal forma que quede libre para rotar. En la mitad de la distancia de los puntos de soporte del anillo rotativo debe colocarse un vástago largo pivotado para mantener una distancia constante entre los dos anillos, de tal forma que en el punto opuesto de la circunferencia, el cambio de la distancia entre los dos anillos (es decir, la lectura del deformímetro) sea igual a la suma de los desplazamientos debidos a la deformación del espécimen y al desplazamiento debido a la rotación del anillo con respecto al vástago largo pivotado.

La deformación se puede medir directamente con un deformímetro o con un sistema multiplicador de palanca, por un deformímetro electrónico de alambre o por un transductor longitudinal de desplazamiento variable. Si las distancias del vástago largo pivotado y del deformímetro al eje del espécimen son iguales, la deformación del espécimen es igual a la mitad de la lectura del deformímetro. Si las distancias al eje del espécimen no son iguales, la deformación se debe calcular de la siguiente manera:

## **8.2 Extensómetro.**

Si se desea obtener la relación de Poisson, la deformación transversal se debe determinar (1) mediante un extensómetro no adherido al espécimen capaz de medir con una aproximación de  $0,635 \mu\text{m}$  ( $25 \mu$  pulgadas) el cambio del diámetro en la mitad de la altura del espécimen o (2) mediante dos deformímetros adheridos montados circularmente en puntos diametralmente opuestos, en la mitad de la altura del espécimen y capaces de medir deformación circunferencial con una aproximación de 5 millonésimas. Un aparato que combine un compresómetro y extensómetro y que no esté adherido al espécimen, puede ser conveniente para realizar este ensayo. Este aparato debe contener un tercer anillo (consistente en dos segmentos iguales), localizado en la mitad entre los dos anillos del compresómetro y fijado al espécimen en dos puntos diametralmente opuestos. En la mitad entre esos dos puntos se ubica una varilla de pivote corta, adyacente a la varilla de pivote larga, que se debe usar para mantener constante la distancia entre los anillos inferior y medio. El anillo medio se debe articular en el punto de pivote para permitir la rotación de los segmentos del mismo, en el plano horizontal. En el punto opuesto a la circunferencia, los dos segmentos se deben conectar a un deformímetro con una sensibilidad capaz de medir deformación transversal con una aproximación cercana a  $1,27 \mu\text{m}$  ( $50 \mu$  pulgadas). Si las distancias de la articulación y del deformímetro al eje del espécimen son iguales, la deformación en el diámetro del espécimen es igual a la mitad de la lectura del deformímetro. Si las distancias de la articulación y del deformímetro al eje del espécimen no son iguales, la deformación transversal del diámetro del espécimen se debe calcular de acuerdo con la ecuación dos.

En donde

$d'$  = deformación transversal del diámetro del espécimen,  $\mu\text{m}$ .  $g'$  =

lectura del deformímetro transversal,  $\mu\text{m}$ .

$e'_h$  = excentricidad de la articulación, medida en milímetros con aproximación a 0,254 mm (0,01 pulgada), desde el eje del espécimen.

$e'_g$  = excentricidad del deformímetro transversal, medida en milímetros con aproximación a 0,254 mm (0,01 pulgada) desde el eje del espécimen.

## **9. MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO**

La práctica para la toma del muestreo y los ensayos de los agregados deberán cumplir los siguientes criterios de acuerdo con los siguientes métodos, no obstante de que se especifique otra cosa en esta norma. Se permite el uso del mismo espécimen de ensayo para el análisis granulométrico y para la determinación del material que pasa el tamiz 75  $\mu\text{m}$ , (No. 200) pero el diseño propio tiene a selección tamaños de agregados superiores al #4 debido a que los finos no se comportan muy bien mecánicamente con el material. Para la preparación de muestras para los ensayos de Young y Poisson, se permite el uso de tamaños separados del análisis de granulometría. Para la determinación de todos los otros ensayos y para la evaluación de la resistencia a la compresión se usan los mismos especímenes de ensayo ya que la evaluación de cada uno no afecta las características de los mismos, por consiguiente se debe garantizar que los especímenes estén libre de impurezas o materiales que los pueda afectar.<sup>18</sup>

### **9.1 NOMENCLATURA DE LOS MATERIALES**

CT: Concreto translucido

CV: Concreto convencional de 3000 PSI

---

<sup>18</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Práctica para la toma de muestras de agregados. NTC 129: Bogotá D.C.:1994,13 p.

## **9.2 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS**

Los dos tipos de muestras de Concreto (CV), la primera de Concreto Convencional de 3000 Psi se reunieron un total de 24 muestras de las cuales se tienen 16 muestras que no presentaron ningún tipo de alteración con una resistencia de 3000 Psi de los cuales se sometieron a curado bajo inmersión para garantizar su resistencia por encima de los 3000 Psi , el segundo tipo de concreto es el Concreto Translucido (CT) del cual se ensayan 24 muestras en las cuales presentan homogeneidad 18 de las muestras presentando resistencias por encima de los 3000 Psi y menores de los 4000 Psi , en las cuales no se le ejecuta ningún tipo de curado, solo se aislaron las muestras y se deja que se sequen de forma natural

### **9.2.1 Obtención de muestras de concreto.**

Para la fundición de las muestras de concreto convencional y translucido se tienen que tener en cuenta los cuidados y sugerencias establecidas por la norma NTC 550 de acuerdo a ella conocemos un criterio paso a paso de la realización de muestras de especímenes en concreto. Donde nos indica que los moldes deben cumplir los requisitos establecidos por la norma ASTM C 470, el cual habla que los moldes para encofrado vertical deben ser en un material que no reaccionen con el concreto que contenga el material sin alteración alguna<sup>14</sup>, y una sustancia desencofrante en este caso (ACPM) para el concreto convencional y para el concreto Translucido se toma como material desencofrante un producto de la cera industrial de baja viscosidad<sup>14</sup>

### **9.2.2 Especímenes moldeados cilíndricamente**

los cilindros de ensayo se deben fundir de acuerdo con los requisitos para ensayos de especímenes a compresión establecidos en las NTC 1377 (ASTM C192) o NTC 550 (ASTM C31). Los especímenes deben cumplir con las especificaciones de curado y a la edad para la cual la información de elasticidad se desea. Los especímenes se deben ensayar dentro de la hora que transcurre desde el momento en que se remueven del cuarto de curado o almacenamiento. Los especímenes sacados del cuarto de curado para su ensayo, se deben mantener en condiciones de humedad mediante el uso de una tela húmeda que los cubra durante el tiempo que transcurra hasta la realización del ensayo.

### **9.2.3 Vaciado de las muestras.**

El vaciado del Concreto Convencional debe hacerse sobre estos moldes en tres capas las cuales son compactadas con una varilla establecida por la norma ASTM C 470, esto con el fin de garantizar la homogeneidad de la muestra, después de

hacer el vaciado con las tres capas perfectamente compactadas se golpea el molde con un mazo de goma para liberar la muestra de burbujas de aire que estén aprisionadas.

El vaciado del Concreto Translucido debe hacerse sobre estos moldes en una capa la cual se deja mezcla con anterioridad y se deja que la mezcla aumente su viscosidad en donde se pretende evitar la segregación del agregado (vidrio) para que la muestra sea completamente homogénea , después de hacer el vaciado en una capa perfectamente viscosa se golpea el molde con un mazo de goma para liberar la muestra de burbujas de aire que estén aprisionadas.

#### **9.2.4 Desencofrado de las muestras.**

Las muestras de Concreto Convencional deben ser desencofradas después de 24 horas, cuando ya tengan la firmeza suficiente esto con el fin de no alterar las muestras ocasionándoles fisuras o dañando su forma cilíndrica perfecta, se deben marcar las muestras con el fin de saber la fecha de fundición y el tipo de concreto utilizado..

Las muestras de Concreto Translucido deben ser desencofradas después de 5 horas, debido a que adquieren la firmeza suficiente por sus tiempos de fraguado cortos esto se busca con el fin de no alterar las muestras ocasionándoles fisuras o dañando su forma cilíndrica perfecta, se deben marcar las muestras con el fin de saber la fecha de fundición y el tipo de concreto utilizado.

---

<sup>19</sup> ASTM C 470, standar specification for molds for forming concrete test cilynders vertically.Guatemala, 1998.pag 7.

### **9.2.5 Curado de las muestras.**

Para esta investigación se sometieron las muestras de Concreto Convencional a un solo tipo de curado el cual fue por inmersión (tanques de agua), se tomaron el total de las muestras para introducirlas en tanques de agua garantizando que quedaran totalmente sumergidas. Mientras que el Concreto Translucido también tiene un solo tipo de curado el cual fue por aireación (muestra se seca naturalmente) en la cual se busca que el material no tenga ninguna alteración por contacto de otra sustancia





### **9.2.6 Ensayos.**

Para el inicio de la toma de datos se toma una muestra de cada tipo de Concreto (Convencional o Translucido), y se llevan a la falla, esto con el fin de conocer el  $f'_c$  máximo y así mismo calcular el 40 % de la resistencia a la compresión, que nos servirá para realizar el ensayo de módulo de elasticidad y relación de Poisson. Cabe resaltar que solamente se ensayan al 40% de su resistencia con el fin de garantizar que el concreto permanezca en su límite elástico y no sufra deformaciones permanentes.

## 10. CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL

En la elaboración del concreto translucido CT se utilizó los siguientes materiales los cuales fueron caracterizados en el laboratorio véase tabla 3





**Tabla 3.** Materiales utilizados en el concreto translucido.

MATERIAL	CARACTERISTICAS
<b>Vidrio</b> 	Densidad: 2.42 g/cm <sup>3</sup> Características: Duro-frágil -trasparente, amorfo Componentes : arena de sílice, carbonato de sodio, caliza Granulometría : pasa tamiz ¾" y retenido tamiz N4°
<b>Acrílico</b> 	Densidad: 1.20 g /cm <sup>3</sup> Características: Polvo, color blanco, partículas y en estado líquido material viscoso incoloro.  Componentes: Propano di fenol
<b>Epiclorohidrina</b> 	Densidad : 1.20 g/cm <sup>3</sup> Características : líquido incoloro, olor picante, reactivo con ácidos Componentes : cloro, epoxi propano
<b>Caocobalto</b> 	Densidad : --- Características : líquido color azul rey , sin olor , catalizador de la epiclorohidrina Componentes : cobalto líquido

Fuente: autores.

En la elaboración del concreto convencional CV se utilizó los siguientes materiales los cuales fueron caracterizados en el laboratorio véase tabla 4

**Tabla 4.** Materiales utilizados para un concreto de 3000 PSI.

MATERIAL	CARACTERISTICAS
<p><b>Cemento</b></p> 	<p>Densidad : 2.9 g/cm<sup>3</sup>            Características : polvo compuesto color gris            Componentes : caliza , ceniza , Clinker , escoria de alto horno y piedras puzolanas</p>
<p><b>Agregado Grueso</b></p> 	<p>Densidad : 1.72 g/cm<sup>3</sup>            Características: Piedra rugosa, piedra lisa o gravas angulares            Componentes: Piedras            Absorción : 1.78 %            Granulometría : tamaños mayores al Tamiz N°4</p>
<p><b>Agregado fino</b></p> 	<p>Densidad : 1.93 g/cm<sup>3</sup>            Características: Piedra rugosa, piedra lisa o gravas angulares            Componentes: Arenas Naturales o Manufacturadas            Absorción : 2.04 %            Granulometría: tamaños mayores al Tamiz: pasa 3/8" y es retenido en el tamiz numero 200.</p>
<p><b>Agua</b></p> 	<p>Densidad : 1 g/cm<sup>3</sup>            Características : liquido incoloro, sin olor, sin sabor            Componentes : Átomos de Hidrogeno y oxigeno</p>

Fuente: autores.

Estos materiales fueron debidamente pesados y medidos en el laboratorio para poder así diseñar un concreto de 3000 PSI como se observa en el diseño de mezcla Tabla 5.

## **11 .DISEÑO DE MEZCLA**

El diseño de mezcla de Concreto Convencional se realizó mediante el procedimiento de dosificación de mezclas de American Concrete Instituto (ACI)<sup>16</sup> que es aplicable al concreto de peso normal.

El método descrito proporciona una aproximación preliminar de las cantidades de materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, que luego deben ser verificadas mediante mezclas de prueba en el laboratorio o en el campo y efectuar los ajustes que sean necesarios con el objetivo de lograr las características deseadas en el concreto fresco y endurecido.

El documento ACI 211.1 se resume el procedimiento de diseño de mezclas de concreto, en 9 pasos que son elección del revenimiento, elección del tamaño máximo de agregado, cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire, selección de la relación agua- cemento, cálculo del contenido de cemento, estimación del contenido de agregado grueso, estimación del contenido de agregado fino, ajuste por humedad del agregado y ajustes en las mezclas de prueba.

El Concreto Translucido se realizó mediante el procedimiento de dosificación de mezclas por volumen que se determinó por métodos experimentales con el material que hace parte de los antecedentes del mismo , debido a que la materia prima de este tipo de concreto se encuentra en estado líquido y las cantidades de los catalizadores se manejan por porcentaje de volumen de resina acrílica , los agregados de este concreto se determinan de acuerdo a ensayos realizados anteriormente comparados con diferentes tipos de agregados (piedra blanca y agregado de peña) en los cuales el vidrio tuvo un buen comportamiento mecánico y una mejor adherencia con las resinas epoxicas .

---

<sup>20</sup>THE AMERICAN CONCRETE INTITUTE. Procedimiento para el diseño de mezclas de hormigón.(ACI 2.3);Perú 1955

## 11.1 DISEÑO DE MEZCLA (CONCRETO DE 3000PSI) CV

**Tabla 5.** Diseño de mezcla para concreto de 3000PSI-CV

<b>Diseño de mezcla para un concreto de 3000 PSI</b>			
<b>Estimación del agua de mezclado</b>		<b>Tamaño máximo del agregado, en pulg.</b>	
Asentamiento		0.5	
mm	cm	Agua de mezclado, en kg/m <sup>3</sup> de concreto	
100	10	203	
<b>Determinación de la resistencia a compresión del diseño</b>		Relación agua-cemento en peso	
f <sub>c</sub>	Unidad	0.55	
210	kg/cm <sup>2</sup>		
Tipo de cemento		Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	
Portland tipo III		2908	
<b>Agregado grueso</b>		<b>Agregado fino</b>	
Peso específico seco kg/m <sup>3</sup>	2540	Peso específico seco kg/m <sup>3</sup>	1790
Peso unitario compactado seco kg/m <sup>3</sup>	1785.2	Módulo de fineza	2.8
Porcentaje de absorción %	2.50	Porcentaje de absorción %	0.6
Porcentaje de humedad %	1.73	Porcentaje humedad %	3.83
Volumen del agua	0.203		
Volumen del cemento	0.115		
Volumen del agregado grueso	0.350		
volumen del aire	0.055		
Total	0.724		
Volumen absoluto de la arena	0.275		
<b>Peso seco y volumen absoluto de cada material por m<sup>3</sup> de concreto.</b>			
<b>Material</b>	<b>Peso seco kg/m<sup>3</sup>.</b>	<b>Peso específico g/cm<sup>3</sup>.</b>	<b>Volumen absoluto l/m<sup>3</sup>.</b>
Cemento.	338.333	2932	0.115
Agua.	203	1	0.203
Contenido de aire.	0	0	0.055
Agregado grueso	940.5	2680	0.350
Agregado fino.	508.342	1844	0.275
<b>TOTAL</b>	<b>1990.175</b>		<b>1</b>

<b>Material</b>	<b>Peso Kg</b>	<b>Peso g</b>
Cemento	19.476	19476.621
Agua	11.685	11685.972
Agregado grueso	54.141	54141.169
Agregado fino	29.263	29263.431

Bultos de cemento	0.458273439
-------------------	-------------

<b>Material</b>	<b>Volumen</b>	<b>Dosificación K</b>
Cemento	0.00664	1
Agua	0.01168	1.7592
Agregado grueso	0.00316	0.4766
Agregado fino	0.02020	3.0411
Total	0.04169	

Volumen de mezcla total	0.057566368
-------------------------	-------------

Longitud (m)	0.2
Radio (m)	0.05
Volumen Cilindro (m <sup>3</sup> )	0.001570796
<b>Total Cilindros</b>	<b>Volumen total</b>
4 X DIA 16 ESPECIMENES DE CONCRETO	0,02513274

## 11.2 Diseño De Mezcla (CONCRETO TRASLUCIDO)

**Tabla 6.** Días de ensayo contra porcentaje de catalizador a 24 horas y 7 días.

<b>DIAS DE ENSAYO CONTRA PORCENTAJE DE MATERIALES</b>									
DIAS/MATERIALES	unidad	24 Horas				7 Días			
Codigo	%	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8
Agregado	%	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4
Catalizador 1	%	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Catalizador 2	%	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Acrílico	%	34,06	34,06	34,06	34,06	34,06	34,06	34,06	34,06
Total de materiales	%	100	100	100	100	100	100	100	100
Total		1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: autores

**Tabla 7.** Días de ensayo contra porcentaje de catalizador a 14 y 28 días.

DIAS/MATERIALES	unidad	14 Días				28 Días			
Código	%	CT9	CT10	CT11	CT12	CT13	CT14	CT15	CT16
Agregado	%	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4
Catalizador 1	%	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Catalizador 2	%	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Acrílico	%	34,06	34,06	34,06	34,06	34,06	34,06	34,06	34,06
Total de materiales	%	100	100	100	100	100	100	100	100
Total		1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: autores.

### 11.3 DIMENSIONAMIENTO DE PROBETAS

Las probetas deben estar dimensionadas de la siguiente manera: un diámetro de 50.8 mm por una altura de 101.6 mm lo cual genera una relación uno dos como lo especifica la norma.

Los moldes utilizados para la elaboración de las probetas de concreto translucido y concreto convencional deben ser de metálicas con su respectiva base para garantizar la uniformidad de las probetas, deben ser muy resistentes como para soportar las condiciones del trabajo de moldeado y tener la forma de un cilindro recto de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas mm de alto (figura 2) para que se pueda ajustar a la maquina Humboldt y a los Deformímetros que tienen medidas estándares (figura 3).

**Figura 3.** camisa para fundición de concreto de 4 pulgadas de diámetro y altura de 8 pulgadas.



Fuente: autores.

En nuestra fase experimental se van a conseguir moldes metálicos para fundición de las probetas acrílico-vidrio del concreto translucido y concreto convencional de 3000 PSI.



**Figura 4.** Deformímetros horizontal y vertical para medir los módulos de Poisson  
Fuente: autores.

## 12. RESULTADOS

Para el siguiente análisis de datos de la investigación se tomaron 2 tipos de muestras, 16 de Concreto Convencional y 16 de Concreto Translucido, en donde se hicieron los diferentes muestreos de concretos de 21 Mpa, donde se obtuvieron un total de 32 muestras 16 por cada Tipo de Concreto , las cuales fueron sometidas al proceso investigativo mencionado en el capítulo anterior, por consiguiente se anuncian los siguientes resultados.

Cabe resaltar que en nuestro análisis no serán tenidos en cuenta valores que sean atípicos con respecto a los obtenidos o que generen incongruencias con los resultados esperados. Por lo cual en algunas de nuestras tablas no serán tenidos en cuenta estos valores.

### 12.1 RESULTADOS DE COMPRESIÓN

Se muestran los resultados de las pruebas realizadas al concreto así como la evolución de la resistencia a diferentes edades de especímenes cilíndricos de concreto sometidos a ensayos de compresión simple.

Mediciones tomadas en el laboratorio antes de efectuar el ensayo a compresión las cuales sirven para determinar el esfuerzo y la densidad de cada muestra.

**Tabla 8** Resistencia a compresión de cilindros de Concreto Convencional y Translucido.

TIPO DE CONCRETO	ESPECIMEN	TIPO DE CURADO	Edad (Días)	DIMENSIONES		CARGA DE FALLA (KN)	ESFUERZO DE FALLA (f'c)	
				DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)		MPA	PSI
concreto translucido	CT1	al aire	1,00	10,23	20,28	150,00	18,40	2.665,60
concreto translucido	CT2	al aire	1,00	10,10	19,30	165,00	21,40	3.097,40
concreto translucido	CT3	al aire	1,00	10,25	19,52	162,00	20,40	2.960,70
concreto translucido	CT4	al aire	1,00	10,10	17,52	167,00	23,30	3.382,20
concreto translucido	CT5	al aire	7,00	10,23	19,50	169,00	21,40	3.098,40
concreto translucido	CT6	al aire	7,00	10,20	19,90	170,00	21,20	3.077,80

concreto translucido	CT7	al aire	7,00	10,26	19,80	168,30	20,90	3.037,70
concreto translucido	CT8	al aire	7,00	10,27	19,70	169,00	21,10	3.059,00
concreto translucido	CT9	al aire	14,00	10,28	20,10	206,00	25,30	3.665,40
concreto translucido	CT10	al aire	14,00	10,18	18,90	190,00	24,80	3.591,80
concreto translucido	CT11	al aire	14,00	10,15	19,20	201,00	26,00	3.766,20
concreto translucido	CT12	al aire	14,00	10,25	20,01	204,00	25,20	3.655,60
concreto translucido	CT13	al aire	28,00	10,20	20,10	252,00	31,20	4.526,20
concreto translucido	CT14	al aire	28,00	10,16	20,20	261,00	32,30	4.691,40
concreto translucido	CT15	al aire	28,00	10,01	19,65	246,00	31,70	4.601,80
concreto translucido	CT16	al aire	28,00	10,13	20,50	265,00	32,60	4.724,10
concreto convencional	CV1	inmersión	1,00	10,12	19,00	14,10	1,80	267,30
concreto convencional	CV2	inmersión	1,00	10,10	9,00	18,25	4,10	593,70
concreto convencional	CV3	inmersión	1,00	10,20	19,70	15,30	1,90	279,20
concreto convencional	CV4	inmersión	1,00	10,25	18,70	22,10	2,90	417,80
concreto convencional	CV5	inmersión	7,00	10,30	19,85	110,00	13,60	1.972,20
concreto convencional	CV6	inmersión	7,00	10,17	19,80	125,00	15,70	2.280,30
concreto convencional	CV7	inmersión	7,00	10,15	19,45	114,00	14,60	2.114,30

concreto convencional	CV8	inmersión	7,00	10,12	19,30	133,00	17,20	2.490,70
concreto convencional	CV9	inmersión	14,00	10,11	19,52	130,00	16,70	2.415,60
concreto convencional	CV10	inmersión	14,00	10,12	19,52	144,00	18,40	2.672,60
concreto convencional	CV11	inmersión	14,00	10,20	19,80	137,00	17,20	2.490,30
concreto convencional	CV12	inmersión	14,00	10,25	19,90	149,00	18,50	2.681,80
concreto convencional	CV13	inmersión	28,00	10,15	19,60	170,00	21,60	3.133,70
concreto convencional	CV14	inmersión	28,00	10,11	19,85	169,00	21,40	3.098,70
concreto convencional	CV15	inmersión	28,00	10,22	20,05	174,00	21,50	3.124,10
concreto convencional	CV16	inmersión	28,00	10,20	19,20	177,00	22,70	3.296,80

Fuente: autores.

En la tabla 8 podemos evidenciar el cálculo de los esfuerzos a los que estuvieron sometidos los cilindros hasta la falla en diferentes unidades, estos cálculos se obtuvieron de manera analítica a partir de la carga de falla registrada en la máquina de ensayo.

A todas las muestras anteriores se promedia los esfuerzos por día como se puede observar en la (Tabla 8).

**Tabla 9.** Promedio de los esfuerzos por día del concreto translucido.

Días	Esfuerzo PSI
1	3026,5
7	3068,2
14	3669,7
28	4635,9

Fuente: autor

**Tabla 10.** Promedio de los esfuerzos por día del concreto convencional de 3000 psi.

Días	Esfuerzo PSI
1	389,5
7	2214,4
14	2565,1
28	3163,3

Fuente: autores

Figura 6. Probetas de CT sin alterar y tipo de fallamiento



Fuente: autores

## 12.2 CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD SEGÚN NSR-10.

Tal cual como plantea la norma NSR-10, el cálculo del módulo de elasticidad está definido por la ecuación  $\sqrt{4700 f'c}$ , siendo E el módulo de elasticidad y  $f'c$  la resistencia a la compresión de las muestras en concreto.

De tal manera se hace necesario hacer el cálculo de los valores de módulo de elasticidad de manera analítica, haciendo énfasis en lo dicho anteriormente, por lo cual se presenta el siguiente cuadro de resultados. El módulo de elasticidad teórico solo se aplica para el concreto convencional debido a que es una formula general ajustada solo para concretos.

**Tabla 11.** Calculo de módulos de Young en cilindros de Concreto Convencional y Translucido.

TIPO DE CONCRETO	ESPECIMEN	EDAD (Días)	CARGA DE FALLA (Mpa)	MODULO DE ELASTICIDAD TEORICO (4700* $\sqrt{f'c}$ )	MODULO DE ELASTICIDAD EXPERIMENTAL (Mpa)
concreto translucido	CT1	1,00	18,40	-	15904
concreto translucido	CT2	1,00	21,40	-	13160
concreto translucido	CT3	1,00	20,40	-	16249
concreto translucido	CT4	1,00	23,30	-	15324
concreto translucido	CT5	7,00	21,40	-	24362
concreto translucido	CT6	7,00	21,20	-	23345
concreto translucido	CT7	7,00	20,90	-	20354
concreto translucido	CT8	7,00	21,10	-	22263
concreto translucido	CT9	14,00	25,30	-	21685
concreto translucido	CT10	14,00	24,80	-	18296

concreto translucido	CT11	14,00	26,00	-	20644
concreto translucido	CT12	14,00	25,20	-	19030
concreto translucido	CT13	28,00	31,20	-	23824,23
concreto translucido	CT14	28,00	32,30	-	21224
concreto translucido	CT15	28,00	31,70	-	21045
concreto translucido	CT16	28,00	32,60	-	21071
concreto convencional	CV1	1,00	1,80	6381,1	5125
concreto convencional	CV2	1,00	4,10	9509,5	7850,3
concreto convencional	CV3	1,00	1,90	6521,4	5682,1
concreto convencional	CV4	1,00	2,90	7977	6321,2
concreto convencional	CV5	7,00	13,60	17331,3	16521,3
concreto convencional	CV6	7,00	15,70	18635,8	17032,2
concreto convencional	CV7	7,00	14,60	17944,8	17205,1
concreto convencional	CV8	7,00	17,20	19476,9	15422
concreto convencional	CV9	14,00	16,70	19181	18483

concreto convencional	CV10	14,00	18,40	20175,4	19562
concreto convencional	CV11	14,00	17,20	19475,3	18945,5
concreto convencional	CV12	14,00	18,50	20210	19738,7
concreto convencional	CV13	28,00	21,60	21846,7	21235,9
concreto convencional	CV14	28,00	21,40	21724,4	20945,3
concreto convencional	CV15	28,00	21,50	21813,1	21105,8
concreto convencional	CV16	28,00	22,70	22408,2	21896,4

*Fuente: Autor*

### 12.3 CÁLCULO DEL MÓDULO DE POISSON SEGÚN NTC 4025

Esta norma proporciona una relación de esfuerzo a deformación y una relación de Deformación lateral a longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad y condiciones de curado establecidas. Los valores de módulo de elasticidad y relación de *Poisson*, aplicables dentro del intervalo de esfuerzos de trabajo (0 % a 40 % de la resistencia última del concreto).

**Tabla 12.** Cálculo de Módulos de Poisson de cilindros de Concreto Convencional y Translucido.

TIPO DE CONCRETO	ESPECIMEN	DIAS	TIPO DE CURADO	ESFUERZO DE FALLA (f'c)		COEFICIENTE DE POISSON
				MPA	PSI	
concreto translucido	CT1	1	al aire	18,40	2.665,60	0,0124
concreto translucido	CT2	1	al aire	21,40	3.097,40	0,0245
concreto translucido	CT3	1	al aire	20,40	2.960,70	0,0191
concreto translucido	CT4	1	al aire	23,30	3.382,20	0,0150
concreto translucido	CT5	7	al aire	21,40	3.098,40	0,1250
concreto translucido	CT6	7	al aire	21,20	3.077,80	0,1170
concreto translucido	CT7	7	al aire	20,90	3.037,70	0,1060
concreto translucido	CT8	7	al aire	21,10	3.059,00	0,1080
concreto translucido	CT9	14	al aire	25,30	3.665,40	0,2580
concreto translucido	CT10	14	al aire	24,80	3.591,80	0,2340

concreto translucido	CT11	14	al aire	26,00	3.766,20	0,2400
concreto translucido	CT12	14	al aire	25,20	3.655,60	0,2430
concreto translucido	CT13	28	al aire	31,20	4.526,20	0,2980
concreto translucido	CT14	28	al aire	32,30	4.691,40	0,3140
concreto translucido	CT15	28	al aire	31,70	4.601,80	0,3070
concreto translucido	CT16	28	al aire	32,60	4.724,10	0,3020
concreto convencional	CV1	1	inmersión	1,80	267,30	0,0010
concreto convencional	CV2	1	inmersión	4,10	593,70	0,0011
concreto convencional	CV3	1	inmersión	1,90	279,20	0,0018
concreto convencional	CV4	1	inmersión	2,90	417,80	0,0030
concreto convencional	CV5	7	inmersión	13,60	1.972,20	0,0500
concreto convencional	CV6	7	inmersión	15,70	2.280,30	0,0610
concreto convencional	CV7	7	inmersión	14,60	2.114,30	0,0410
concreto convencional	CV8	7	inmersión	17,20	2.490,70	0,0550
concreto convencional	CV9	14	inmersión	16,70	2.415,60	0,1200

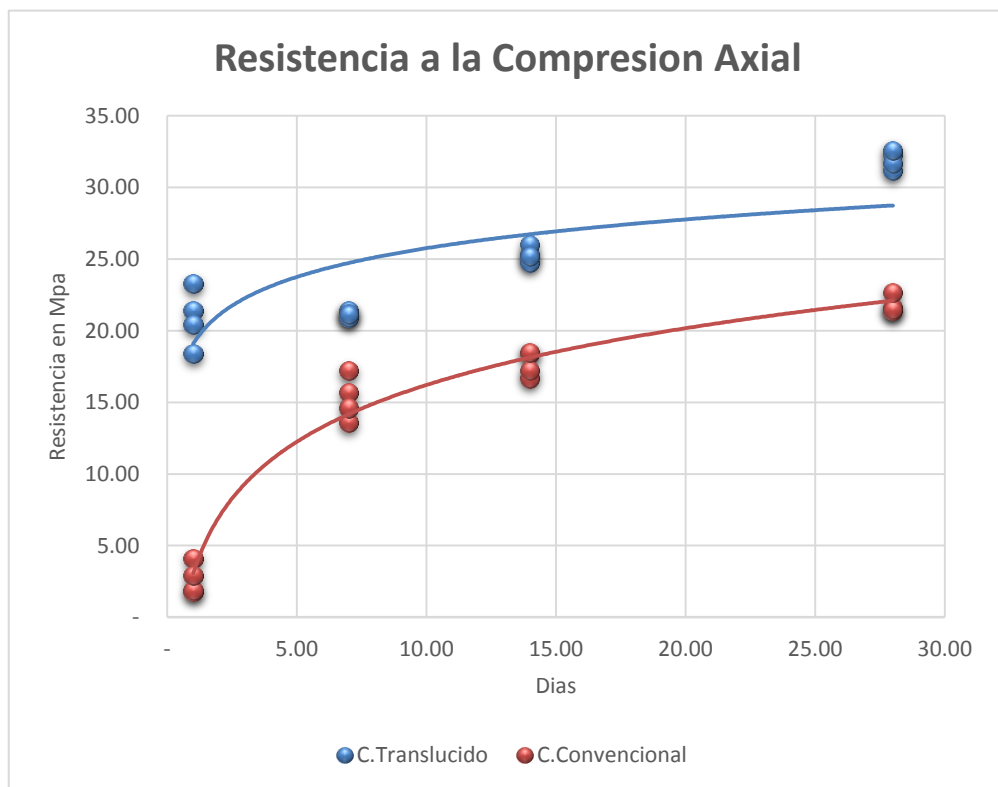
concreto convencional	CV10	14	inmersión	18,40	2.672,60	0,1440
concreto convencional	CV11	14	inmersión	17,20	2.490,30	0,1230
concreto convencional	CV12	14	inmersión	18,50	2.681,80	0,1540
concreto convencional	CV13	28	inmersión	21,60	3.133,70	0,2560
concreto convencional	CV14	28	inmersión	21,40	3.098,70	0,2040
concreto convencional	CV15	28	inmersión	21,50	3.124,10	0,1980
concreto convencional	CV16	28	inmersión	22,70	3.296,80	0,2010

### 13. ANALISIS DE RESULTADOS

#### 13.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Los datos referenciados en la tabla 8. Consolidan los valores resistencia a la compresión que tuvieron las 32 muestras falladas para la presente investigación. Por consecuente, se dan a conocer las siguientes graficas de análisis.

**Gráfica 3.** Resistencia a compresión vs días del concreto translucido (CT) y el concreto convencional (CV) de 3000 psi (21 Mpa)



Fuente: autores.

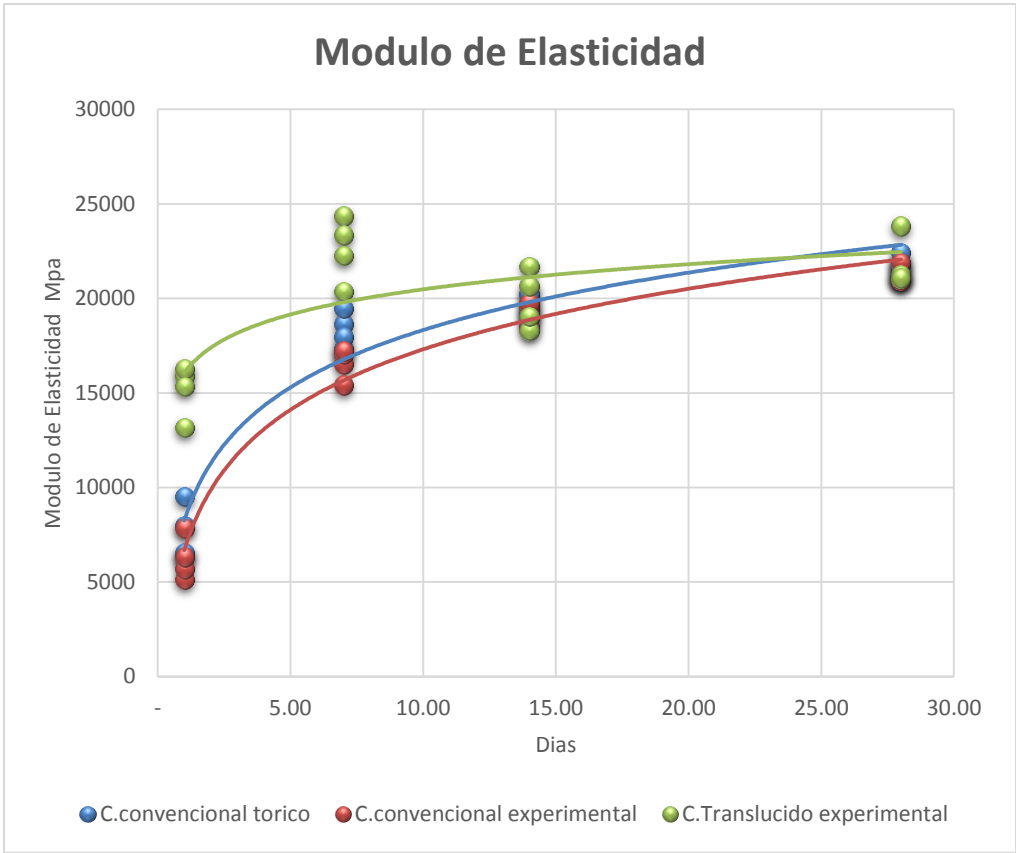
De la gráfica anterior se evidencia que el valor de la resistencia a la compresión para concretos convencionales de 21 MPa está entre los 18 MPa y los 22 MPa teniendo una variación de hasta un 10 %, para una edad de 28 días, siendo así una diferencia pequeña, de la cual se ve que tuvo una resistencia similar a la resistencia de diseño, sin embargo a medida que la edad de los especímenes aumenta, su resistencia toma características similares ya que se encontró una diferencia a los 28 días está entre los 20 MPa y los 23 Mpa siendo así una variación de tan solo un 11 %.

De la gráfica anterior se evidencia que el valor de la resistencia a la compresión para concretos Translucidos con una resistencia de 21 Mpa hasta 28 Mpa teniendo una variación de hasta un 6 %, para una edad de 28 días, siendo así una diferencia pequeña, de la cual se ve que tuvo una resistencia similar a la resistencia de diseño, sin embargo los especímenes son de fraguado rápido por lo cual el Concreto Translucido demuestra que sus características de resistencia son altas a edades cortas.

**13.2 MÓDULO DE ELASTICIDAD**

Los datos referenciados en la tabla 11. Consolidan los valores resistencia a la compresión que tuvieron las 32 muestras falladas para la presente investigación. Por consiguiente, se da a conocer la siguiente grafica de análisis.

*Gráfica 4. Modulo de Elasticidad vs días del concreto translucido (CT) y el concreto convencional de 3000 psi (21 Mpa)*

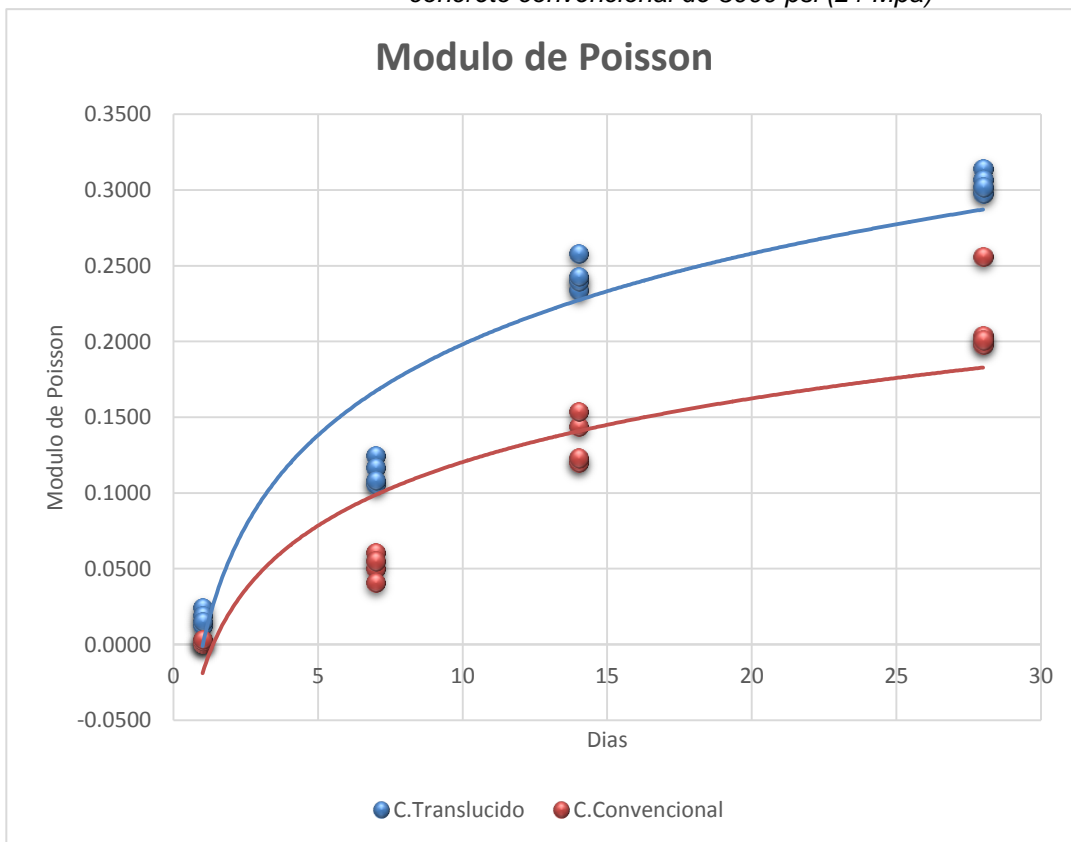


En la gráfica anterior se puede evidenciar que la mayoría de las muestras tienen un valor de módulo de elasticidad de más de los 21000 MPa, sin embargo la el 83% de las muestras tiende al aumento del módulo de elasticidad a medida que aumenta su edad de curado, sin importar su tipo de curado, el Concreto Translucido evidencia que tiene un módulo de elasticidad alto a edades tempranas debido a que es un polímero y su resistencia es mayor que la del Concreto Convencional. No obstante el Modulo de Elasticidad del translucido está por encima de los 22.000 Mpa lo cual nos permite decir que el modulo es tiene una rango aceptable para concretos.

### 13.3 MÓDULO DE POISSON

Los datos referenciados en la tabla 12. Consolidan los valores resistencia a la compresión que tuvieron las 32 muestras falladas para la presente investigación. Por consiguiente, se da a conocer la siguiente grafica de análisis.

**Gráfica 5.** Modulo de Poisson vs días del concreto translucido (CT) y el concreto convencional de 3000 psi (21 Mpa)



Fuente: autores

Como se evidencia en la gráfica los valores de la relación de Poisson para Concreto convencional que oscilan en el día 28 entre 0.192 y 0.201 teniendo así una variación del 5% entre ellos, lo cual es lo que se espera sabiéndose que se tienen concretos diseñados para la misma resistencia, y para lo cual se esperaba que los concretos curados a inmersión predominaran en su homogeneidad, y así mismo que las muestras de Concreto Translucido oscilan en el día 28 entre los 0.29 y 0.32 tienen así una variación del 9% el cual lo hace muy variable para su diseño y su módulo de Poisson es muy alto el cual se evidencia que es un material de grandes deformaciones.

Las muestras dan evidencia que el comportamiento de las probetas de concreto translucido tienen una deformación alta, tanto como vertical y horizontal de la cual se tiene como evidencia módulos de Poisson cercanos a valores de 0,33 lo cual indica que el materia se deforma en cantidades más grande horizontalmente con respecto a las verticales pero igual manteniendo una tendencia similar.

Del concreto convencional se ve un comportamiento estándar en la cual no superó los valores 0,20 que establece la norma a los 28 días de edad siendo completamente funcional.

## 14. CONCLUSIONES

- Se compara las propiedades elásticas (módulo de Young y Poisson) para concreto convencional y concreto translucido de 3000 PSI (21 Mpa), obteniendo resultados para el módulo de Young en edades tempranas (7 días) rangos de 15000 Mpa y 20000 Mpa respectivamente, de igual manera en edades maduras (28 días) rangos de 22000 Mpa y 23000 Mpa, así mismo para el módulo de Poisson rangos a edades tempranas (7 días) entre 0,10 y 0,16 y a edades maduras (28 días) 0,19 y 0,27 respectivamente.
- Se determina la variación en porcentaje de los módulos de Young entre el concreto convencional y el concreto translucido del 4,34% , así mismo la variación en porcentaje del modulo de Poisson entre el concreto convencional y el concreto translucido del 29,62%.

## **15. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda de acuerdo con los resultados obtenidos que el concreto translucido tiene módulos de Poisson muy altos lo cual nos quiere decir que el material no es apto para un uso estructural debido a que al sometimiento de cargas grandes él se deforma en grandes cantidades sin fallarse por ende el material se propone como un material de tipo arquitectónico.

Para futuras investigaciones se pueden proyectar hacia la búsqueda del diseño de mezcla más óptimo y aplicaciones arquitectónicas del mismo, gracias a sus tiempos de fraguado rápidos y la manejabilidad del mismo para la elaboración de concreto translucido, variando las cantidades de los catalizadores uno y dos.

## 16. CRONOGRAMA.

**Tabla 12.** Cronograma de actividades.

TIPO DE CONCRETO	ESPECIMEN	dias	FUNDICION	FECHA DE ENSAYO
concreto translucido	CT1	1	03/02/2016	04/02/2016
concreto translucido	CT2	1	03/02/2016	04/02/2016
concreto translucido	CT3	1	03/02/2016	04/02/2016
concreto translucido	CT4	1	03/02/2016	04/02/2016
concreto translucido	CT5	7	03/02/2016	10/02/2016
concreto translucido	CT6	7	03/02/2016	10/02/2016
concreto translucido	CT7	7	03/02/2016	10/02/2016
concreto translucido	CT8	7	03/02/2016	10/02/2016
concreto translucido	CT9	14	03/02/2016	17/02/2016
concreto translucido	CT10	14	03/02/2016	17/02/2016
concreto translucido	CT11	14	03/02/2016	17/02/2016
concreto translucido	CT12	14	03/02/2016	17/02/2016
concreto translucido	CT13	28	03/02/2016	04/03/2016
concreto translucido	CT14	28	03/02/2016	04/03/2016
concreto translucido	CT15	28	03/02/2016	04/03/2016
concreto translucido	CT16	28	03/02/2016	04/03/2016
concreto convencional	CV1	1	03/08/2015	04/08/2015
concreto convencional	CV2	1	03/08/2015	04/08/2015
concreto convencional	CV3	1	03/08/2015	04/08/2015
concreto convencional	CV4	1	03/08/2015	04/08/2015
concreto convencional	CV5	7	03/08/2015	10/08/2015
concreto convencional	CV6	7	03/08/2015	10/08/2015
concreto convencional	CV7	7	03/08/2015	10/08/2015
concreto convencional	CV8	7	03/08/2015	10/08/2015
concreto convencional	CV9	14	03/08/2015	17/08/2015
concreto convencional	CV10	14	03/08/2015	17/08/2015
concreto convencional	CV11	14	03/08/2015	17/08/2015
concreto convencional	CV12	14	03/08/2015	17/08/2015
concreto convencional	CV13	28	03/08/2015	04/09/2015
concreto convencional	CV14	28	03/08/2015	04/09/2015
concreto convencional	CV15	28	03/08/2015	04/09/2015
concreto convencional	CV16	28	03/08/2015	04/09/2015

Fuente: autores

## 17. REFERENCIAS

ASTM C 470, standar specification for molds for forming concrete test cylinders vertically. Guatemala, 1998. pag 7

BENDER Joel y HELLERSTEIN, Jonathan P, Vidri, Ceramica y materiales a Fines.  
GONZÁLEZ CUEVAS, Óscar, Aspectos fundamentales del concreto reforzado, cuarta edición Pg. 31.

<http://noticias.arq.com.mx/Detalles/9882.html#.Vjaei7cveUk>, consulta efectuada el 1 de Septiembre de 2015.

<http://simbiosisgroup.net/4788/concreto-translucido-made-in-mexico>, consulta realizada el 2 de Septiembre de 2015.

[http://www.bdigital.unal.edu.co/7232/1/76328514.\\_2012.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/7232/1/76328514._2012.pdf), Pg 38, consulta realizada el 17 de septiembre de 2015.

<http://www.cmpresinas.com.mx/epiclorhidrina.htm>, consulta realizada el 01 de septiembre de 2015.

<http://www.elconstructorcivil.com/2011/01/concreto-modulo-de-poisson.html>, consulta realizada el 1 de Agosto de 2015.

MONTILLA HOYOS Ary Alain, Medellín, 2012, Tesis concreto translucido de la luz visible a través de morteros con fluorita como agregado fino., 2012, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de minas, Pg 18-19.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Especificaciones de los agregados para concreto. NTC 174. Bogotá D.C.: 1994, 08 p.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Práctica para la toma de muestras de agregados. NTC 129: Bogotá D.C.: 1994, 13 p.

Revista uso del metacaolin reciclado como fibra óptica, P160

THE AMERICAN CONCRETE INTITUTE. Procedimiento para el diseño de mezclas de hormigón. (ACI 2.3); Perú 195

TRIVIÑO TRIVIÑO, Miguel Ángel, Trabajo de diplomada arquitectura interior, Pontificia Universidad Javeriana, Pg. 28

