



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**Trabajo de titulación previa a la obtención del título de Ingeniero  
Civil**

**Diseño de un Hormigón Fluorescente para la señalización de vías terrestres.**

**Autor: Tglo. Edison Fernando Granja Bolaños**

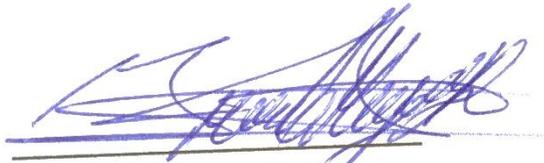
**Director: M.Sc. Ing. Juan Carlos Moya**

**Quito, octubre 2014**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero Juan Carlos Moya, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema: **“DISEÑO DE UN HORMIGÓN FLUORESCENTE PARA LA SEÑALIZACION DE VIAS TERRESTRES”** del estudiante **Edison Fernando Granja Bolaños** alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, octubre del 2014.



EL TUTOR

M.Sc. Ing. Juan Carlos Moya

C.I. 1710919083

## **AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACION**

Yo, Edison Fernando Granja Bolaños, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y, que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, sin restricción de ningún género o especial.

Quito, octubre del 2014.



.....  
Tesista  
Tglo. Edison Granja  
CI: 1712687571

## DEDICATORIA

*El presente trabajo investigativo quiero agradecer a Dios por haberme guiado, protegido, por darme la fuerza de voluntad ante las adversidades, la confianza, la determinación para seguir adelante y haber alcanzado uno de mis mayores propósitos en la vida.*

*A mis padres por su dedicación y sacrificio para darme todo lo que necesité en esta etapa de mi vida, todo lo que soy se los debo a ustedes y este logro es también suyo, por su comprensión y apoyo en todo momento.*

*A mis hermanos que con su apoyo incondicional y sus consejos me llevaron a culminar esta etapa de mi vida.*

*A mis sobrinos y sobrinas el agradecimiento ya que con la alegría que me dan me hacen más placentera la vida.*

*A mis cuñados gracias por los consejos del día a día y por brindarme su apoyo.*

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer a Dios que por su divina voluntad me ha permitido culminar con éxito esta etapa de mi vida y dedicar este trabajo a mis padres Hugo Granja y Fanny Bolaños, por inculcarme siempre buenos valores, guiarme cuando lo necesité y darme todo su amor; sin el apoyo y la confianza de ustedes no creo que hubiese llegado hasta aquí, gracias por ser mis padres los quiero.*

*A mis hermanos Christian y Paulina que con su afán, sacrificio, confianza y sus sabios consejos me han enseñado que todo lo que uno quiere en la vida lo puede lograr sin límite de tiempo con esfuerzo y perseverancia y debido a esto fue posible la culminación de esta etapa, que me ha forjado para un futuro mejor y que pondré al servicio del bien, la verdad y la justicia.*

*Agradezco a toda mi familia por su apoyo, por darme la fortaleza para seguir adelante por su amor y comprensión.*

*A la Universidad Internacional del Ecuador quien abrió las puertas para culminar la carrera a los profesores por su enseñanza día a día y por formarnos como profesionales.*

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
APROBACION DEL TUTOR.....	ii
AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE GRAFICAS.....	xi
INDICE DE IMÁGENES.....	xii
INDICE DE FOTOS.....	xii
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMARY.....	xv
Introducción.....	xvi
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 EL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4 SISTEMATIZACIÓN.....	2
1.5 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	3

1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivo Específico.....	3
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.6.1 Justificación teórica.....	5
1.6.2 Justificación practica.....	5
1.6.3 Justificación de relevancia social.....	5
1.7 HIPOTESIS O IDEA A DEFENDER.....	6
1.7.1 Hipótesis o idea a defender.....	6
1.7.2 Variable independiente.....	6
1.7.3 Variable dependiente.....	6
<b>CAPÍTULO II.EL MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>7</b>
2.1 MARCO REFERENCIAL.....	7
2.1. 1 Marco teórico.....	8
2.1.1.1 Agregado grueso.....	8
2.1.1.2 Agregado fino.....	10
2.1.1.3 Propiedades físico – mecánicas del agregado grueso y agregado fino.....	13
2.1.1.4 Cemento portland IP.....	16
2.1.1.5 Propiedades físicas y mecánicas del cemento.....	17
2.1.1.6 Pigmentos.....	18
2.1.1.7 Método de diseño ACI.....	19
2.1.2 Marco Conceptual.....	21
2.1.2.1 Cohesividad.....	21
2.1.2.2 Compacidad.....	21

2.1.2.3 Consistencia.....	21
2.1.2.4 Densidad.....	22
2.1.2.5 Durabilidad.....	22
2.1.2.6 Exudación del agua de amasado.....	22
2.1.2.7 Fraguado falso.....	23
2.1.2.8 Homogeneidad y uniformidad.....	23
2.1.2.9 Resistencia al desgaste .....	23
2.1.2.10 Trabajabilidad.....	24
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	24
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
3.1 DELIMITACION.....	26
3.1.1 Delimitación espacial.....	26
3.1.2 Delimitación temporal.....	26
3.2 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION.....	26
3.3 TIPOS DE INVESTIGACION.....	27
3.3.1 Investigación explorativa.....	27
3.3.2 Investigación descriptiva.....	27
3.3.3 Investigación bibliográfica y documental.....	28
3.3.4 Investigación experimental.....	28
3.4 POBLACION Y MUESTRA.....	28
3.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION.....	29
3.5.1 Ensayos realizados.....	29
3.5.1.1 Agregado grueso.....	30

3.5.1.2 Agregado fino.....	30
3.5.1.3 Cemento.....	30
3.6 TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANALISIS DEL LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	43
3.6.1 Tabulación de los resultados de los ensayos de los agregados.....	43
3.6.1.1 Diseño de la muestra del hormigón patrón $f'c= 18$ Mpa.....	47
3.6.1.2 Resultado a la compresión del hormigón patrón $f'c= 18$ Mpa.....	49
<b>CAPÍTULO IV. PROPUESTA A LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>51</b>
4.1 METODO PROPUESTO PARA EL DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE.....	51
4.1.1 Método ACI.....	51
4.1.2 Dosificación para el hormigón fluorescente.....	60
4.1.3 Concentración pigmento fluorescente.....	64
4.1.4 Diseño del hormigón fluorescente.....	66
4.2 COMPARACIÓN COSTOS DEL HORMIGÓN PATRÓN Y HORMIGÓN FLUORESCENTE.....	79
4.3 COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN PATRÓN Y HORMIGÓN FLUORESCENTE.....	79
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	80
5.2 RECOMENDACIONES.....	82
Bibliografía.....	98

## ÍNDICE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1 Tamaño de los agregados.....	29
Cuadro N° 2 Propiedades físicas (agregados grueso).....	45
Cuadro N° 3 Propiedades físicas (agregado fino).....	47
Cuadro N° 4 Parámetros de diseño.....	47
Cuadro N° 5 Tabulación de resultados para volúmenes reales de 1m <sup>3</sup> .....	62
Cuadro N° 6 Dosificación en peso.....	63
Cuadro N° 7 Dosificación en volumen.....	63
Cuadro N° 8 Dosificación para 45 kg (3 cilindros).....	64
Cuadro N° 9 Dosificación en peso para un cilindro con pigmento fluorescente.....	65

## ÍNDICE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1 Escalas de color Gardner.....	15
Tabla N° 2 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	51
Tabla N° 3 Tamaño máximo del granulado recomendado para varios tipos de construcción.....	52
Tabla N° 4 Cantidades aproximadas de agua de mezclado que se requiere para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado grueso.....	53
Tabla N° 5 Relaciones agua/cemento máximas permisibles para el hormigón en condiciones de exposición severa.....	56

Tabla N° 6 Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación agua/cemento (*).	58
Tabla N° 7 Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación agua/cemento para cementos Portland Puzolanicos.	59
Tabla N° 8 Volumen aparente seco y compactado de granulado grueso por unidad de volumen de hormigón.	59

## ÍNDICE DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica N° 1 Curva de $f'c$ Vs tiempo hormigón patrón.	50
Grafica N° 2 Curva de $f'c$ Vs tiempo hormigón con pigmento 30g.	68
Grafica N° 3 Curva de $f'c$ Vs tiempo hormigón con pigmento 60g.	68
Grafica N° 4 Curva de $f'c$ Vs tiempo hormigón con pigmento 90g.	69
Grafica N° 5 Curva de $f'c$ Vs tiempo hormigón con pigmento 100g.	69
Grafica N° 6 Curva de $f'c$ Vs tiempo hormigón con pigmento 150g.	70
Grafica N° 7 Curva de $f'c$ Vs tiempo hormigón con pigmento 200g.	70
Grafica N° 8 Curva de $f'c$ Vs tiempo hormigón con pigmento 500g.	71
Grafica N° 9 Resistencia Vs relación a/c en proyección.	73
Grafica N° 10 Curva Resistencia Vs pigmento.	74
Grafica N° 11 Curva de $f'c$ Vs tiempo mortero patrón.	77
Grafica N° 2 Curva de $f'c$ Vs tiempo mortero con pigmento ensayo N° 1.	77
Grafica N° 3 Curva de $f'c$ Vs tiempo mortero con pigmento ensayo N° 2.	78

## ÍNDICE IMÁGENES

	Pág.
Imagen N°1 Hormigón fluorescente con 30g de pigmento.....	71
Imagen N°2 Hormigón fluorescente con 60g de pigmento.....	72
Imagen N°3 Hormigón fluorescente con 90g de pigmento.....	72
Imagen N°3 Hormigón fluorescente con 500g de pigmento.....	72

## ÍNDICE FOTOS

	Pág.
Foto N°1 Mina de Guayllabamba. Máquina trituradora.....	83
Foto N°2 Ensayo de colorimetría en el agregado fino.....	83
Foto N°3 Ensayo de granulometría del agregado Fino.....	83
Foto N°4 Ensayo de granulometría del agregado Grueso.....	84
Foto N°5 Ensayo de densidad aparente agregado grueso compactado.....	84
Foto N°6 Ensayo de densidad aparente agregado fino compactado.....	85
Foto N° 7 Medición del asentamiento en cilindros de prueba hormigón simple.....	85
Foto N° 8 Cilindros de hormigón simple.....	86
Foto N° 9 Preparación del hormigón con pigmento fluorescente.....	86
Foto N° 10 Medición del asentamiento en cilindros de prueba hormigón con pigmento fluorescente.....	87
Foto N° 11 Cilindros de hormigón con pigmento Fluorescente.....	88
Foto N°12 Rotura de Cilindros de hormigón con pigmento Fluorescente.....	88
Foto N°13 Tonalidad del hormigón fluorescente.....	89
Foto N°14 Tonalidad del hormigón fluorescente.....	89
Foto N°15 Tonalidad del hormigón fluorescente.....	90
Foto N° 16 Ensayo de compresión al mortero patrón y con pigmento fluorescente...91	

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración N°1 Pasos para hacer la dosificación de mezcla (Método ACI).....	20

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N°1 Fotos.....	83
Anexo N°2 Especificaciones técnicas del pigmento.....	93

## Resumen

El principal objetivo de desarrollar este trabajo de investigación es con el fin de diseñar un hormigón fluorescente para la señalización de vías terrestres interprovinciales, esto se logra a través del uso de pigmento en polvos.

La incorporación del pigmento se realiza durante la mezcla de los áridos, antes de agregar el cemento y el agua en las dosificaciones calculadas por el método ACI 211.1, la metodología fue fabricar hormigón con fluorescencia con siete porcentajes diferentes, determinando si la adición de pigmento afecta o no en la resistencia a la compresión. Por medio de ensayos realizados, se pudo concluir que el pigmento afecta la resistencia ya que el pigmento actúa dentro de hormigón como impureza y esta clase de pigmento no dio la luminosidad esperada en el hormigón.

**PALABRAS CLAVE:** Hormigón, diseño, dosificación, pigmento, fluorescencia

## Summary

The main objective of this research to develop it with the aim of designing a fluorescent signaling for inter concrete terrestrial routes, this is accomplished through the use of pigment powders.

The incorporation of the pigment takes place during the mixing of the aggregate, before adding the cement and the water in the dosages estimated by the ACI 211.1 method, the concrete manufacturing method with fluorescence was seven different percentages, determining whether the addition of pigment affects or in the compressive strength. Through trials, it was concluded that the pigment affects the strength because the pigment acts as an impurity within concrete and this kind of pigment did not give the expected brightness in the concrete.

**KEYWORDS:** concrete, design, dosing, pigment fluorescence.

## Introducción

La falta de indicadores, el estado en vías terrestres interprovinciales y el desconocimiento de la señalización vial ha ocasionado accidentes que incluso se han perdido vidas humanas.

A pesar del adelanto cultural de los pueblos y de las medidas preventivas de los gobiernos, aún es frecuente accidentes en las vías terrestres de nuestro país.

Por esta razón se propone el diseño de un hormigón fluorescente para la señalización de vías terrestres interprovinciales se detalla a continuación por capítulo la realización del proyecto.

Capítulo I, se buscara la problemática del proyecto, si es o no factible su realización en que área se puede aplicar, se debe justificar en la práctica donde se identifican las variables y se debe cumplir con los objetivos estipulados para el diseño.

Capítulo II, tratará de las directrices adecuadas para la realización del proyecto, las bases teóricas como leyes normas conceptos y se lo desarrollara con fundamentación legal.

Capítulo III, se detallara la metodología, tipos de investigación y técnicas instrumentos para llegar a nuestro diseño del hormigón fluorescente, abarca las propiedades y ensayos de los agregados tanto fino como grueso de la mina de Guayllabamba, realizados bajo las Normas ASTM, INEN para el diseño utilizando el método ACI 211.1 del hormigón patrón.

Capítulo IV se desarrollara la propuesta el diseño en si del hormigón fluorescente, realizados bajo las Normas ASTM, INEN utilizando el método ACI 211.1, donde se

verificara su fluorescencia y su luminosidad para poder ser aplicado como señalización en vías terrestres interprovinciales.

Capítulo V, se obtendrán las recomendaciones y conclusiones adecuadas del proyecto, las mismas que posteriormente serán aprobadas o rediseñadas en futuras investigaciones.

# **CAPITULO I**

## **1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

### **1.1 EL OBJETO DE LA INVESTIGACION**

El hormigón es un material plástico que podemos moldear dándole formas inimaginables y obtener desde superficies con texturas intensas hasta acabados delicadamente pulidos; además puede colocarse en combinación con otros materiales para proporcionar una superficie terminada, la nueva tecnología de los pigmentos a revolucionada al mundo en diversos campos, la mezcla de estos dos materiales puede dar solución en los problemas de señalización vial terrestre.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Es de vital importancia que en las carreteras y vías públicas, se encuentren bien definidas las señales de tránsito, para ordenar eficientemente el tráfico vehicular y peatonal a manera de brindar buen aspecto a las comunidades, el deterioro de la señalización existente en la red vial terrestre en el Ecuador es uno de los factores que influyen en el incremento de los accidentes de tránsito dando como resultado pérdidas de vidas humanas.

La falta concientización a la sociedad de las señales de tránsito es otro factor que influye en los accidentes (de tránsito), por otro lado el deterioro de los materiales utilizados para la señalización vial y la falta de visibilidad sobretodo en la noche es otra causa que se da para los percances.

Otro factor que influye en accidentes en vías es la neblina, se presenta un fenómeno llamado reflectividad de la neblina, es decir el rechazo de la luz de su vehículo por la neblina, se debe a que ésta se encuentra formada por una cantidad de pequeñas gotas que son las que rechazan la luz, la cual regresa directamente hacia los ojos del conductor, dando la misma sensación que un espejo.

En estos casos la luz baja es más eficaz que la luz alta. La ventaja de la luz amarilla o focos anti neblina están situados debajo de los focos corrientes, lo que les permite penetrar la neblina con más facilidad, la neblina al igual que la lluvia al mojar pavimento de las vías, formando una película de agua en extremo deslizante, altamente resbaladiza, sobre la cual pierden la adherencia las mejores llantas.

Cuando el piso de la calzada o vía está húmeda, hay más probabilidades de patinar que cuando está seco. En caso de deslizarse se debe virar las llantas en el sentido o dirección del mismo.

### **1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA**

Las vías terrestres del Ecuador tienen insuficiente señalización vial, por este motivo es causa de accidentes, choques, volcamientos, pérdida de vidas humanas se quiere dar una propuesta para evitar esta clase de accidentes a través de un hormigón fluorescente que en las noches daría mayor visibilidad en las vías terrestres. Sería factible que la señalización tenga renovación con la mezcla de dos materiales como son el hormigón y los pigmentos de fluorescencia, y así poder mejorar la señalización.

### **1.4 SISTEMATIZACION**

¿Qué aspectos técnicos se deben tomar en cuenta para el diseño de un hormigón fluorescente?

## **1.5 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Diseñar un hormigón fluorescente con resistencia a la compresión de  $f'c = 180$  kg/cm<sup>2</sup> en el laboratorio para ser aplicado en la señalización vial terrestre interprovincial.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

1. Obtener mediante ensayos de laboratorio las propiedades mecánicas de los agregados (grueso y fino) requeridas para ser empleados en la elaboración de hormigón.
2. Diseñar el hormigón patrón de 18 Mpa mediante el método del ACI 211.1 con los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados.
3. Diseñar el hormigón fluorescente de 18 Mpa mediante el método del ACI 211.1 con la concentración de pigmento requerida.
4. Determinar la fluorescencia del hormigón mediante ensayos en el laboratorio para comprobar su luminosidad.
5. Comparar los hormigones diseñados con y sin fluorescencia para verificar su comportamiento en su resistencia.

## **1.6 JUSTIFICACION**

Las vías de comunicación son base del desarrollo del país, para ser capaces de competir en el desarrollo económico y para mejorar la calidad de vida de sus

habitantes siempre y cuando se encuentren en buen estado y con una excelente señalización.

Las señales de tránsito se colocan en el camino con el propósito de contribuir a prevenir accidentes, reduciendo los riesgos, mediante dispositivos de información que contienen advertencias, prohibiciones o detalles de la vía o de los lugares por donde ella pasa. También, se emplean otros elementos, como las barreras de protección, para disminuir la severidad de los accidentes en caso de presentarse.

La gente necesita carreteras seguras, con mejor visibilidad, manejo confortable del vehículo, mejores condiciones de frenado, vías de calidad, seguras, confiables y bajo costo de operación. El país requiere rutas duraderas con una mayor vida útil, de alta resistencia al desgaste y a las cargas que necesiten menor mantenimiento.

En el manual para el mantenimiento de la red vial indica " Mantener señalizada la superficie de rodadura con el fin de ofrecer al conductor una correcta guía sobre las condiciones de la carretera, en especial reflectividad para los usuarios nocturnos, para coadyuvar con la seguridad vial y un tránsito ordenado".

El hormigón es el material de construcción por excelencia de nuestros tiempos, en efecto, hoy en día resulta casi imposible encontrar una construcción en la que no esté presente en alguna parte de la misma; desde tuberías, traviesas de ferrocarril y pavimentos de carreteras, hasta las grandes obras de la ingeniería civil como los puentes, los túneles o las presas, el hormigón forma parte de nuestra vida.

La mezcla de los pigmentos con el hormigón da como resultado un hormigón fluorescente que puede ser muy útil a la sociedad, el valor añadido de este tipo de pigmentos es el alto grado de resistencia a la luz combinado con mayores rendimientos de color y un abanico de tonalidades innovadoras.

En el ámbito de la seguridad para la señalización vial, otro desarrollo innovador consiste en el hormigón de alta visibilidad fluorescente. Frente a condiciones de

baja luminosidad este hormigón se ilumina favoreciendo así la visibilidad de las señales viales o las salidas de emergencia en locales comerciales o grandes superficies.

### **1.6.1 Justificación Teórica**

El hormigón como material de construcción servirá para demostrar una nueva manera de señalización vial a través de la mezcla con pigmentos fluorescentes. Reconociendo que todos tenemos derechos al acceso de vías bien señalizadas y de buena calidad para el mejoramiento de vías terrestres para evitar accidentes y así pérdidas de vidas humanas.

### **1.6.2 Justificación Práctica**

Desde el punto de vista práctico el estudio emerge en actividades centradas en una acción dirigida para la determinación de la señalización vial, hecho que trascenderá no solo en beneficio de las partes involucradas sino también a nivel comunitario pues puede guiar como nueva alternativa en nuestro país.

### **1.6.3 Justificación Relevancia Social**

La comunicación vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la

atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen. Por lo tanto, las señales viales son los medios físicos empleados para indicar a los usuarios de la vía pública la forma más correcta y segura de transitar por la misma, les permiten tener una información precisa de los obstáculos y condiciones en que ella se encuentra.

## **1.7 HIPOTESIS O IDEA A DEFENDER**

### **1.7.1 Hipótesis o idea a defender**

El pigmento fluorescente en el hormigón, influyen en la resistencia y dará la fluorescencia esperada.

### **1.7.2 Variable independiente**

El pigmento fluorescente en el hormigón

### **1.7.3 Variable dependiente**

Resistencia y fluorescencia en el hormigón.

## **CAPITULO II**

### **2. EL MARCO REFERENCIAL**

#### **2. 1 MARCO REFERENCIAL**

Las vías y carreteras en el mundo y de manera particular en nuestro país se han constituido en un pilar fundamental de desarrollo y comunicación, razón por la cual el mantenimiento de las mismas se hace indispensable para cumplir el objetivo para la cual fue diseñada y construida.

Las funciones de servicios de conservación y explotación se deducen de la función que desempeña la carretera dentro del sistema general de transportes y se apoyan en las competencias que el ordenamiento jurídico vigente atribuye al Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

La Red Vial está integrada por las vías primarias y secundarias, el conjunto de vías primarias y secundarias son los caminos principales que registran el mayor tráfico vehicular, intercomunican a las capitales de provincia, cabeceras de cantón, los puertos de frontera internacional con o sin aduana y los grandes y medianos centros de actividad económica. La longitud total de la Red Vial (incluyendo vías primarias y secundarias) es de aproximadamente 820 km de carretera.

El turismo se ha intensificado en los últimos tiempos en parte por las facilidades de transporte y vías terrestres en excelente estado, en parte por el mejoramiento de condiciones económicas que permiten a un creciente número de la población hacer uso de esta forma de recreación

La calidad de las vías terrestres ha mejorado notablemente en los últimos años y sus efectos turísticos son indiscutibles. Es también esencial que los vehículos

mejoren de diversa manera y se incremente las posibilidades de escogencia para que los visitantes tengan múltiples opciones según sus preferencias. Es muy importante que se aumente el número de transportes terrestres, no sólo aumentando los vehículos sino posibilitando que en este proceso se incorporen más personas.

## **2.1.1 Marco Teórico**

### 2.1.1.1 Agregado grueso

El agregado grueso estará formado por roca o grava triturada obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para certificar su calidad. El tamaño mínimo será de 4,5 mm, el agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados mediante un procedimiento adecuado, como lo es por lavado.

La forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de roca o grava triturada deberá ser generalmente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños.

Tiene una resistencia que está relacionada directamente con su dureza, densidad y módulo de elasticidad.

Lo forma aquellas partículas comprendidas entre los 4.5mm y los 15 cm de diámetro; es aquel material que se retiene en el tamiz # 4 de la A.S.T.M. (abertura = 4.75 mm).

El mismo que consta de grava, grava triturada, piedra triturada o una mezcla de éstas, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en la Norma INEN 872.

Los agregados ocupan del 70 al 80% del volumen del concreto, por lo tanto muchas de las características del concreto dependen de las propiedades de los agregados.

Teniendo en cuenta que el hormigón es una roca artificial, el agregado grueso es la materia prima para fabricar el concreto. En consecuencia se debe usar la mayor cantidad posible y del tamaño mayor, teniendo en cuenta los requisitos de colocación y resistencia. Hasta para la resistencia de 250 kg/cm<sup>2</sup> se debe usar el mayor tamaño posible del agregado grueso; para resistencias mayores investigaciones recientes han demostrado que el menor consumo de concreto para mayor resistencia (eficiencia), se obtiene con agregados de menor tamaño.

Se llama eficiencia del hormigón a la relación entre la resistencia del concreto y el contenido de cemento. En concreto de alta resistencia, mientras más alta sea esta, menor deberá ser el tamaño máximo para que la eficiencia sea máxima. Para cada resistencia existe un margen estrecho del valor del tamaño máximo por debajo del cual es necesario aumentar el contenido del cemento. En concretos de mediana y baja resistencia mientras mayor sea el tamaño mayor es la eficiencia.

Características de un buen agregado grueso para el hormigón:

Una buena gradación con tamaños intermedios, la falta de dos o más tamaños sucesivos pueden producir problemas de segregación.

Un tamaño máximo adecuado a las condiciones de la estructura.

Debe evitarse el uso de agregados planos o alargados, ya que además de producir bajas masas unitarias y baja resistencia mecánica, tienen tendencia a colocarse horizontalmente formándose bajo su superficie bolsas de agua cuando esta sube a la superficie debido a la sedimentación de las partículas sólidas; esta agua almacenada bajo las partículas deja un espacio vacío

cuando después del fraguado el agua evapora, por lo cual trae como consecuencia una notable reducción de la resistencia del concreto.

Una adecuada densidad aparente entre 2.3 y 2.9 gr/cm<sup>3</sup>. Cuanto mayor es su densidad mejor es su calidad y mejor su absorción, que oscila entre 1 y 5 %.

Las partículas con formas angulosas producen mezclas ásperas y difíciles de manejar.

Una superficie rugosa, limpia y sin capa de arcilla.

No debe contener terrones de arcilla, ni partículas deleznable; generalmente se limita al contenido de finos entre el 1 y 3 %, para que permita una adecuada adherencia de las partículas y el cemento en las mezclas.

El agregado grueso debe tener una resistencia al desgaste en la máquina de los ángeles que garantice su dureza. Los límites recomendados son: Si el agregado va a ser usado en losas de concreto o en pavimentos rígidos el desgaste debe ser menor del 35%, si va a ser usado en otras estructuras el desgaste debe ser menor del 40%.

#### 2.1.1.2 Agregado fino

Comúnmente conocido como arena es el de mayor responsabilidad dentro del hormigón, a tal punto que pueda decirse que no es posible hacer un buen hormigón si no se usa arena de buena calidad.

La forma de aquellas partículas comprendidas entre los 4.7 mm y los 0.075 mm. De diámetro; es aquel material que pasa del tamiz # 4 (abertura 4.75 mm.) y se retiene en el tamiz # 200 (abertura = 0.075mm).

Función.- El agregado fino o arena se usa como llenante, además actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto. Una falta de arena se refleja en la aspereza de la mezcla y un exceso de arena demanda mayor cantidad de agua para producir un

asentamiento determinado, ya que entre más arena tenga la mezcla se vuelve más cohesiva y al requerir mayor cantidad de agua se necesita mayor cantidad de cemento para conservar una determinada relación agua cemento

Características de un buen agregado fino.- Un buen agregado fino al igual que el agregado grueso debe ser bien gradado para que puedan llenar todos los espacios y producir mezclas más compactas. La cantidad de agregado fino que pasa los tamices 50 y 100 afecta la manejabilidad, la facilidad para lograr buenos acabados, la textura superficial del concreto.

Las especificaciones permiten que el porcentaje que pasa por el tamiz No 50 este entre 10% y 30%; se recomienda el límite inferior cuando la colocación es fácil o cuando los acabados se hacen mecánicamente, como en los pavimentos, sin embargo en los pisos de concreto acabado a mano, o cuando se desea una textura superficial tersa, deberá usarse un agregado fino que pase cuando menos el 15% el tamiz 50 y 3% el tamiz 100.

El módulo de finura del agregado fino utilizado en la elaboración de mezclas de concreto, deberá estar entre 2,3 y 3,1 para evitar segregación del agregado grueso cuando la arena es muy fina; cuando la arena es muy gruesa se obtienen mezclas ásperas.

Un agregado fino con partículas de forma redondeada y textura suave ha demostrado que requiere menos agua de mezclado. Se acepta habitualmente, que el agregado fino causa un efecto mayor en las proporciones de la mezcla que el agregado grueso. Los primeros tienen una mayor superficie específica y como la pasta tiene que recubrir todas las superficies de los agregados, el requerimiento de pasta en la mezcla se verá afectado por la proporción en que se incluyan éstos.

La experiencia indica que las arenas con un módulo de finura (MF) inferior a 2.5 dan hormigones con consistencia pegajosa, haciéndolo difícil de compactar. Arenas con un módulo de finura de 3.0 han dado los mejores resultados en cuanto a trabajabilidad y resistencia a la compresión.

### 2.1.1.3 Propiedades físico – mecánicas del agregado grueso y del agregado fino

#### Ensayo de abrasión en el agregado grueso ASTM C -131

La resistencia a la abrasión, desgaste o dureza de un agregado es una propiedad que depende principalmente de las características de la roca madre, este factor cobra importancia cuando las partículas van a estar sometidas a un roce continuo como es el caso de pisos y pavimentos para lo cual los agregados que se utilizan deben ser duros.

Este ensayo permite obtener la uniformidad de la calidad del agregado al relacionar la pérdida producida por la abrasión mediante el uso de la Máquina de los Ángeles. Dicho ensayo se basa en producir desgaste en la superficie del agregado, mediante una carga abrasiva compuesta de esferas de acero. Al ser sometido el conjunto a rotación en la Máquina de los Ángeles en las primeras 100 revoluciones del ensayo, según la norma A.S.T.M. C-131 y C-535 ó NTE-INEN 860 y 861, con respecto a la pérdida por abrasión en 500 revoluciones.

#### Granulometría de los agregados

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de los tamices NTE - INEN 696 (ASTM C 136).

El tamaño de las partículas del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre de aberturas cuadradas. Los números de tamaño, para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Debe recalcarse que la granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua–cemento, la trabajabilidad, etc.

El tamaño nominal máximo del agregado grueso influye en la economía del hormigón. Normalmente, se requiere más agua y cemento en hormigones con agregados gruesos de tamaño nominal máximo menor comparado con agregados de tamaño nominal máximo mayor, debido al aumento del área superficial total del agregado.

Contenido de humedad norma NTE-INEN 0862:83 (ASTM C-566)

Los agregados finos y gruesos pueden tener algún grado de humedad, la cual está relacionada directamente con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o total de poros.

Las partículas de los agregados pueden encontrarse en cuatro estados que son:

Totalmente Seco. Se logra mediante un secado al horno a 110°C, hasta que los agregados tengan un peso constante (generalmente 24 horas).

Parcialmente Seco. Se logra mediante exposición al aire libre.

Saturado y Superficialmente Seco. (SSS). En un estado límite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua pero superficialmente se encuentran secos. Este estado sólo se logra en el laboratorio.

Totalmente Húmedo. Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

Se debe considerar además que la humedad total se define como la cantidad total que posee un agregado. Cuando la humedad libre es positiva el agregado está aportando agua a la mezcla, si es negativa el agregado está quitando agua a la mezcla, por lo que previo a la mezcla se debe realizar este ensayo y así realizar las correcciones pertinentes al diseño.

Peso específico (densidad real) de los agregados norma NTE-INEN 857 (ASTM-C127).

Una de las propiedades físicas de los agregados que dependen directamente de la roca original es la densidad, la cual está definida como la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada incluyendo los poros que pueda tener el agregado.

Capacidad de absorción norma NTE- INEN 0856:83 y 0857:83 (ASTM C-127, 128).

La capacidad de absorción es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca. El agregado se considera como "seco" cuando se ha mantenido a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por suficiente tiempo para remover toda el agua no combinada.

La absorción se relaciona con la cantidad de vacíos en volumen del agregado, la cual está en función de: la finura de los granos, cantidad de poros accesibles, la rugosidad de la superficie y el comportamiento del material con el agua.

Colorimetría norma NTE-INEN 855 (ASTM C – 40)

Es la materia orgánica que presenta el agregado fino, los cuales consisten en materia animal y vegetal que están formados principalmente por: carbono, nitrógeno y agua. Este tipo de materia al encontrarse en ciertas cantidades afectan en forma nociva las propiedades del hormigón, como es la resistencia, durabilidad y buen desarrollo del proceso de fraguado. Por esto es muy importante controlar el posible contenido de materia orgánica de una arena ya que es perjudicial para el hormigón. El ensayo más utilizado es el colorimétrico que se basa en una escala de colores el cual contiene cinco intensidades yendo desde el blanco claro al café chocolate.

A continuación se encuentra un cuadro con la escala de colores:

**Tabla N ° 1 Escalas de color Gardner**

<b>No</b>	<b>COLORACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Amarillo Claro	Arena de muy buena calidad por no contener materia orgánica, limo o arcillas.
2	Amarillo Fuerte	Arena de poca presencia de materia orgánica, limos o arcillas. Se considera de buena calidad.
3	Marrón Anaranjado (color base)	Contiene materia orgánica en altas cantidades. Puede usarse en hormigones de baja resistencia.
4	Anaranjado Rojizo	Contiene materia orgánica en concentraciones muy elevadas. Se considera de mala calidad.
	Anaranjado Oscuro	Arena de muy mala calidad. Existe demasiada materia orgánica, limos o arcilla. No se usa.

**FUENTE: ACI 211.1**

Densidad aparente suelta y compactada de los agregados norma NTE-INEN 0858:83 (ASTM C-29).

La Densidad Aparente se define como la relación que existe entre la masa del material sobre el volumen que ocupa, incluye los poros impermeables pero no incluye a los capilares o poros permeables.

La densidad aparente del agregado es un buen indicador de varias características importantes como es la porosidad, el grado de aireación y la capacidad de infiltración. La densidad aparente varía con el grado de compactación.

#### 2.1.1.4 Cemento Portland IP

El cemento es el material ligante de los diferentes componentes del hormigón. El cemento para hormigones estructurales debe ser Portland. Existen varios tipos de cemento Portland; entre los más importantes se pueden citar:

- I: Normal. Para uso general, donde no son requeridos otros tipos de cemento.
- IA: Normal. Uso general, con inclusor 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 inclusor 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.
- V: Resistente a la acción de los sulfatos. Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos.

Según la NTE INEN 490 el cemento hidráulico compuesto para uso en hormigón para la construcción en general se clasifica en:

- Tipo IS: Cemento portland de escoria de altos hornos.
- Tipo IP: Cemento portland puzolánico.
- Tipo IT: Cemento compuesto ternario

El cemento utilizado en la fabricación de hormigón debe estar totalmente seco

y suelto, y no debe presentar grumos de fraguado anticipado. Para asegurar buenas condiciones en el cemento, debe ser almacenado en un sitio cubierto, seco, con ventilación apropiada que se puede conseguir mediante vigas de madera colocadas sobre el piso y un entablado superior que evite el contacto con el piso de los sacos de cemento colocados encima.

Para el presente proyecto entre los diferentes tipos de marcas comerciales, se ha optado por el cemento portland puzolánico Tipo IP.

#### 2.1.1.5 Propiedades físicas y mecánicas del cemento

Las propiedades físicas y mecánicas del cemento utilizado se lo obtiene con la realización de varios ensayos que pueden ser en estado puro o en pasta. A continuación se detallan los ensayos realizados bajo las normas y técnicas vigentes.

Consistencia normal: esta propiedad permite conocer la cantidad de agua que es necesaria agregar al cemento para obtener una pasta normal, es decir la cantidad de agua que el cemento necesita para adquirir una consistencia normal. La determinación de esta consistencia sirve como referencia para la realización de otras pruebas como: determinación de la resistencia a la tensión, tiempos de fraguado, sanidad del cemento, expansión en autoclave, etc.

El agua de consistencia normal puede definirse como el agua necesaria para que la aguja de 1 cm de diámetro del aparato Vicat penetre  $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$  durante 30 segundos en la pasta de cemento, después de haberse iniciado la prueba.

Para este ensayo se debe realizar lo especificado en la norma NTE - INEN 156 (ASTM C – 188).

Tiempo de fraguado del cemento: al mezclar el cemento con el agua, se forma una pasta en estado plástico, en la que la pasta es trabajable y moldeable, después de un tiempo que depende de la composición química del cemento, la pasta adquiere rigidez. El tiempo que transcurre desde el momento que se agrega el agua, hasta que la pasta pierde viscosidad y eleva su temperatura se denomina “tiempo de fraguado inicial”, e indica que la pasta está semidura y

parcialmente hidratada. Posteriormente la pasta sigue endureciendo hasta que deja de ser deformable con cargas pequeñas, ésta se vuelve rígida y llega al mínimo de temperatura; el tiempo transcurrido desde que se echa el agua hasta que llega al estado descrito anteriormente se denomina “tiempo de fraguado final”, e indica que el cemento se encuentra más hidratado y la pasta ya está dura. A partir de este momento empieza el proceso de endurecimiento y la pasta ya fraguada va adquiriendo resistencia.

#### Densidad absoluta del cemento

La densidad se la define como la relación entre la masa y el volumen para la determinación de la densidad del cemento se puede usar dos métodos diferentes con la ayuda de frascos calibrados los cuales son: el del picnómetro y, el de Le-Chatellier.

Para dichos ensayos se ha utilizado gasolina para evitar que el líquido se mezcle con el cemento, ya que si se utiliza agua el cemento se hidrataría. La norma utilizada está dada por NTE-INEN 0156:09 2R (ASTM C-188).

#### 2.1.1.6 Pigmentos

Los pigmentos y colorantes, se definen como aquellos materiales de origen orgánico o inorgánico, que poseen la propiedad de absorber y esparcir de forma selectiva la luz incidente, produciéndose la reflexión de los colores complementarios. (Heinrich Zollinger, 2003).

Son materiales híbridos compuestos por un colorante orgánico catiónico y un sustrato inorgánico, actuando en calidad de adsorbato y anfitrión, respectivamente. (Martínez 2011).

Históricamente se han obtenido pigmentos de diversas fuentes naturales, ya sean vegetales, animales o minerales, hasta la llegada de la revolución industrial, y la obtención de materiales colorantes sintéticos. Los colorantes y pigmentos se han empleado para la coloración de materiales textiles,

poliméricos y cerámicos, con diferentes fines, y se ha buscado optimizar su rendimiento y sus propiedades para diferentes tipos de aplicaciones industriales. (Daniela Cristea, 2006)

La idea es dar luminosidad florescencia al hormigón a través del uso de pigmentos o nano pigmentos en polvos.

La metodología es fabricar hormigón con fluorescencia determinando si la adición del pigmento afecta o no en la resistencia a la compresión. Por medio de ensayos se realizara, y se podrá concluir que el pigmento afectara o no la resistencia a pesar de que el pigmento actúa dentro de hormigón como impureza y a demás darle una aplicación para la señalización de vías terrestres interprovinciales.

Es por eso, que el hormigón con fluorescencia es una innovación en construcción y las razones están dadas por las ventajas que ofrece, entre las que se encuentran, un ahorro en costos por metro cuadrado ya que no requiere del proceso de pintura, para señalización de vías no requiere más mantención que lavar el recubrimiento; y estéticamente tienen un valor agregado. (Aidico, 2012, parr.2)

En este caso sólo existe información básica de las características de los pigmentos, muy por debajo de los estándares de los pigmentos importados, pero no hay investigación acerca de sus propiedades cromáticas y de permanencia de color en el tiempo. (Hormigón especial, 2013, nanotecnología)

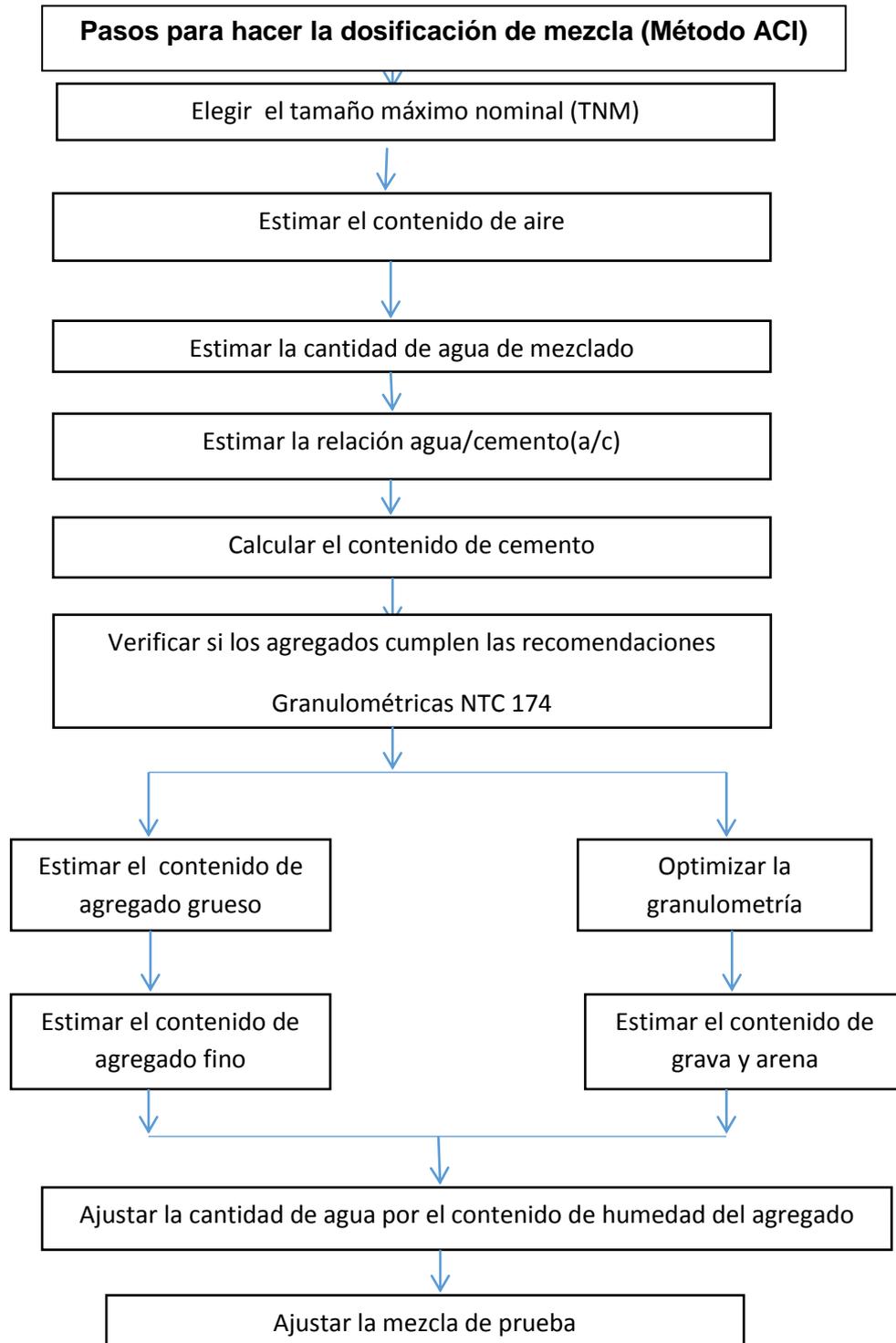
Esta carencia de antecedentes y la necesidad de proporcionar adecuadas respuestas a comunidad profesional sobre las interacciones que se pudieran producir entre los pigmentos y las propiedades del hormigón, tanto en estado fresco como endurecido, han motivado la generación de este tema.

#### 2.1.1.7 Método de diseño ACI.

El método ACI es el más conocido y ampliamente usado. Se fundamenta en el principio básico de la relación agua/cemento desarrollado por Abrams. Consiste

en seguir en forma ordenada una secuencia de pasos y determinar la cantidad de cada material en peso y en volumen, para 1 m<sup>3</sup> de hormigón”. (Tecnología del concreto Tomo 1 pag.187)

**Ilustración N° 1 Pasos para hacer la dosificación de mezcla método ACI:**



**Fuente: Cuadro tomado Tecnología del hormigón. Tomo 1. Pág. 186.**

## **2.1.2 Marco Conceptual**

### 2.1.2.1 Cohesividad

La cohesividad es una medida del grado de fluidez de la mezcla fresca. La consistencia a elegir depende fundamentalmente de la dificultad del hormigonado y de los medios de colocación y compactación disponibles. Es uno de los componentes más importantes que determina la trabajabilidad de una mezcla. Se mide mediante el ensayo de asentamiento del Cono de Abrams. (Espe edu.ec, 2014)

### 2.1.2.2 Compacidad

Es la relación entre el volumen real de los componentes del hormigón y el volumen aparente del hormigón. (García, Moran, 2012, pág., 78)

### 2.1.2.3 Consistencia

Es la oposición que presenta el hormigón fresco a experimentar deformaciones, se mide en términos de asentamiento A.S.T.M. C-143 (NTE INEN 1578:2010).

Al seleccionar la consistencia adecuada, deberá usarse el asentamiento más reducido posible, compatible con la adecuada colocación del hormigón en obra. Los valores de asentamiento que se recomiendan usando el Cono de Abrams. (García, Moran, 2012, pág., 75).

#### 2.1.2.4 Densidad

La densidad del hormigón endurecido depende de varios factores, como son: la naturaleza de los agregados finos y gruesos, de la granulometría y del método de compactación utilizado. Será de mayor densidad si la cantidad de agregado grueso es alta al igual si está bien compactado. (Constructor civil, 2011, parr.4).

#### 2.1.2.5 Durabilidad

La durabilidad del hormigón de cemento hidráulico; se define como su capacidad para resistir la acción de la meteorización, los ataques químicos, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. Un hormigón durable conservará su forma, calidad y funcionalidad originales al estar expuesto a su ambiente. (Núñez, Cánovas, 2011, pág. 48)

#### 2.1.2.6 Exudación del agua de amasado

Se define como la elevación de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie, debido a la sedimentación de los sólidos. El proceso se inicia momentos después que el hormigón ha sido colocado y consolidado en los encofrados y continua hasta que se inicia el fraguado de la mezcla, se obtiene máxima consolidación de sólidos, o se produce la ligazón de las partículas. (Pontificia Universidad de Chile, Depto. de Ing. y Gestión de la Construcción, Tecnología del Hormigón, Pág. 43).

#### 2.1.2.7 Fraguado falso

El fraguado falso o endurecimiento prematuro como se le llama a veces, es un endurecimiento inicial de la pasta de cemento que en raras ocasiones se presenta entre 1 y 5 minutos después del mezclado. Este problema se puede modificar o eliminar mediante el mezclado continuo o por el remezclado de la pasta de cemento o del hormigón, con lo cual desaparece el endurecimiento sin pérdida de la calidad. (Pontifica Universidad de Chile, Depto. de Ing. y Gestión de la Construcción, Tecnología del Hormigón, Pág. 55).

#### 2.1.2.8 Homogeneidad y uniformidad

Homogeneidad: es la propiedad que tiene un hormigón para que sus componentes se distribuyan regularmente en la masa (Ortiz 2002).

#### 2.1.2.9 Resistencia al desgaste

La resistencia del hormigón al desgaste es elevada, pero hay que tener en cuenta que no basta con que el árido sea muy resistente, sino que la pasta también debe serlo, ya que existe el peligro de que los áridos se desprendan al quedar libres por el desgaste. (Casinello, Pérez, 2000, pág. 72).

### 2.1.2.10 Trabajabilidad

Un hormigón fresco se considera trabajable cuando puede adaptarse fácilmente a cualquier forma de encofrado, con un mínimo de trabajo mecánico (vibración) aplicado.

La trabajabilidad se mide cuantitativamente e indirectamente mediante el asentamiento del cono de Abrams o el diámetro de dispersión en la mesa de flujo. Mientras mayor es el asentamiento o mayor es el diámetro de dispersión, el hormigón es más trabajable. (García, Moran, 2012, pág., 75)

## 2. 2 FUNDAMENTACION LEGAL

Este proyecto se sustenta en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) NTE INEN 1 855-2:2002 la cual establece las especificaciones para la producción del hormigón elaborado en obra en estado fresco y no endurecido. Los requerimientos para la calidad del hormigón deben ser los especificados en esta norma, o los especificados por el usuario. Cuando existan diferencias entre las especificaciones, pueden primar las del usuario siempre que estén basadas en métodos de evaluación de las NTE INEN, o mientras no existan éstas, con las ASTM correspondientes, atendiendo las recomendaciones del ACI, y normas reconocidas internacionalmente.

La norma INEN 872 establece los requisitos que deben cumplir los áridos utilizados para hormigón, y especifica los ensayos considerados obligatorios destinados para control y recepción. Nos ayudaremos de la norma ASTM C33 que establece los requisitos para granulometría y calidad de agregado grueso y fino (distinto de agregado liviano o pesado) para utilizar en concreto.

Al realizar las probetas de hormigón se deben realizar ensayo de consistencia siendo el más empleado el de Cono de Abrams por lo que necesitaremos de las normas NTE INEN 1578 - ASTM C143. El proceso de fabricación de las

probetas de hormigón así como su curado está contemplado en las normas NTE INEN 1763 - ASTM C 31.

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 DELIMITACION**

##### **3.1.1 Delimitación Espacial**

La presente investigación se realiza en la provincia de Pichincha, cantón Quito, en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Internacional del Ecuador, los agregados que se usó para realizar el hormigón en el presente trabajo de investigación, son procedentes de la mina “Prima II” en el sector de Guayllabamba, Distrito Metropolitano de Quito, en la provincia de Pichincha, con la finalidad de determinar sus características físicas y mecánicas, mediante ensayos normalizados realizados en el Laboratorio de Materiales de construcción de la Escuela Politécnica Nacional.

##### **3.1.2 Delimitación Temporal**

La investigación se la realizo en los meses de septiembre-octubre-noviembre, debido a la disponibilidad de los equipos e instrumentos del laboratorio y poder cumplir con el tiempo reglamentario de la investigación.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La modalidad de investigación que se empleará es de campo, debido a que se acudirá directamente a la cantera que es de donde se extraen los diferentes agregados, todo con el fin de obtener las muestras, y a su vez también será

experimental debido a que se realizarán estudios y análisis para obtener las propiedades de los agregados.

La modalidad será cualitativo porque los resultados de los materiales serán interpretados hasta ser los apropiados para usarse en el diseño y cuantitativo porque los resultados serán medidos y verificados bajo parámetros de las propiedades del hormigón endurecido.

### **3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Los niveles de investigación a ser aplicados son: exploratorio, descriptiva, bibliográfica documental y experimental

#### **3.3.1 Investigación exploratorio.**

El problema del desconocimiento de la calidad de los agregados es un tema poco investigado o desconocido en el contexto de las construcciones civiles, de esta manera conoceremos la realidad de los materiales empleados para elaborar hormigón.

#### **3.3.2 Investigación descriptiva.**

Se va analizar las propiedades de los agregados de los diferentes agregados y verificando su funcionamiento al formar parte del hormigón, esto será de gran ayuda debido a que de esta manera los profesionales dedicados a la construcción sabrán que características tienen los materiales que están empleando y de acuerdo a estas características establecer que cantidades o dosificaciones deben ser empleadas para la elaboración de hormigón.

### **3.3.3 Investigación bibliográfica y documental.**

En la investigación se aplicarán las especificaciones de normas INEN y ASTM que contemplan los requisitos y tipos de ensayos que deben ser aplicados a los agregados para de esta manera conocer su calidad y comportamiento al formar parte de una mezcla de hormigón, y se usara la de recopilación de información en documentos existente, que se usaron como guía para el desarrollo de la investigación, como libros, revistas, cursos, internet, otros.

### **3.3.4 Investigación Experimental.**

Tomando en cuenta que se someterá a variaciones en la dosificación del pigmento fluorescente; para luego verificar las propiedades tanto en estado fresco como endurecido del hormigón. Se tiene un trabajo experimental de comprobación de los resultados esperados (pigmentos fluorescentes vs resistencia).

## **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Al ser una investigación experimental los agregados (grueso y fino) de la cantera de Guayllbamba, se los obtiene bajo la norma ASTM D-75 se muestrea aleatoriamente desde la pila es necesario que se tomen tres incrementos de la parte superior de la pila, del punto medio y del fondo de la pila el número de muestras de campo requeridas depende de las propiedades que deseamos obtener. Se especificara cada unidad de cualquier muestra de campo para ser obtenida antes del muestreo. El número de la muestras de campo de la producción deberá ser suficiente para obtener resultados.

Transportar los agregados en sacos u otros recipientes construidos para prevenirla pérdida o contaminación de alguna parte de la muestra o daño durante el despacho. Se requiere facilitar los siguientes informes: los recipientes de transporte para muestras tendrá una adecuada identificación individual, pegado y este se adjuntara al reporte de campo, informe de campo,

informe de laboratorio, e informe del ensayo, el tamaño de la muestra se basará en el siguiente cuadro, el pigmento en polvo de fluorescencia para la elaboración del hormigón fluorescente para poder ser aplicado en la señalización de vías terrestres en el Ecuador.

**Cuadro N° 1. Tamaño de las muestras de los agregados**

TAMAÑO DE MUESTRAS	
Tamaño del agregado	Masa de la muestra del campo, mínimo, Kg
<b>Agregado fino</b>	
2,36 mm	10
4,75 mm	10
<b>Agregado grueso</b>	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25
25,0 mm	50
37,5 mm	75
50 mm	100
63 mm	125
75 mm	150
90 mm	175

Fuente: Norma ASTM D-75

### 3.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE INFORMACIÓN.

La técnica aplicada será de observación directa de datos obtenidos en el laboratorio, el instrumento a utilizarse será Fichas de laboratorio.

#### 3.5.1 Ensayos Realizados

Se procedió a realizar las pruebas de laboratorio para agregado fino, agregado grueso así como para el cemento más todo con el fin de determinar las propiedades mecánicas de los agregados pétreos de la cantera en estudio.

#### 3.5.1.1 Agregado grueso

- Ensayo de abrasión
- Análisis granulométrico
- Peso específico y absorción
- Densidad aparente suelta
- Densidad aparente compactada
- Contenido de humedad

#### 3.5.1.2 Agregado fino

- Análisis granulométrico
- Colorimetría
- Contenido de humedad
- Peso específico y absorción
- Densidad aparente suelta
- Densidad aparente compactada

#### 3.5.1.3 Cemento

- Consistencia normal y tiempo de fraguado
- Densidad absoluta

# AGREGADO GRUESO



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**TEMA:** DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'_c = 18$  Mpa.

## ABRASIÓN DE AGREGADO GRUESO

**NORMA:** A.S.T.M. C – 131 (NTE-INEN 860)

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA

**FECHA:** 15/07/2013

**DEGRADACION:** B

RETIENE	MASA
1/2"	2500±10
3/8"	2500±10
<b>SUMATORIA</b>	5000±10

A	Peso del material antes del ensayo	g	5002,30
B	Peso del material no desgastado	g	3721,10
C=A-B	Perdida por desgaste	g	1281,20
D=(C/A)-100	Calculo efectuado	%	25,61

Conclusión: El desgaste del agregado grueso es 25,61% cumple porque se encuentra por debajo del límite establecido que es 40%.

TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'_c = 18$  Mpa.

**ENSAYO DE LABORATORIO**  
**GRANULOMETRIA**

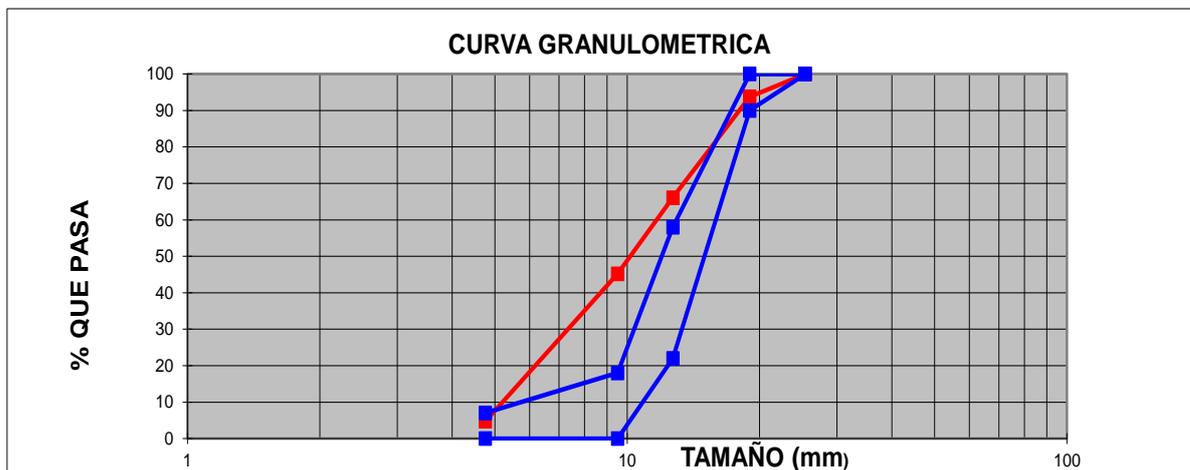
NORMA: A.S.T.M. C – 136 (NTE-INEN 696)

ORIGEN : GUAYLLABAMBA

FECHA: 28/07/2013

**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO**

TAMIZ Nº	TAMAÑO ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
1"	25,00	0,00	0	0	100,00
3/4"	19,00	498,30	6	6	94,00
1/2"	12,50	2213,40	28	34	66,00
3/8"	9,50	1670,50	21	55	45,00
4	4,75	3235,10	40	95	5,00
BANDEJA		380,30	5	100	0,00
<b>TOTAL</b>		7997,60	<b>FINURA</b>	<b>6,56</b>	



Fuente: Edison Granja

Conclusión: La granulometría del agregado grueso no cumple, tiende más a los gruesos posee más material en los tamices 1/2" y 3/8", se toma el riesgo de diseñar el hormigón con este agregado sin corregir la granulometría.

**TEMA:** DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c = 18$  Mpa.

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**

**NORMA: A.S.T.M. C – 127 (NTE-INEN 857)**

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA

**FECHA:** 21/07/2013

<b>AGREGADO GRUESO</b>			
A	Peso de la muestra saturada con superficie seca	g	2954
B	Peso en el agua de la muestra saturada	g	1737,22
C	Peso de la muestra seca	g	2900
d	Peso específico del agua a la temperatura que se realizo el ensayo	g/cm <sup>3</sup>	0,9975
(C/C-B)*d	Peso específico del material impermeable de las partículas	g/cm <sup>3</sup>	2,488
(A/A-B)*d	Peso específico de las partículas saturadas con superficie seca	g/cm <sup>3</sup>	2,422
(C/A-B)*d	Peso específico de las partículas	g/cm <sup>3</sup>	2,377
(A-C/A)*100	Absorción de agua	%	1,86

Conclusión: el peso específico del agregado grueso cumple esta en el rango menor a 2.9 g/cm<sup>3</sup> y la absorción está en el rango menor al 5%.

**TEMA:**DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES  
INTERPROVINCIAES  $f'c = 18$  Mpa.

**ENSAYO DE LABORATORIO**  
**DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA**

**NORMA: A.S.T.M. C – 29 (NTE-INEN 858)**

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA

**FECHA:** 23/07/2013

<b>DENSIDAD SUELTA AGREGADO GRUESO</b>			
Molde Nº	1	2	unidades
Peso del molde	2100,00	2100,00	g
Peso del molde + ripio suelto	11105,30	11100,60	g
Peso del ripio	9005,30	9000,60	g
Volumen	7230,00	7230,00	cm <sup>3</sup>
Densidad suelta	1,246	1,245	g/cm <sup>3</sup>
media	1,245		g/cm <sup>3</sup>

<b>DENSIDAD COMPACTADA AGREGADO GRUESO</b>			
Molde Nº	1	2	unidades
Peso del molde	2100,00	2110,00	g
Peso del molde + ripio suelto	12080,20	12090,60	g
Peso del ripio	9980,20	9980,60	g
Volumen	7230,00	7230,00	cm <sup>3</sup>
Densidad compactada	1,380	1,380	g/cm <sup>3</sup>
media	1,380		g/cm <sup>3</sup>

**Fuente: Edison Granja**

Conclusión: está en el rango de 1.2 a 1.76 g/cm<sup>3</sup>, la densidad promedio suelta es 1.245 g/cm<sup>3</sup>, y la densidad promedio compactada es 1.380g/cm<sup>3</sup>.

**TEMA:** DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c = 18 \text{ Mpa}$ .

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO**

**NORMA: A.S.T.M. C – 566 (NTE-INEN 862)**

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA

**FECHA:** 22/07/2013

MUESTRA	GRUESO	
	G1	R2
Recipiente	G1	R2
Peso del recipiente (g)	158,90	160,80
Peso del recipiente + Muestra humeda (g)	2196,00	2230,00
Peso del recipiente + Muestra seca (g)	2170,00	2204,00
Peso de agua (g)	26,00	26,00
Peso seco (g)	2011,10	2043,20
% agua	1,29	1,27
PROMEDIO EN %	1,28	

Fuente: Edison Granja

Conclusión: este ensayo sirve para verificar la cantidad de agua que contiene el agregado grueso en un momento dado, se corregirá el porcentaje de humedad al realizar la mezcla de prueba.

# AGREGADO FINO



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'_c = 18$  Mpa.

## ENSAYO DE LABORATORIO GRANULOMETRIA

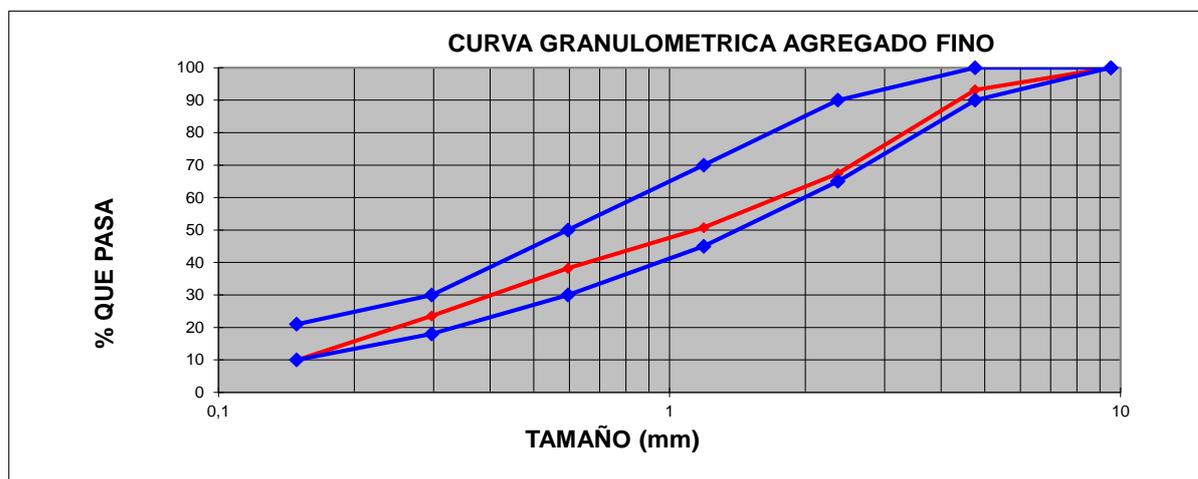
NORMA: A.S.T.M. C – 136 (NTE-INEN 696)

ORIGEN : GUAYLLABAMBA

FECHA: 28/07/2013

### ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

TAMIZ Nº	TAMAÑO ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8"	9,530	0,00	0	0	100,00
4	4,750	68,10	6,8	6,8	93,20
8	2,380	256,30	25,8	32,6	67,40
16	1,190	165,80	16,7	49,3	50,70
30	0,594	124,70	12,5	61,8	38,20
50	0,297	145,90	14,7	76,5	23,50
100	0,150	135,70	13,6	90,1	9,90
BANDEJA		98,60	9,9	71,7	0,00
	<b>TOTAL</b>	<b>995,10</b>	<b>FINURA</b>	<b>3,17</b>	



Fuente: Edison Granja

Conclusión: La granulometría del agregado fino cumple se encuentra dentro de la franja de los límites, el tamiz Nº 8 retiene poco por esto tiende al límite interior es decir a ser más fino.

**TEMA:** DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c = 18 \text{ Mpa}$ .

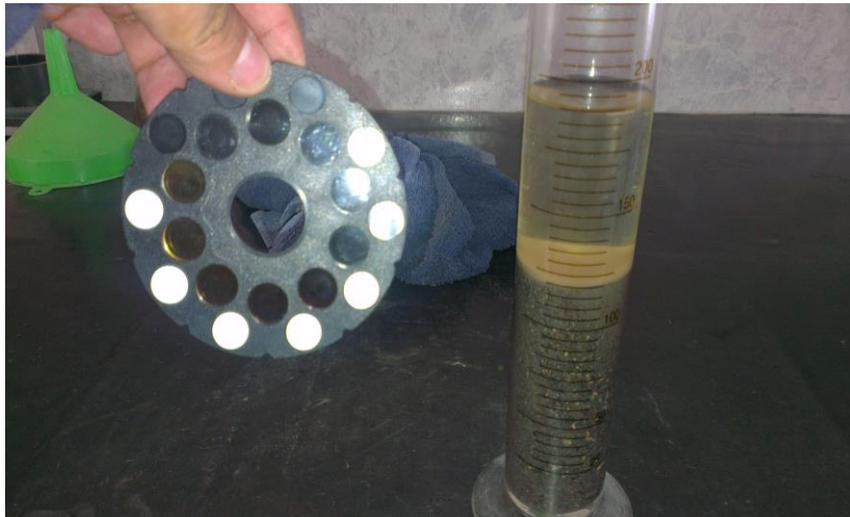
**ENSAYO DE LABORATORIO**  
**COLORIMETRIA AGREGADO FINO**

**NORMA:** A.S.T.M. C – 40 (NTE-INEN 855)

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA

**FECHA:** 17/07/2013

ESCALA DE GARDNER	COLOR
1	Amarillo claro a transparente



**Conclusión:** Da como resultado en la escala de Gardner 1 es una arena de muy buena calidad por no contener materia orgánica.

**TEMA:** DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'_c = 18 \text{ Mpa}$ .

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO**

**NORMA: A.S.T.M. C – 566 (NTE-INEN 862)**

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA

**FECHA:** 22/07/2013

MUESTRA	FINO	
	K1	F3
Recipiente		
Peso del recipiente (g)	74,50	56,40
Peso del recipiente + Muestra humeda (g)	836,40	856,60
Peso del recipiente + Muestra seca (g)	818,40	837,70
Peso de agua (g)	18,00	18,90
Peso seco (g)	743,90	781,30
% agua	2,42	2,42
PROMEDIO EN %	2,42	

Fuente: Edison Granja

Conclusión: este ensayo sirve para verificar la cantidad de agua que contiene el agregado fino en un momento dado, se corregirá el porcentaje de humedad al realizar la mezcla de prueba.

**TEMA:** DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'_c = 18$  Mpa.

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**

**NORMA: A.S.T.M. C – 128 (NTE-INEN 856)**

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA

**FECHA:** 21/07/2013

<b>AGREGADO FINO</b>			
A	Peso de la muestra saturada con superficie seca	g	503
C	Peso en el agua de la muestra saturada	g	486,5
D	Peso de la muestra seca	g	690,8
E	Peso del frasco lleno de agua	g	992,66
$d$	Peso específico del agua a la temperatura que se realizo el ensayo	$g/cm^3$	0,9975
$(C/C+D-E)*d$	Peso específico del material impermeable de las partículas	$g/cm^3$	2,628
$(A/A+D-E)*d$	Peso específico de las partículas saturadas con superficie seca	$g/cm^3$	2,494
$(C/A+D-E)*d$	Peso específico de las partículas	$g/cm^3$	2,413
$(A-C/C)*100$	Absorción de agua	%	3,392

Conclusión: el peso específico del agregado grueso cumple esta dentro del rango menor a  $2.9 g/cm^3$  y la absorción se encuentra dentro límite menor al 5%.

**TEMA:**DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'_c = 18 \text{ Mpa}$ .

**DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA**

**NORMA: A.S.T.M. C – 29 (NTE-INEN 858)**

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA

**FECHA:** 23/07/2013

<b>DENSIDAD SUELTA AGREGADO FINO</b>			
Molde Nº	1	2	unidades
Peso del molde	1995,00	1995,00	g
Peso del molde + ripio suelto	7400,90	7390,80	g
Peso del ripio	5405,90	5395,80	g
Volumen	4000,00	4000,00	cm <sup>3</sup>
Densidad suelta	1,351	1,349	g/cm <sup>3</sup>
media	1,350		g/cm <sup>3</sup>

<b>DENSIDAD COMPACTADA AGREGADO FINO</b>			
Molde Nº	1	2	unidades
Peso del molde	1995,00	1995,00	g
Peso del molde + ripio suelto	8390,80	8395,60	g
Peso del ripio	6395,80	6400,60	g
Volumen	4000,00	4000,00	cm <sup>3</sup>
Densidad compactada	1,599	1,600	g/cm <sup>3</sup>
media	1,600		g/cm <sup>3</sup>

**Fuente: Edison Granja**

Conclusión: este dentro del rango de 1.2 a 1.76 g/cm<sup>3</sup> es aceptable, la densidad promedio suelta es 1.35 g/cm<sup>3</sup>, y la densidad promedio compactada es 1.60 g/cm<sup>3</sup>.

# CEMENTO



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ENSAYO DE LABORATORIO

TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES  
INTERPROVINCIAES  $f'c = 18$  Mpa.

## CONSISTENCIA NORMAL Y TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO

NORMA: A.S.T.M. C – 187 , 188 (NTE-INEN 156)

ORIGEN : GUAYLLABAMBA  
TIPO IP

FECHA: 15/07/2013

CEMENTO TIPO IP		1	2	3
Consistencia normal del cemento	%	27	26,5	27
Penetración de la aguja de Vicat	mm	11,00	10,00	11,00
Hora inicial del ensayo	h:min	9:19:00	9:10:00	9:05:00
Hora inicial del fraguado del cemento	h:min	12:03:00	11:57:00	11:45:00
Tiempo de fraguado inicial del cemento	h:min	2:44:00	2:47:00	2:40:00
Hora final del fraguado del cemento	h:min	15:10:00	15:03:00	15:00:00
Tiempo de fraguado final del cemento	h:min	5:51:00	5:53:00	5:55:00

Fuente: Edison Granja

Conclusión: La consistencia del cemento cumple con lo establecido en la norma ASTM C-187 se encuentra dentro del rango del 23% al 33% de la cantidad de agua para que la pasta de cemento alcance una fluidez óptima y una plasticidad ideal.

TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGÓN FLUORESCENTE PARA SEÑALIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIALES  $f'c = 18 \text{ Mpa}$ .

**ENSAYO DE LABORATORIO**  
**DENSIDAD ABSOLUTA DEL CEMENTO**

**NORMA: A.S.T.M. C – 188 (NTE-INEN 156)**

**ORIGEN :** GUAYLLABAMBA  
**TIPO** IP

**FECHA:** 15/07/2013

**DENSIDAD ABSOLUTA DEL CEMENTO CON EL PICNOMETRO**

Masa del Picnómetro vacío	157,20	g
Masa del Picnómetro vacío + cemento	455,30	g
Masa del cemento	298,10	g
Masa del picnómetro vacío + cemento+gasolina	722,70	g
Masa del picnómetro + 500 cc de gasolina	523,80	g
Volumen de gasolina	500	cc
Determinación de la densidad del cemento	3,01	g/cc

**Fuente : Edison Granja**

**DENSIDAD ABSOLUTA DEL CEMENTO CON EL FRASCO DE LECHATELLIER**

Lectura inicial dl frasco de Lechatellier	0,60	cc
Masa del frasco mas gasolina	322,40	g
Lectura inicial dl frasco + cemento + gasolina	22,10	cc
Masa final del frasco + cemento + gasolina	386,80	g
Determinación de la densidad del cemento	3,00	g/cc

**Fuente: Edison Granja**

Conclusión: La densidad absoluta del cemento es de  $3 \text{ g/cm}^3$ , viene registrado en los cementos, por lo tanto cumple.

### **3.6 TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**

Se procederá la toma de muestra de agregados en la cantera de Guayllabamba, porque a más de la facilidad, estos agregados fueron utilizados en la construcción del nuevo aeropuerto de Quito, se llevó el material al laboratorio de materiales de construcción de la Escuela Politécnica Nacional, para analizar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, caracterización se realizara los ensayos respectivos de los agregados para el diseño del hormigón fluorescente, por motivos de comparación se realiza dos diseños uno sin pigmentos y otro con pigmentos, se tomara cilindros para comparar su resistencia a los 7, 14 y 28 días, se proporcionara conclusiones de los respectivos ensayos y se dará las respectivas recomendaciones para los posteriores diseños.

#### **3.6.1 Tabulación de los resultados de los ensayos de los agregados**

Con las muestras de agregado grueso y fino obtenidas de la Cantera de Guayllabamba se efectuaron los ensayos correspondientes en el laboratorio para la determinación de las propiedades físicas de los materiales, bajo Normas A.S.T.M e INEN.

Los ensayos efectuados se detallan a continuación:

#### **AGREGADO GRUESO**

- Desgaste a la abrasión

La buena calidad de agregado, reflejado en el ensayo de desgaste a la abrasión, detallado en el presente informe cumple para el diseño del hormigón fluorescente

- Análisis granulométrico.

Según la categorización obtenida con este material en laboratorio; este tiene exceso de partículas gruesas.

- Densidad aparente suelta y compactada

El ensayo realizado cumple con los rangos, la densidad promedio suelta es 1.245 g/cm<sup>3</sup>, y la densidad promedio compactada es 1.380g/cm<sup>3</sup>.

- Capacidad de Absorción CA).

La capacidad de absorción de un agregado es la cantidad máxima de agua expresado en porcentaje que puede absorber las partículas desde el estado sin humedad hasta llegar al estado SSS (saturado con la superficie seca) cuya fórmula es la siguiente:

$$CA = \left( \frac{M_{SSS} - M_{SECO}}{M_{SECO}} \right) * 100$$

$$CA = \left( \frac{2954 - 2900}{2900} \right) * 100$$

$$CA = 1.86\%$$

- Contenido de humedad.

Es la cantidad de agua expresada en % que tiene el agregado en cualquier instante.

$$\text{Humedad} = \left( \frac{M_{\text{MUESTRA}} - M_{\text{SECO}}}{M_{\text{SECO}}} \right) * 100$$

$$\text{Humedad} = \left( \frac{2037.1 - 2011.1}{2011.1} \right) * 100$$

Humedad=1,29%.

Como el contenido de humedad es menor (1.29%), a la capacidad de absorción (1.86%), no tiene un exceso de agua libre en el ripio es decir sus partículas están no se encuentran saturadas.

**Cuadro N° 2 Propiedades Físicas (Agregado grueso)**

<b>PROPIEDADES FISICAS.</b>	
▪ Módulo de finura	6.56%
▪ Densidad específico aparente	2.422 g/cm <sup>3</sup>
▪ Absorción	1.86 %
▪ Densidad suelta	1.245 g/cm <sup>3</sup>
▪ Densidad compactada	1.38 g/cm <sup>3</sup>
▪ Desgaste a la abrasión	25.61%

**Fuente: Ensayos realizados por el investigador**

## **AGREGADO FINO**

- Análisis granulométrico.

Según la clasificación obtenida con este material, en laboratorio esta tiende a los finos.

- Peso unitario suelto y compactado

El ensayo realizado cumple con los rangos, la densidad promedio suelta es 1.35 g/cm<sup>3</sup>, y la densidad promedio compactada es 1.60 g/cm<sup>3</sup>.

- Capacidad de Absorción CA).

La capacidad de absorción de un agregado es la cantidad máxima de agua expresado en porcentaje que puede absorber las partículas desde el estado sin humedad hasta llegar al estado SSS (saturado con la superficie seca) cuya fórmula es la siguiente:

$$CA = \left( \frac{M_{SSS} - M_{SECO}}{M_{SECO}} \right) * 100$$

$$CA = \left( \frac{503 - 486.5}{486.5} \right) * 100$$

$$CA = 3.39\%.$$

- Contenido de humedad.

Es la cantidad de agua expresada en % que tiene el agregado en cualquier instante.

$$\text{Humedad} = \left( \frac{M_{MUESTRA} - M_{SECO}}{M_{SECO}} \right) * 100$$

$$\text{Humedad} = \left( \frac{761.9 - 743.9}{743.9} \right) * 100$$

$$\text{Humedad} = 2.42\%.$$

Como el contenido de humedad es menor (2.42%), a la capacidad de absorción (3.39%), no tiene un exceso de agua libre en la arena es decir sus partículas no están saturadas.

- Contenido orgánico o Impurezas.

El material no posee materia orgánica alguna, hecho el ensayo de colorimetría, esto se debe a que es arena lavada.

**Cuadro N° 3 Propiedades Físicas (agregados Fino)**

<b>PROPIEDADES FISICAS.</b>	
▪ Módulo de finura	3.17%
▪ Densidad específico aparente	2.495 g/cm <sup>3</sup>
▪ Porcentaje de absorción	3.391 %
▪ Densidad suelta	1.35 g/cm <sup>3</sup>
▪ Densidad compactada	1.6 g/cm <sup>3</sup>
▪ Impureza orgánica	No posee.

**Fuente: Ensayos realizados por el investigador**

### 3.6.1.1 Diseño de la mezcla del hormigón patrón $f'c = 18$ Mpa

Parámetros de diseño  $f'c = 180$  kg/ cm<sup>2</sup>, 18 Mpa (método ACI 211.1)

**Cuadro N° 4 Parámetro de Diseños.**

<b>Días de curado</b>	<b>28 días</b>
Asentamiento o consistencia en el cono de Abrams	8 – 10 cm
Relación A/C	0.62
Cantidad de agua por m <sup>3</sup>	200 litros
Cantidad de cemento	322.58 Kg.
Sacos de cemento de 50 Kg/m <sup>3</sup>	6.45 sacos
Volumen absoluto del cemento	0.31 m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del ripio	0.67 m <sup>3</sup>
Volumen absoluto de la arena	0.61 m <sup>3</sup>
Porcentaje del ripio	51 %
Porcentaje de la arena	49 %
Tamaño máximo del ripio	3/4pulgada(19mm)

**Fuente: Ensayos realizados por el investigador**

La cantidad de agua no cambiara, el diseño se realiza con los agregados en estado seco.



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**TEMA:** DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c = 18$  Mpa.

**DOSIFICACION DE HORMIGON PATRON CON CEMENTO TIPO IP  
METODO ACI 211**

Fecha:	20/10/2013					
Fuente:	Grueso 1" Mina de Guayllabamba					
Tesista:	Edison Fernando Granja Bolaños					
<b>TIPO</b>		<b>CONSISTENCIA</b>				
BOMBEABLE	1	ASENTAMIENTO		1	3 - 5 cm	
NORMAL	2			2	8 - 10 cm	
				3	15 - 18 cm	
OPCION Nº	2	OPCION Nº		2		
<b>PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS</b>				<b>PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS</b>		
		RIPIO	ARENA	CEMENTO		
DENSIDAD REAL (g/cm³)				3,001	CEMENTO	Tipo IP
DENSIDAD COMPACTADA (g/cm³)		1,38	1,6		ARENA	Guayllabamba
DENSIDAD SUELTA (g/cm³)		1,245	1,35		RIPIO	Guayllabamba
TAMAÑO MAXIMO (pulg)		1			ADITIVO	Sin aditivo
% ABSORCION		1,83	3,391		ADITIVO	Sin aditivo
MODULO DE FINURA		6,16	3,17			0,62
% HUMEDAD		1,28	2,42			
PESO ESPECIFICO (g/cm³)		2,422	2,495		Relacion A/C	
<b>REQUERIMIENTO</b>						
$f'c$ :	18	Mpa	$f'c$ dis:	18,9	Mpa	
<b>RESULTADOS DE LA DOSIFICACION</b>					<b>DOSIFICACION PRUEBAS DE LABORATORIO</b>	
	<b>DOSIFICACION EN PESO</b>	<b>DOSIFICACION EN VOLUMEN</b>				
AGUA	200 kg	0,20 m³		4,143 kg		
CEMENTO	322,58 kg	0,31 m³		6,67 kg		
ARENA	824,87 kg	0,61 m³		17,07 kg		
RIPIO	828 kg	0,67 m³		17,14 kg		
TOTAL	3522,9 kg					
					3 CILINDROS	

### 3.6.1.2 Resultado de la compresión del hormigón patrón $f'c = 18$ Mpa



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c = 18$  Mpa.

#### COMPRESION EN CILINDROS DE HORMIGON PATRON

NORMA: A.S.T.M. C – 39 (NTE-INEN 1573:2010 1R)

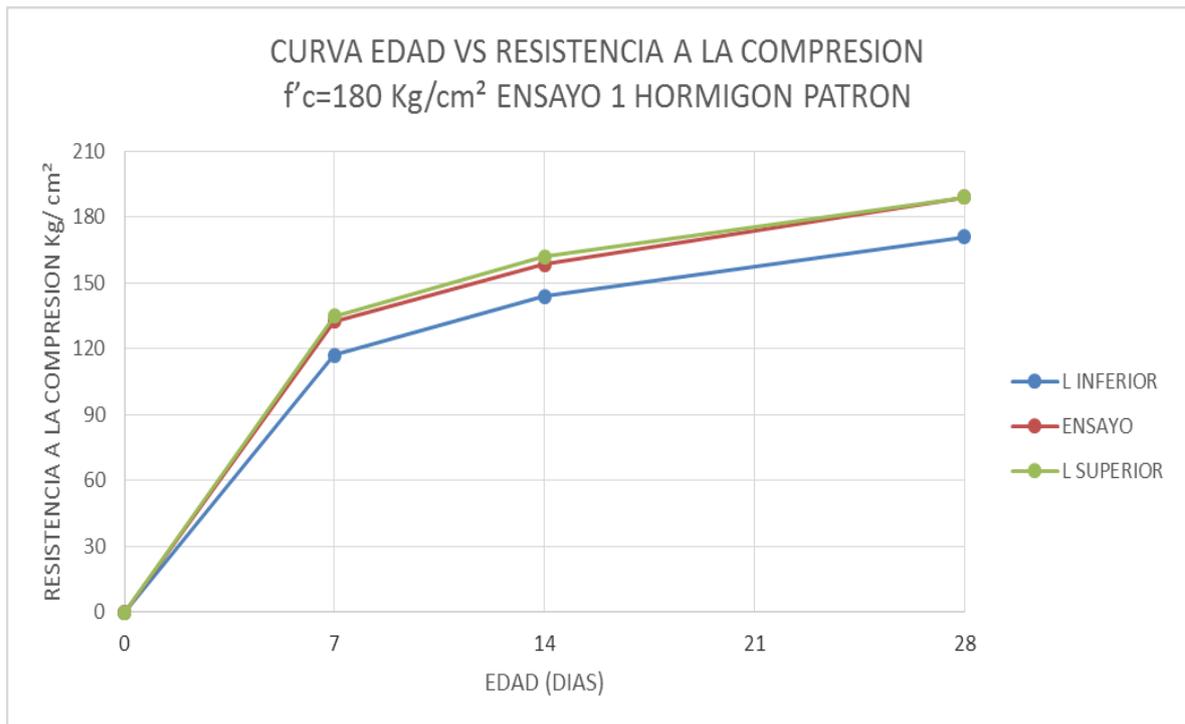
ORIGEN : GUAYLLABAMBA

FECHA: 12/08/2013

MARCA : TIPO IP

Nº	FECHA FABRICA	DESCRIPCION	FECHA ROTURA	EDAD	RESISTENCIA	PROMEDIO	
				(dias)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
1	11-jul-13	Dosificacion de hormigon = 18 Mpa	f'c	18-jul-13	7	133	132,5
						132	
2	11-jul-13	Dosificacion de hormigon = 18 Mpa	f'c	25-jul-13	14	159	158,5
						158	
3	11-jul-13	Dosificacion de hormigon = 18 Mpa	f'c	08-ago-13	28	188	189
						190	

**Grafica N° 1 Curva de f'c Vs tiempo hormigón patrón**



El diseño del hormigón patrón diseñado por el método ACI con los agregados de Guayllabamba cumple con la resistencia requerida en la investigación donde los valores de los límites inferior y superior son 65% al 75% a los 7 días, del 80% al 90% a los 14 días y del 95% al 105% de la resistencia requerida a los 28 días.

## CAPITULO IV

### 4.1 METODO PROPUESTO PARA EL DISEÑO DEL HORMIGON FLUORESCENTE

#### 4.1.1 Método ACI

El A.C.I. (American Concrete Institute) propone un procedimiento para encontrar las proporciones en que deben mezclarse los componentes para fabricar hormigón, el cual consiste en el uso de tablas donde se han establecido las cantidades de dichos elementos en función de las características impuestas. Las relaciones están basadas en experiencias de laboratorio con materiales de uso común y su aplicación solo pretende ser una primera aproximación en el cálculo de la dosificación para que produzca un hormigón de determinadas características. Las modificaciones finales deben realizarse en mezclas de prueba en las que, experimentalmente, se obtengan las cantidades finales del hormigón en las condiciones impuestas, tanto cuando está en estado plástico como cuando está endurecido.

A continuación se hará una descripción de las tablas utilizadas para la dosificación de mezclas.

**Tabla Nº2 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.**

<b>Tipo de Estructura</b>	<b>Rango (mm)</b>
Zapatas y Muros de Cimentación Reforzados	80 a 100
Cimentaciones Simples y Calzaduras	80 a 100
Vigas y Muros Armados	80 a 100
Columnas	80 a 100
Muros y Pavimentos	50 a 80
Concreto Ciclópeo Masivo	30 a 50

**Fuente: ACI 211.1**

Estos asentamientos se pueden incrementar de acuerdo al aditivo empleado, a condición de que se mantenga constante la relación agua/cemento o agua-material cementante, para esto hay que tomar en cuenta el agua que contenga el aditivo. No es aplicable para hormigón autonivelante (con superfluidificantes).

La compactación o consolidación del hormigón debe realizarse mediante vibradores de alta frecuencia.

Ésta tabla recomienda los asentamientos máximos y mínimos, medidos en el Cono de Abrams, para los tipos de estructura más comunes. Aun cuando los asentamientos, como medida indirecta de la trabajabilidad de las mezclas, no forma parte de los Reglamentos de Construcción, se pueden encontrar recomendaciones para los tipos de obras más comunes en diferentes tratados sobre este tema y en todo caso, es el calculista de la estructura quien debería imponer esta condición, en base a su experiencia personal. A falta de esos datos, los de esta tabla pueden servir como guía. Hay que recordar que se debe emplear las mezclas más consistentes (menor asentamiento) que permitan un adecuado colado y compactación en obra. Las mezclas muy húmedas producen segregación, falta de homogeneidad y poca resistencia a la intemperie. Por otro lado, las mezclas con muy poca cantidad de humedad son difíciles de manejar, requieren un enorme trabajo para manipularlas y también pueden sufrir segregación al faltarles adherencia con el mortero, por eso, la tabla recomienda valores máximos y mínimos.

**Tabla Nº 3 Tamaño máximo del granulado recomendado para varios tipos de construcción.**

Dimensión mínima de la sección (A) mm	TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO (mm)			
	Paredes vigas y columnas reforzadas	Muro sin refuerzo	Losas fuertemente armadas	Losas ligeramente armadas
60 a 130	13 a 19	20	20 a 25	19 a 38
150 a 280	19 a 38	38	38	38 a 76
300 a 740	38 a 76	76	38 a 76	76
750 o más	38 a 76	150	38 a 76	76 a 150

Fuente: ACI 211.1

El tamaño máximo de las partículas está generalmente condicionado por la sección transversal de la estructura: un quinto de la menor dimensión de la sección transversal A; tres cuartos del espacio libre entre hierros S; un tercio del peralte de la losa o el recubrimiento de los hierros t. Para resistencias a la compresión bajas y para que la mezcla sea económica, es conveniente emplear el tamaño más grande que nos permitan esas limitaciones y el equipo disponible en la obra, pues a igualdad de volumen, las partículas más grandes

tienen menor superficie para ser recubierta por la pasta agua/cemento. Para resistencias medias (entre 25 y 40 MPa) es más conveniente utilizar agregados de no más de 25 mm de tamaño nominal, independiente de las dimensiones de la sección transversal de la estructura.

Para hormigones de elevadas resistencias a la compresión (mayores a 40 MPa), la adherencia de la pasta con los agregados adquiere enorme importancia; la economía de la mezcla pasa a un segundo plano. En estos casos es necesario aumentar la superficie de adherencia, especialmente de las partículas del agregado grueso reduciendo su tamaño nominal a menos de 25 mm y sus superficies deben ser rugosas, es decir obtenidas por trituración de las rocas.

**Tabla Nº 4 Cantidades aproximadas de agua de mezclado que se requiere para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado grueso.**

Asentamiento (mm)	Agua: litros por m <sup>3</sup> de hormigón para los tamaños máximos de grava indicados en mm							
	10	12,5	20	25	38	50	70	150
<b>HORMIGON SIN AIRE INCLUIDO</b>								
20 a 50	205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100	225	215	200	195	175	170	160	140
100 a 150	240	230	210	205	185	180	170	160
Cantidad aproximada de aire atrapado %	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
<b>HORMIGON SIN AIRE INCLUIDO</b>								
20 a 50	180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100	200	190	180	175	160	155	150	135
100 a 150	215	205	190	185	170	165	160	...
<b>CONTENIDO DE AIRE TOTAL PROMEDIO RECOMENDADO PARA EL NIVEL DE EXPOSICION.</b>								
Benigno	4,50	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00
Moderado	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5
Riguroso	7,50	7,00	6,00	6,00	5,50	5,00	4,50	4,00

Fuente: ACI 211.1

Las cantidades de agua de mezclado dadas para hormigón con aire incluido están basadas en requisitos de contenido de aire total típicos como se muestran para "exposición moderada" en la tabla de arriba. Estas cantidades de agua de mezclado deben usarse para calcular los contenidos de cemento para mezclas de prueba que se encuentre a temperaturas de 20 hasta 25 °C. Son las máximas para agregados angulares razonablemente bien formados graduados dentro de los límites de especificaciones aceptadas. El agregado grueso redondeado generalmente requerirá 18 kg menos de agua para

hormigón sin inclusión de aire y 15 kg menos para hormigón con inclusión de aire. Los aditivos empleados como reductores de agua, ASTM C 494, también pueden reducir el agua de mezclado en 5 % o más. El volumen de los aditivos líquidos es incluido como parte del volumen total del agua de mezclado.

Los valores de asentamiento para hormigón que contiene agregados mayores a 40 mm, están basados en ensayos de asentamiento realizados después de retirar las partículas mayores a 40 mm por tamizado húmedo.

Estas cantidades de agua de mezclado deben usarse para calcular los factores cemento para mezclas de prueba cuando se usan normalmente tamaños máximos de agregado de 75 mm o 150 mm. Son promedios para agregados gruesos bien formados, bien graduados desde los gruesos hasta los finos.

Recomendaciones adicionales para contenido de aire y tolerancias necesarias en el contenido de aire para control en el campo están dadas en un número de documentos, incluyendo ACI 201, 345, 318, 301 y 302. El ASTM C94 para hormigón premezclado también da límites de contenido de aire. Los requisitos que se dan en otros documentos pueden no siempre estar de acuerdo, de manera que, al dosificar hormigón deben tomarse consideraciones para seleccionar un contenido de aire que cumpla con las necesidades de la obra y también cumpla las especificaciones aplicables.

Para hormigón que contenga agregados grandes que serán tamizados en húmedo sobre el tamiz de 40 mm, antes de ensayarlo para contenido de aire, el contenido de aire esperado en el material más pequeño que 40 mm, deberá ser el tabulado en la columna de 40 mm. Sin embargo los cálculos de las proporciones iniciales deberán incluir el contenido de aire como un porcentaje del total.

Al usar granulados grandes en hormigón con bajo factor cemento, la inclusión de aire no requiere ser perjudicial para la resistencia. En la mayoría de los casos los requerimientos de agua se reducen suficientemente para mejorar la relación agua/cemento y así compensar el efecto de reducción de resistencia del hormigón con aire incorporado. Generalmente entonces para estos tamaños nominales grandes de agregado, los contenidos de aire

recomendados para exposiciones extremas deberán ser considerados aun cuando pueda haber muy poca o ninguna exposición a humedecimiento y congelación.

Estos valores están basados en el criterio de que el nueve por ciento de aire se necesita en la fase de mortero del hormigón. Si el volumen de mortero fuera sustancialmente diferente del determinado en esta práctica recomendada, podría ser deseable calcular el contenido de aire necesario tomando el nueve por ciento del volumen de mortero real.

La cantidad de agua por metro cúbico de hormigón para producir una mezcla de la consistencia deseada, depende de varios factores: el tamaño máximo de las partículas, su forma y textura, graduación de los dos agregados, de la cantidad de cemento y del aire atrapado accidentalmente o incluido a propósito. Las cantidades de agua indicadas en esta tabla, son suficientemente aproximadas para agregados bien graduados y de formas angulares prismáticas (piedra triturada) y cuando se emplea arena natural de partículas redondeadas. Si no se obtiene el asentamiento deseado y se requiere más agua, significa que los agregados tienen una forma y/o graduación desfavorable: formas alargadas o lajosas, superficies muy rugosas y porosas y curva granulométrica que tienda al límite de los finos. En estos casos, se debe añadir pasta agua/cemento en la proporción indicada por la relación agua/cemento, de manera de mantenerla constante.

El autor recomienda que se siga el procedimiento arriba indicado, aun cuando en ensayos de laboratorio se obtengan resistencias sobre las especificadas, para asegurarnos contra la falta de uniformidad de los materiales en la obra y otros factores imprevistos, es decir, en ningún caso se debe añadir solamente agua a la mezcla.

Si se emplean cantos rodados, las partículas redondeadas y lisas requieren menos agua que la indicada en la tabla. En estos casos se aconseja no disminuir la cantidad de cemento, para compensar la menor superficie de adherencia de la pasta con el agregado y otros factores negativos. Por ejemplo, si se tiene un canto rodado ("grava") y un agregado angular prismático ("ripio"), ambos similarmente graduados y de buena calidad, generalmente producirán

hormigones de aproximadamente la misma resistencia a la compresión para el mismo factor cemento y el mismo asentamiento, a pesar de tener diferente cantidad de agua por metro cúbico, lo que implica diferente relación agua/cemento (menor para el hormigón con grava).

**Tabla Nº 5 Relaciones agua/cemento máximas permisibles para el hormigón en condiciones de exposición severa**

Tipo de estructura	Estructura continua o frecuentemente húmeda y expuesta a congelación y deshielo**	Estructura puesta a agua de más o sulfatos
Secciones delgadas (pasamanos, umbrales, losetas, obras ornamentales) y secciones con menos de 5 mm de recubrimiento del acero	0,45	0,40***
Todas las estructuras	0,50	0,45***

Fuente: ACI 201.2R

\* Basada en ACI 201.2R.

\*\* El hormigón también debe tener aire incorporado.

\*\*\* Si se emplea un cemento resistente a los sulfatos (Tipo II o Tipo V de ASTM C150) la relación agua/cemento permisible puede ser incrementada en 0,05.

Si se emplean cementos compuestos como el portland puzolánico tipo IP (ASTM C 595, INEN 490), la relación agua/cemento debe seleccionarse en base a las exigencias de resistencia a la compresión y trabajabilidad, para cualquier tipo de obra, si las condiciones de exposición ambiental no son muy severas, pues estos cementos, por las adiciones minerales activas, contrarrestan los ataques químicos como la acción de los sulfatos y la reactividad álcali-sílice moderadas.

La relación agua/cemento debe seleccionarse de acuerdo a las exigencias de resistencia a la compresión promedio requerida ( $f'_{cr}$ ) y de las condiciones de exposición ambiental. La calidad del hormigón de una estructura depende, no solamente de su resistencia a los esfuerzos de compresión y corte, sino

también de su "durabilidad" o resistencia a la acción de agentes atmosféricos y otros agentes agresivos.

Para cuidar la resistencia a los agentes atmosféricos u otras sollicitaciones, frecuentemente se incluye entre las condiciones de diseño, un "factor cemento" mínimo, es decir una cantidad mínima de cemento por cada metro cúbico de hormigón. Sabemos que la resistencia y durabilidad de un hormigón dependen de muchos factores, incluyéndose entre ellos la forma de mezclar, colocar en obra, compactación, temperatura y tiempo de curado, calidad de los ingredientes, etc. Si todas estas variables están adecuadamente controladas, las características de resistencia y durabilidad dependen, casi exclusivamente, de la calidad de la pasta agua/cemento.

La Tabla Nº 5 nos indica cuales deben ser las relaciones agua/cemento máximas permisibles para diferentes condiciones de exposición y tipos de obras. En muchos casos, esta exigencia prevalecerá sobre la de la resistencia a la compresión.

Cuando el hormigón vaya a estar expuesto a la acción de aguas saladas o sulfatadas, o suelos con sulfatos, se recomienda emplear cementos resistentes a los sulfatos como el tipo V o por lo menos el tipo II. Pero, si no hay esta posibilidad, la adición de aire y/o una relación agua/cemento baja utilizando el cemento tipo I o tipo IP, puede producir un hormigón que soporte esas condiciones

**Tabla Nº 6 Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación agua/cemento (\*)**

Resistencia a la compresión a los 28 días - MPa	Relación agua/material cementante en masa	
	Hormigón sin aire incluido	Hormigón con aire incluido
45	0,43	...
40	0,46	...
35	0,50	0,35
30	0,54	0,43
25	0,58	0,48
22	0,60	0,53

**Fuente: ACI 211.1**

(\*) Éstas son resistencias promedio para hormigones que contengan no más que los porcentajes de aire atrapado o aire total incluido indicados en la Tabla Nº 4.

Para una relación Agua/Cemento constante, la resistencia del hormigón disminuye cuando el contenido de aire aumenta. Para contenidos de aire mayores que los de la Tabla Nº 6 las resistencias serán proporcionalmente menores que las indicadas en esta tabla.

Las resistencias están basadas en ensayos de compresión de probetas cilíndricas de 150 x 300 mm (6 x 12 pulgadas), curadas húmedas bajo condiciones estándar durante 28 días (A.S.T.M. C 31, C 39, C 192) y tamaños máximos del granulado de 20 a 38 mm.

Si se impone un factor de cemento mínimo y este es mayor que el obtenido según el procedimiento indicado más arriba, se debe calcular la relación A/C con el factor impuesto y encontrar en la Tabla Nº 9 la resistencia que se espera obtener.

La selección de las proporciones debe basarse en cualquiera de las condiciones impuestas: condiciones de exposición ambiental, resistencia a la compresión o factor cemento; la que requiera la menor relación A/C.

**Tabla N° 7 Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación agua/cemento para cementos Portland Puzolanicos**

RESISTENCIA PROBABLE A LOS 28 DÍAS (MPa)	RELACIÓN AGUA / CEMENTO
45	0,37
42	0,40
40	0,42
35	0,47
32	0,51
30	0,52
28	0,53
25	0,56
24	0,57
21	0,58
18	0,62
15	0,70

**Fuente: ACI 211.1**

**Tabla N° 8 Volumen aparente seco y compactado de granulado grueso por unidad de volumen de hormigón**

Tamaño máximo de la grava (mm)	Volumen Aparente de la Grava Seca y Compactada para diferentes Módulos de Finura de la Arena (m³)						
	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
10,0	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
12,5	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53
20,0	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60
25,0	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65
38,0	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70
50,0	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72
70,0	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75
150,0	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81

**Fuente: ACI 211.1**

Las cantidades representan el volumen aparente, compactado del agregado grueso seco al aire ambiente que se obtiene de acuerdo al método de ensayo A.S.T.M. C 29. Estos valores se han obtenido de relaciones empíricas para producir hormigones con una trabajabilidad adecuada para construcciones reforzadas comunes. Para mezclas que requieran menos plasticidad como la

empleada en la construcción de pavimentos, los volúmenes de agregado grueso se pueden incrementar en alrededor de un 10%. Para hormigón transportado por bombas, en donde se requiere mayor manejabilidad, los valores se deben reducir en un porcentaje que depende del equipo empleado.

#### **4.1.2 Dosificación para el hormigón fluorescente**

En ésta fase se definirá la dosificación de los agregados que deben combinarse para cumplir con las condiciones de resistencia planteadas de hormigón fluorescente.

T.M N. = 3/4"

Densidad real del cemento = 3.001 g/cm<sup>3</sup>

#### **PROCEDIMIENTO:**

1. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.

De la tabla 2, ubicada en la página 51 se escoge un asentamiento de: 80 mm, para la elaboración de esta mezcla de prueba de hormigón, hemos tomado en cuenta que, con mayor frecuencia se fabrica con este material: fundaciones, zapatas simples, losas, vigas, columnas de edificaciones; por ende, se escogió el asentamiento ya propuesto.

2. Tamaño máximo del agregado, recomendado para varios tipos de construcción.

De la granulometría realizada en el laboratorio se obtiene el tamaño nominal máximo del agregado grueso siendo de ¾" (19 mm), por tanto no se usa esta tabla N° 3 ubicada en la página 52 porque no existen secciones para pavimentos.

3. Cantidades aproximadas de agua de mezclado que se requieren para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado grueso.

De la Tabla N° 4 ubicada en la página 53 se obtiene la cantidad de agua para un asentamiento de 80 mm, T.N.M. de 19 mm y hormigón sin inclusión de aire.

Cantidad de agua para el asentamiento = 200 litros/m<sup>3</sup>

Cantidad aproximada de aire atrapado en la mezcla = 2,0 %

4. Relaciones agua/cemento máximas permisibles para hormigón en condiciones de exposición severa.

No existen condiciones de exposición severas.

5. Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación Agua/Cemento.

Por condiciones de diseño, de la Tabla N° 7 en la página 59 se escoge:

Relación agua/cemento = **0,62**

6. Volumen aparente seco y compactado de agregado grueso por unidad de volumen de hormigón.

De la tabla N° 8 ubicada en la página 59 se obtiene el volumen de agregado grueso

Módulo de finura de la arena = 3

Volumen de agregado grueso = 0.60 m<sup>3</sup>

## 7. Volúmenes reales para 1m<sup>3</sup>

### 7.1 Calculo del factor cemento

$$a/c = 0,62$$

$$\text{Agua} = 200 \text{ dcm}^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Agua}}{a/c}$$

$$\text{Cemento} = \frac{200}{0,62}$$

$$\text{Cemento} = 322,58 \text{ kg}$$

### 7.2 Cálculo de la masa de agregado grueso:

$$V(\text{agregado grueso}) = 600 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{ag. grueso}) = V(\text{ag. grueso}) * \delta_{ap} \text{ compactada}(\text{ag. grueso})$$

$$M(\text{ag. grueso}) = 600 \text{ dm}^3 * 1,38 \text{ kg/dm}^3$$

$$\text{Masa agregado grueso} = 828 \text{ Kg}$$

### 7.3 Tabulación de resultados:

**Cuadro Nº 5 Tabulación de resultados para volúmenes reales de 1m<sup>3</sup>**

MATERIAL	MASA	DENSIDAD	VOLUMEN REAL
	Kg	g/cm <sup>3</sup>	dcm <sup>3</sup>
AGUA	200	1	200
CEMENTO	322,58	3	107,53
RIPIO	828	2,422	341,87
AIRE 2%			20
$\Sigma(\text{Volumen de solidos})$			669,39
ARENA (Volumen)			330,61

**Fuente: Edison Granja**

### 7.4. Masa de la arena.

$$M \text{ arena} = V \text{ arena} * D_{ss}(\text{arena})$$

$$M \text{ arena} = 330,61 \text{ dcm}^3 * 2,495 \text{ Kg/dcm}^3$$

M arena = 824.87 Kg

## 8. Dosificación al peso

**Cuadro N° 6 Dosificación en peso**

Material	Dosificación en Peso (Kg)	Relación
Agua	200	0,62
Cemento	322,58	1
Arena	828	2,56
Ripio	824,87	2,57

**Fuente: Edison Granja**

## 9. Dosificación en volumen

**Cuadro N° 7 Dosificación en volumen**

Material	Dosificación en Volumen (m³)	Relación
Agua	0,2	0,64
Cemento	0,31	1
Arena	0,61	2,06
Ripio	0,67	2,16

**Fuente: Edison Granja**

Se recomienda que los cilindros a utilizar sean cilindros estándar, con una relación 2:1, es decir: 2H: 1D.

Dónde:

H = 30 cm = Altura del cilindro;

D = 15 cm = Diámetro del cilindro.

$$V \text{ cilindro} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H$$

$$V \text{ cilindro} = \frac{\pi \times 15^2}{4} \times 30$$

$$V \text{ cilindro} = 5301.44 \text{ cm}^3.$$

Densidad del Hormigón = 2.40 ton/m³

M cilindro = 12.723 Kg

M cilindro adoptado= 15,00 Kg

10. Cantidad de Hormigón.

En ésta fase de prueba, se utilizaron 3 cilindros de aproximadamente 15 Kg. de capacidad, por lo cual valores obtenidos previamente serán ajustados a esta cantidad de material:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad} &= 15 \times 3 = 45 \text{ kg} \\ 0.62x + x + 2.56x + 2.57x &= 45 \text{ g} \\ \text{Cemento } x &= 6.67 \end{aligned}$$

**Cuadro Nº 8 Dosificación para 45 kg (3 cilindros)**

Material	Dosificación en Peso (Kg)	Relación
Agua	4,12	0,62
Cemento	6,67	1
Arena	17,05	2,56
Ripio	17,14	2,57

**Fuente: Edison Granja**

#### **4.1.3 Concentraciones de Pigmento Fluorescente**

Para el planteamiento de las concentraciones de pigmento fluorescente a utilizar en la investigación, se ha tomado como punto de partida pequeñas cantidades de pigmento y se seguirá aumentando a partir de 30g, 60g, 90g, 100g, 150g, 200g, y 500g. Se evaluará estas cantidades sin variar la dosificación del hormigón.

Modo de empleo: Se adiciona en la dosis recomendada a la mezcla seca de cemento y arena (antes de colocar el agua) .Recomendaciones: La uniformidad de la dosis y de la calidad de los materiales usados en el hormigón, es importante tener en cuenta las condiciones atmosféricas durante la aplicación

la temperatura y humedad relativa influyen en la calidad del acabado (Manual de Sika 2012)

A continuación se presenta la dosificación del hormigón con el pigmento fluorescente para un cilindro se obtiene del cuadro N° 8 dividido para 3.

**Cuadro N° 9 Dosificación en peso para un cilindro con pigmento fluorescente**

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1 CILINDRO					
RESISTENCIA	AGUA	CEMENTO	ARENA	RIPIO	PIGMENTO FLUORESCENTE
	Kg	Kg	Kg	Kg	gr
f'c = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	1,38	2,22	5,69	5,71	30
	1,38	2,22	5,69	5,71	60
	1,38	2,22	5,69	5,71	90
	1,38	2,22	5,69	5,71	100
	1,38	2,22	5,69	5,71	150
	1,38	2,22	5,69	5,71	200
	1,38	2,22	5,69	5,71	500

**Fuente: Edison Granja**

Determinadas las dosificaciones para el hormigón fluorescente se realizan los cilindros para el ensayo a compresión a 7, 14 y 28 días a continuación de muestra el cuadro de resultados de las compresiones y curvas edad vs resistencia del hormigón con pigmento.

#### 4.1.4 Diseño del hormigón fluorescente



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c = 18$  Mpa.

#### DOSIFICACION DEL HORMIGON FLUORESCENTE METODO ACI 211

Fecha:	20/10/2013				
Fuente:	Grueso 1" Mina de Guayllabamba				
Tesista:	Edison Fernando Granja Bolaños				
TIPO	CONSISTENCIA			PIRMENTO	
BOMBEABLE	1	ASENTAMIENTO		1	3 - 5 cm
NORMAL	2			2	8 - 10 cm
				3	15 - 18 cm
OPCION N°	2	OPCION N°			2
					30g      100g
					60g      150g
					90g      200g
					500g
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS				PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS	
	RIPIO	ARENA	CEMENTO		
DENSIDAD REAL (g/cm³)			3,001	CEMENTO	Tipo IP
DENSIDAD COMPACTADA (g/cm³)	1,38	1,6		ARENA	Guayllabamba
DENSIDAD SUELTA (g/cm³)	1,245	1,35		RIPIO	Guayllabamba
TAMAÑO MAXIMO (pulg)	1			ADITIVO	Sin aditivo
% ABSORCION	1,83	3,391		ADITIVO	Sin aditivo
MODULO DE FINURA	6,16	3,17			0,62
% HUMEDAD	1,28	2,42			
PESO ESPECIFICO (g/cm³)	2,422	2,495		Relacion A/C	
REQUERIMIENTO					
$f'c$ :	18	Mpa	$f'c$ dis:	18,9	Mpa
RESULTADOS DE LA DOSIFICACION				DOSIFICACION PRUEBAS DE LABORATORIO	
	DOSIFICACION EN PESO	DOSIFICACION EN VOLUMEN			
AGUA	200 kg	0,20 m³		4,12 kg	
CEMENTO	322,58 kg	0,31 m³		6,67 kg	
ARENA	824,87 kg	0,61 m³		17,05 kg	
RIPIO	828 kg	0,67 m³		17,14 kg	
TOTAL	3522,9 kg				
				3 CILINDROS	

TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c=18$  Mpa.

**COMPRESION DE CILINDROS DE HORMIGON CON FLUORESCENCIA**

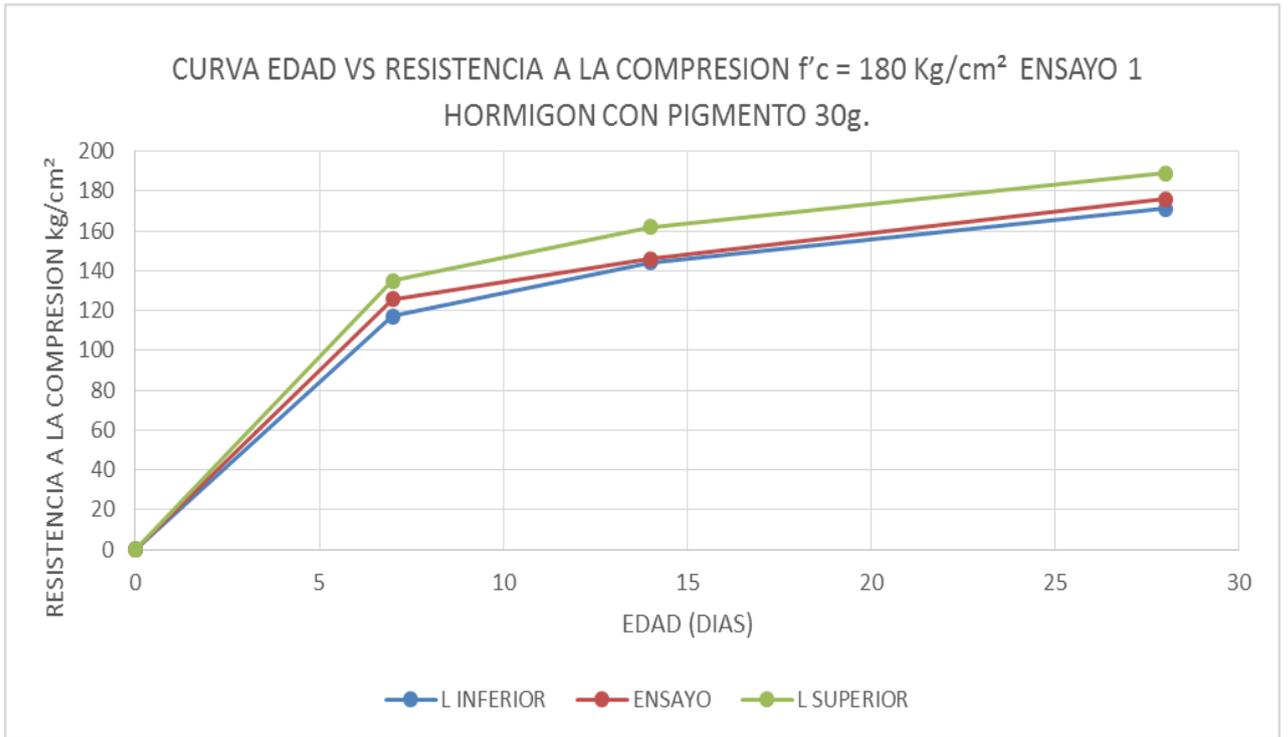
NORMA: A.S.T.M. C – 39 (NTE-INEN 1573:2010 1R)

ORIGEN : GUAYLLABAMBA  
TIPO IP

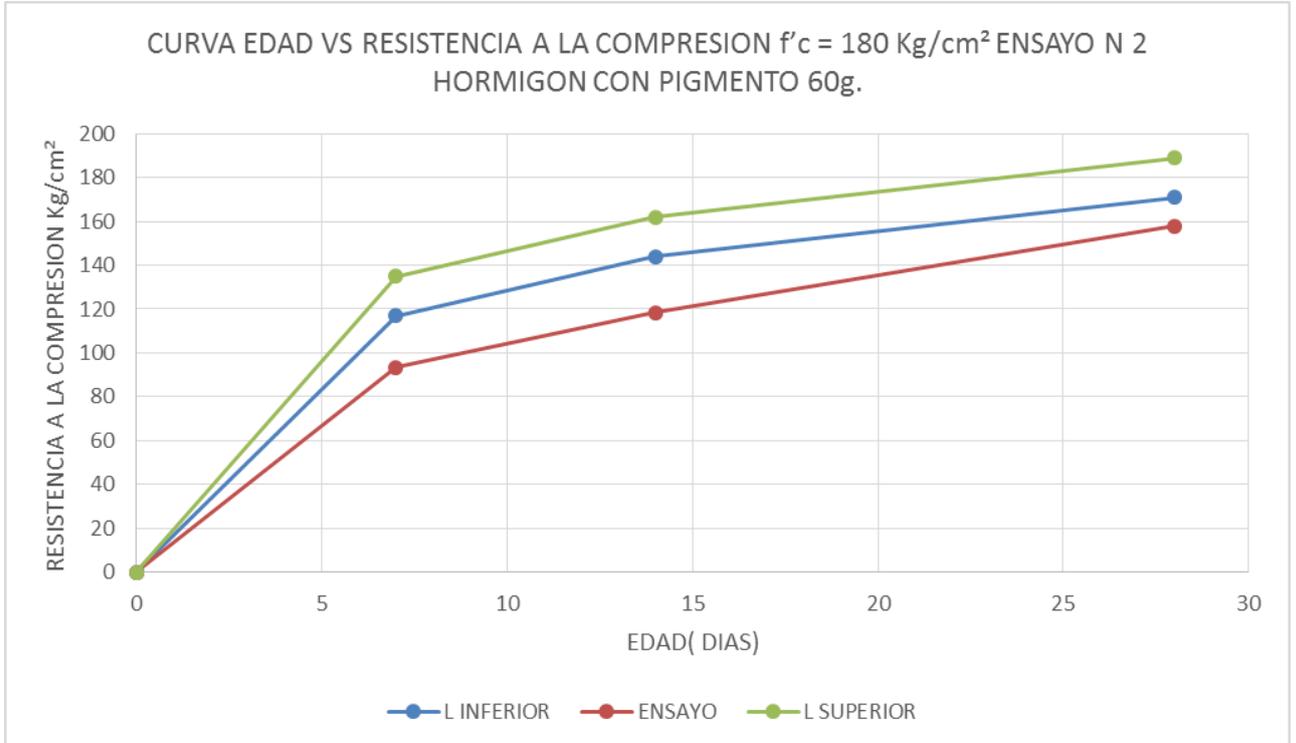
FECHA: 29/10/2013

ENSAYO Nº	FECHA FABRICA	DESCRIPCION	CANTIDAD DE PIGMENTACION (gr)	FECHA ROTURA	EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA COMPRESION	PROMEDIO
					(días)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	01-oct-13	Dosificacion de hormigón $f'c= 18$ Mpa	30	08-oct-13	7	125	126	125,5
				15-oct-13	14	145	147	146
				29-oct-13	28	175	177	176
2	01-oct-13	Dosificacion de hormigón $f'c= 18$ Mpa	60	08-oct-13	7	95	92	93,5
				15-oct-13	14	120	117	118,5
				29-oct-13	28	158	158	158
3	01-oct-13	Dosificacion de hormigón $f'c= 18$ Mpa	90	08-oct-13	7	78	80	79
				15-oct-13	14	100	101	100,5
				29-oct-13	28	137	139	138
4	01-oct-13	Dosificacion de hormigón $f'c= 18$ Mpa	100	08-oct-13	7	54	52	53
				15-oct-13	14	89	86	87,5
				29-oct-13	28	120	118	119
5	01-oct-13	Dosificacion de hormigón $f'c= 18$ Mpa	150	08-oct-13	7	27	29	28
				15-oct-13	14	54	57	55,5
				29-oct-13	28	85	86	85,5
6	01-oct-13	Dosificacion de hormigón $f'c= 18$ Mpa	200	08-oct-13	7	18	17	17,5
				15-oct-13	14	38	37	37,5
				29-oct-13	28	57	55	56
7	01-oct-13	Dosificacion de hormigón $f'c= 18$ Mpa	500	08-oct-13	7	7	8	7,5
				15-oct-13	14	18	19	18,5
				29-oct-13	28	30	31	30,5

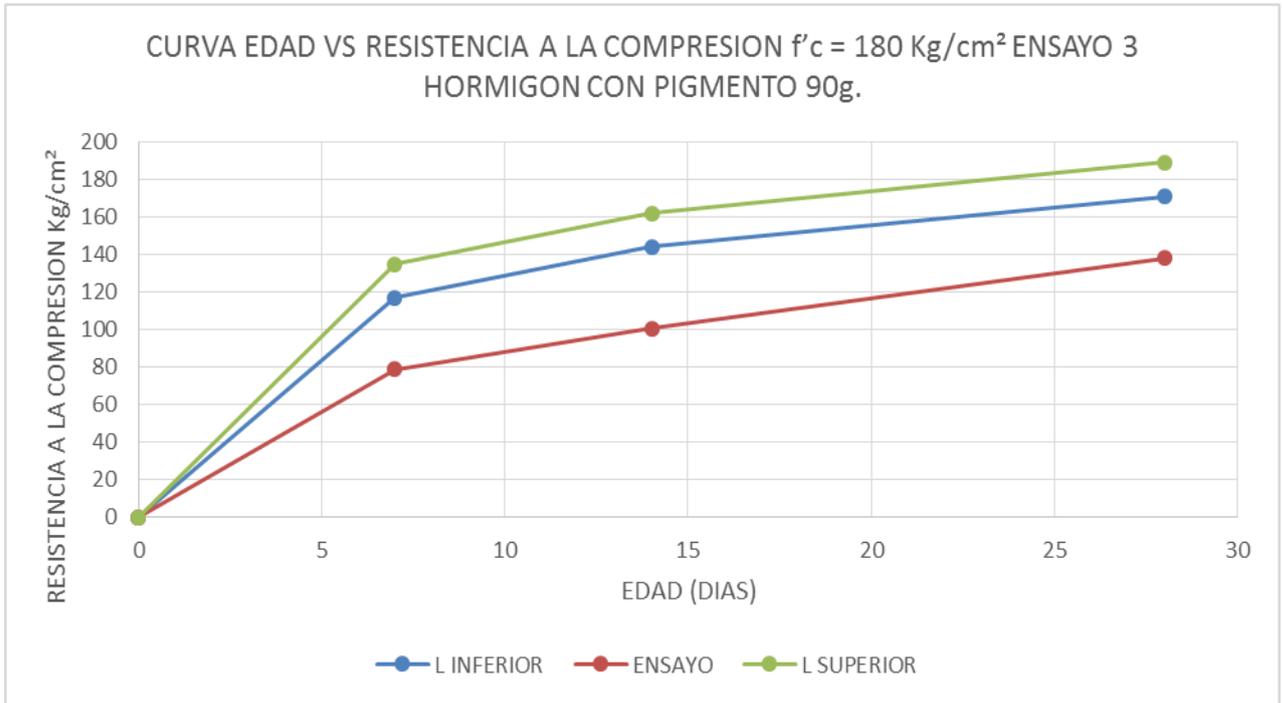
**Grafica N° 2 Curva de f'c Vs tiempo hormigón con pigmento 30g.**



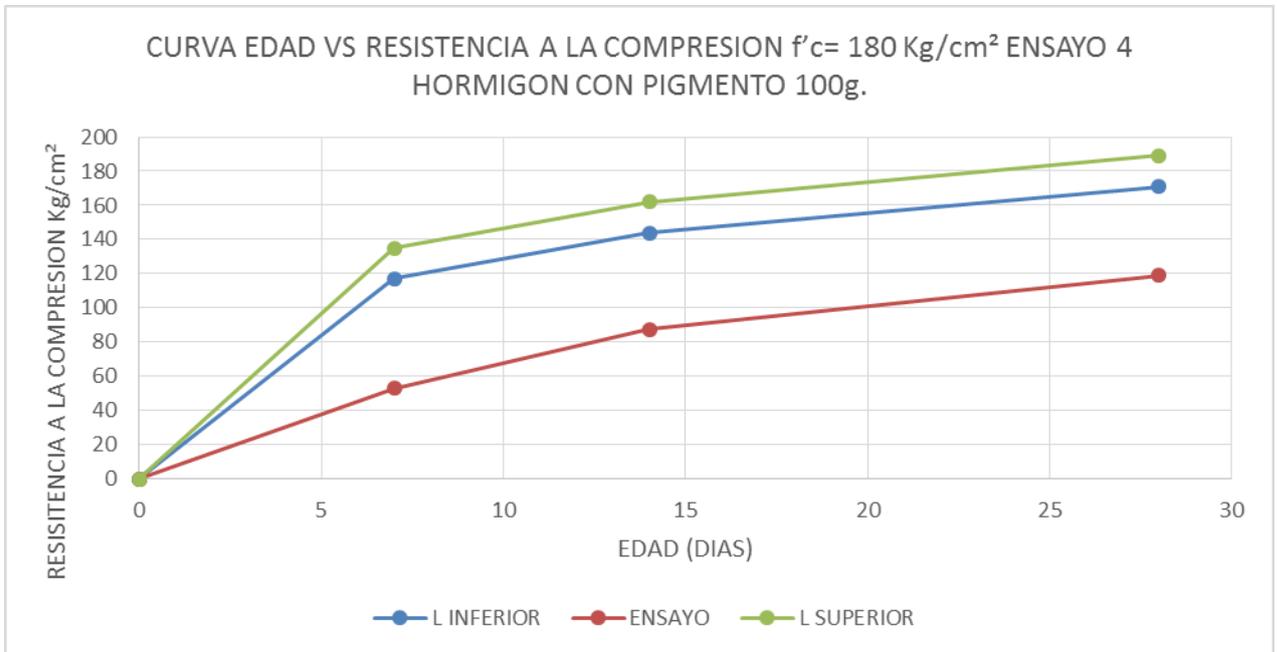
**Grafica N° 3 Curva de f'c Vs tiempo hormigón con pigmento 60g.**



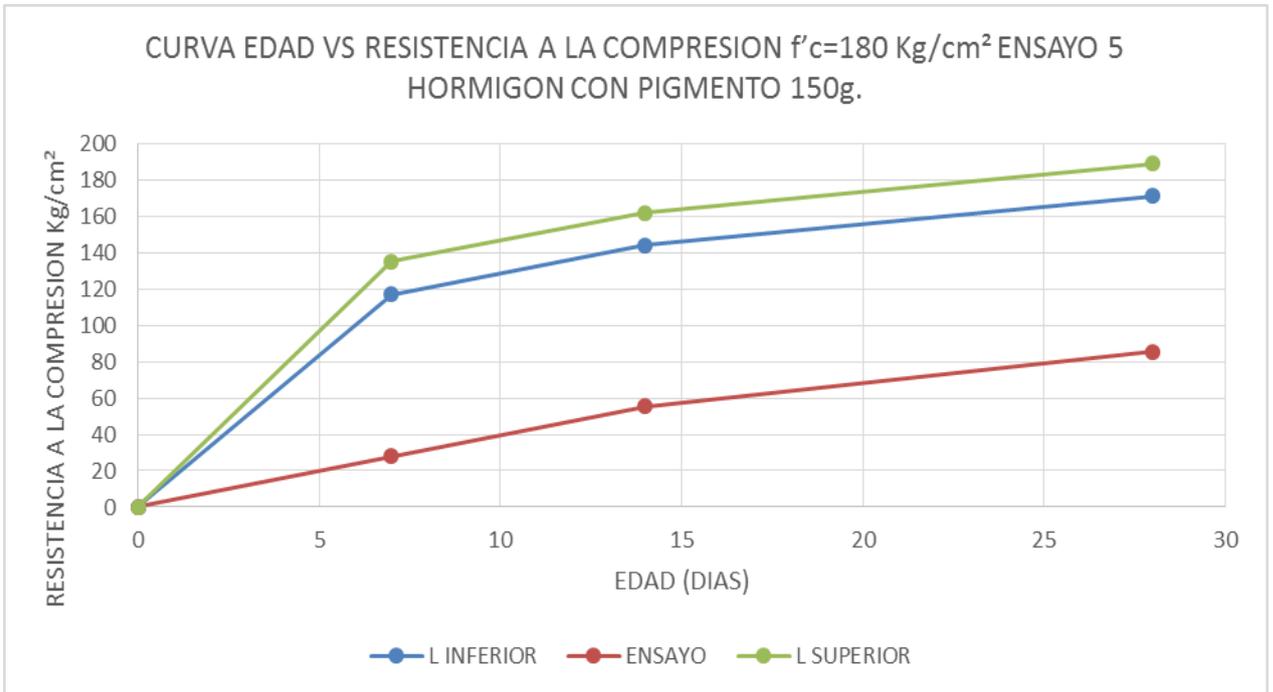
**Grafica N° 4 Curva de f'c Vs tiempo hormigón con pigmento 90g.**



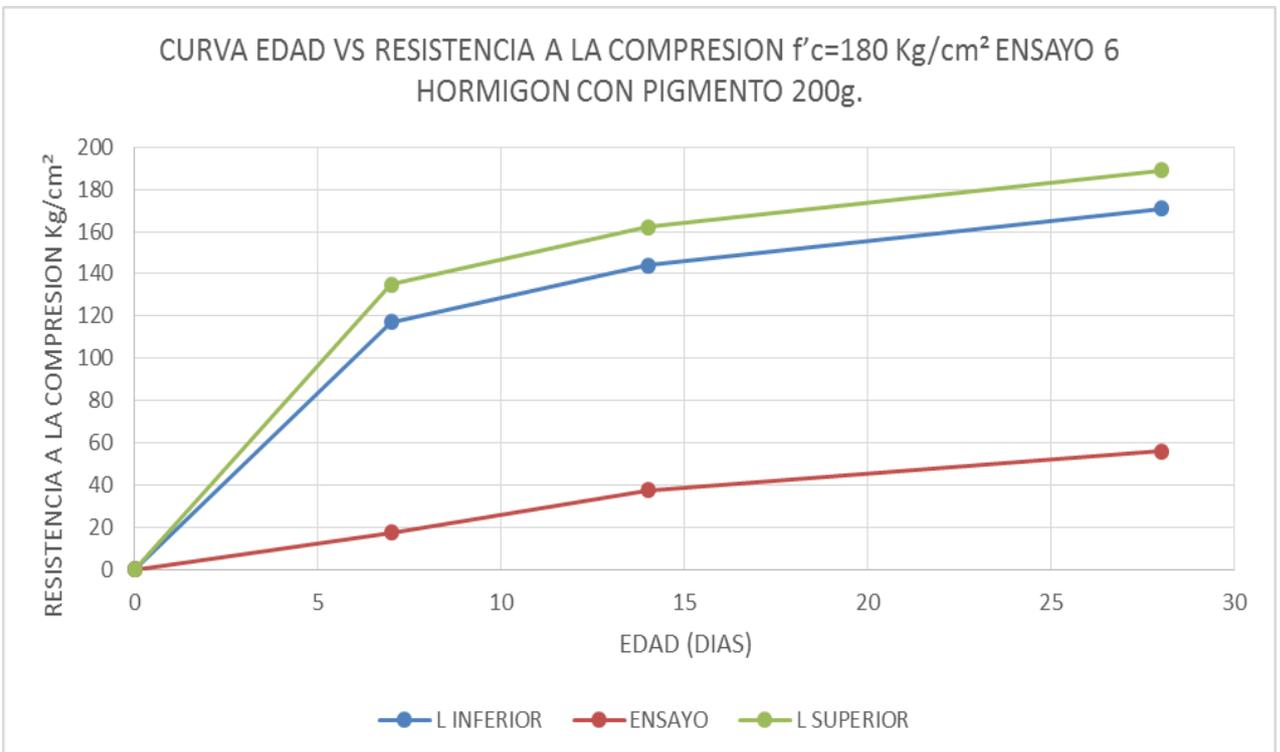
**Grafica N° 5 Curva de f'c Vs tiempo hormigón con pigmento 100g.**



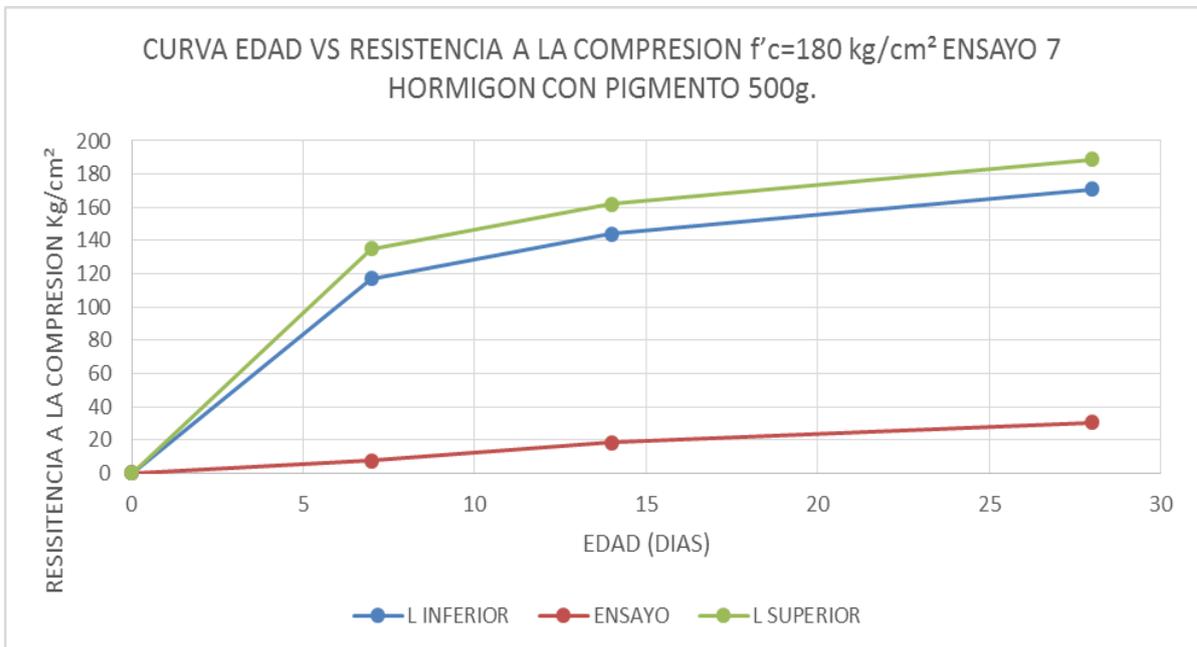
**Grafica N° 6 Curva de f'c Vs tiempo hormigón con pigmento 150g**



**Grafica N° 7 Curva de f'c Vs tiempo hormigón con pigmento 200g**



**Grafica Nº 8 Curva de f'c Vs tiempo hormigón con pigmento 500g**

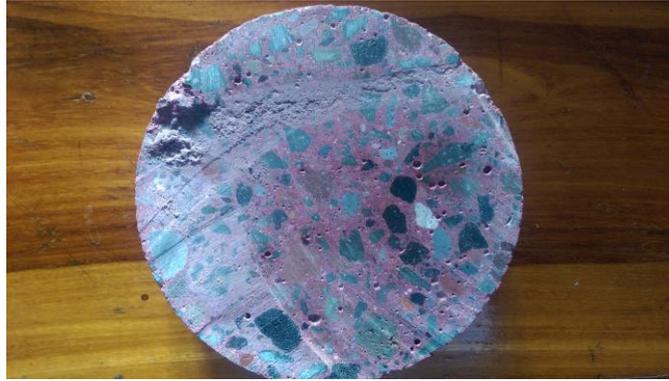


El hormigón fluorescente diseñado con 30g de pigmento cumple con la resistencia, comprobada en la gráfica dentro de los rangos, los demás diseños de hormigón fluorescente no cumplen con la resistencia de diseño ahora vamos a verificar la luminosidad y tonalidad del hormigón fluorescente que lo hacemos a través de una inspección visual de unos núcleos de hormigón.

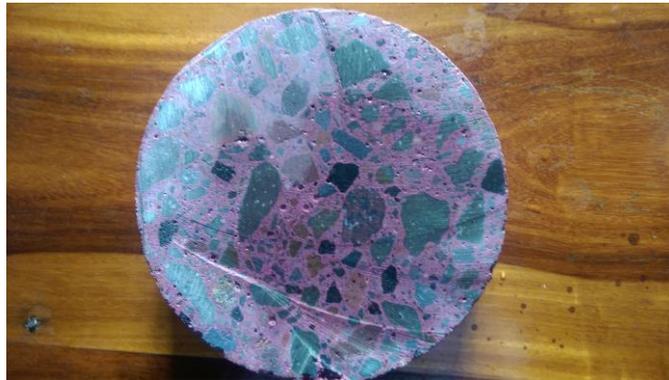
**Imagen Nº 1 Hormigón fluorescente con 30g de pigmento**



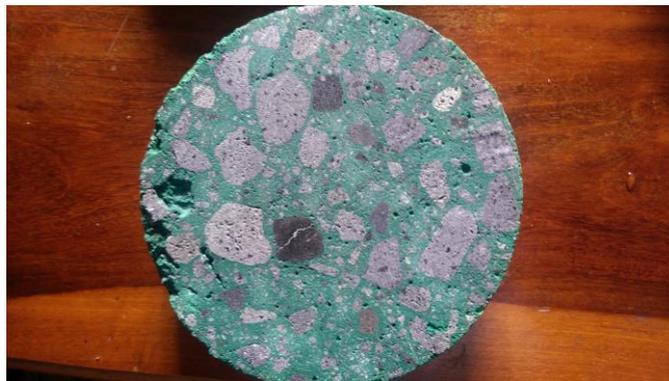
**Imagen Nº 2 Hormigón fluorescente con 60g de pigmento**



**Imagen Nº 3 Hormigón fluorescente con 90g de pigmento**



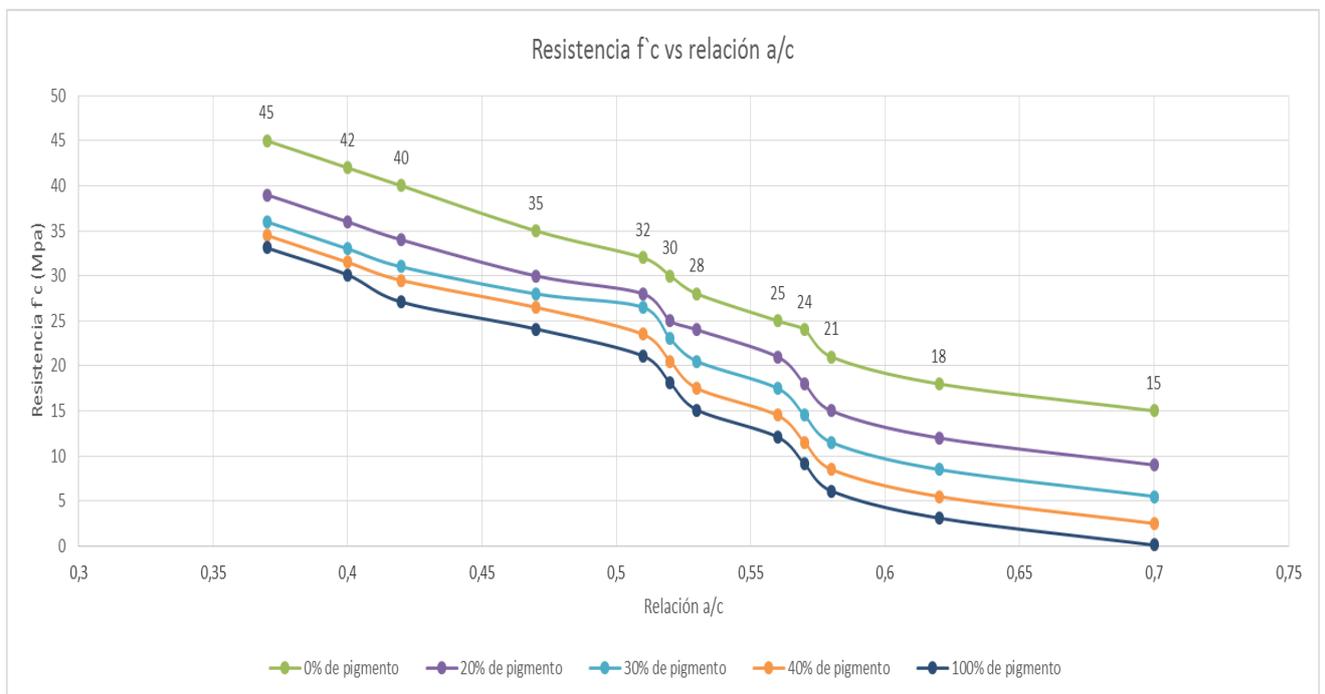
**Imagen Nº 4 Hormigón fluorescente con 500g de pigmento**



De estos cortes o núcleos de hormigón se aprecia que ninguno obtiene la luminosidad requerida, en cambio a partir del hormigón con 90g de pigmento ya se puede apreciar la tonalidad en el pigmento en todo su esplendor.

Analizando la resistencia y la luminosidad en el diseño no cumplen lo esperado, a partir de los resultados obtenidos se analizara dos curvas y se hará un ensayo de mortero normalizado patrón y otro con pigmento fluorescente equivalente a 90g se toma este valor por que a partir de este toma tonalidad el hormigón para ver las causas que afectan a la resistencia.

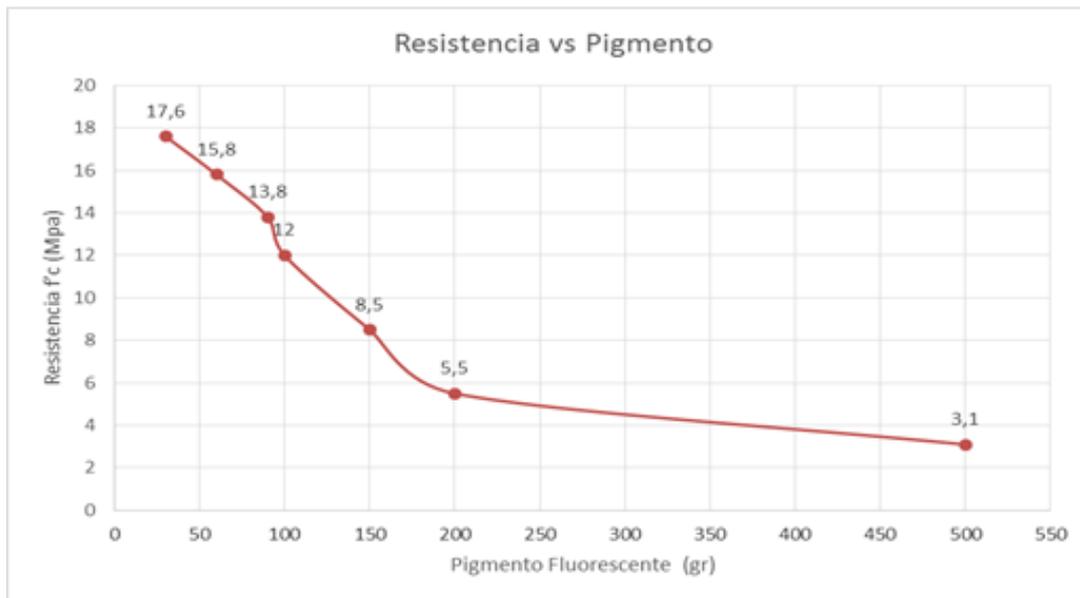
**Grafica N° 9 Resistencia Vs relación a/c en proyección**



En la gráfica N°9 podemos observar como disminuye la resistencia del hormigón basada en los valores de la tabla N°9 Resistencia a la compresión basada en la relación agua /cemento para cementos portland puzolánicos tomada como base para ser comparadas con las resistencias de los hormigones con pigmento fluorescente donde se aprecia claramente que baja la resistencia, el pigmento actúa como impureza por ser de contenido orgánico y el hormigón es un elemento inorgánico, no son estables por su mayor reactividad unas veces, por el reducido tamaño de su partícula, o su baja

resistencia a la intemperie, que es el principal lugar donde se aplica color a los morteros y hormigones, estos pigmentos terminan transformándose en otros compuestos sin propiedades pigmentarias o migrando a la superficie.

**Grafica N° 10 Resistencia vs Pigmento**



**Fuente: Edison Granja**

En la gráfica N°10 podemos apreciar que entre más pigmento introduzcamos al hormigón su resistencia baja considerablemente, el pigmento utilizado en esta investigación es orgánico por lo que no podrá tener resistencia elevada a los álcalis (el cemento y la cal son de naturaleza alcalina).

**TEMA:**DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c = 18 \text{ Mpa}$ .

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS**

**NORMA: A.S.T.M. C – 109(NTE-INEN 488:2009)**

**FECHA:** 11/08/2014

**TIPO** IP

<b>MATERIAL : CEMENTO IP</b>	
TEMPERATURA AMBIENTE DE MOLDEO (° C) MOLDEO	21
HUMEDAD AMBIENTE %	51
CANTIDAD DE AGUA (g)	185,7
CANTIDAD DE CEMENTO (g)	300
CANTIDAD DE ARENA NORMALIZADA (g)	757,14
CANTIDAD DE PIGMENTO (g)	0

FECHA FABRICA	DESCRIPCION	FECHA ROTURA	EDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO
			(dias)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
14-jul-14	Dosificacion de Mortero patron $f'c = 18 \text{ Mpa}$	21-jul-14	7	132	132	125	130
		28-jul-14	14	159	160	157	159
		11-ago-14	28	183	185	179	182

TEMA: DISEÑO DE UN HORMIGON FLUORESCENTE PARA SEÁLIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES INTERPROVINCIAES  $f'c = 18 \text{ Mpa}$ .

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS CON PIGMENTO**

NORMA: A.S.T.M. C – 109(NTE-INEN 488:2009)

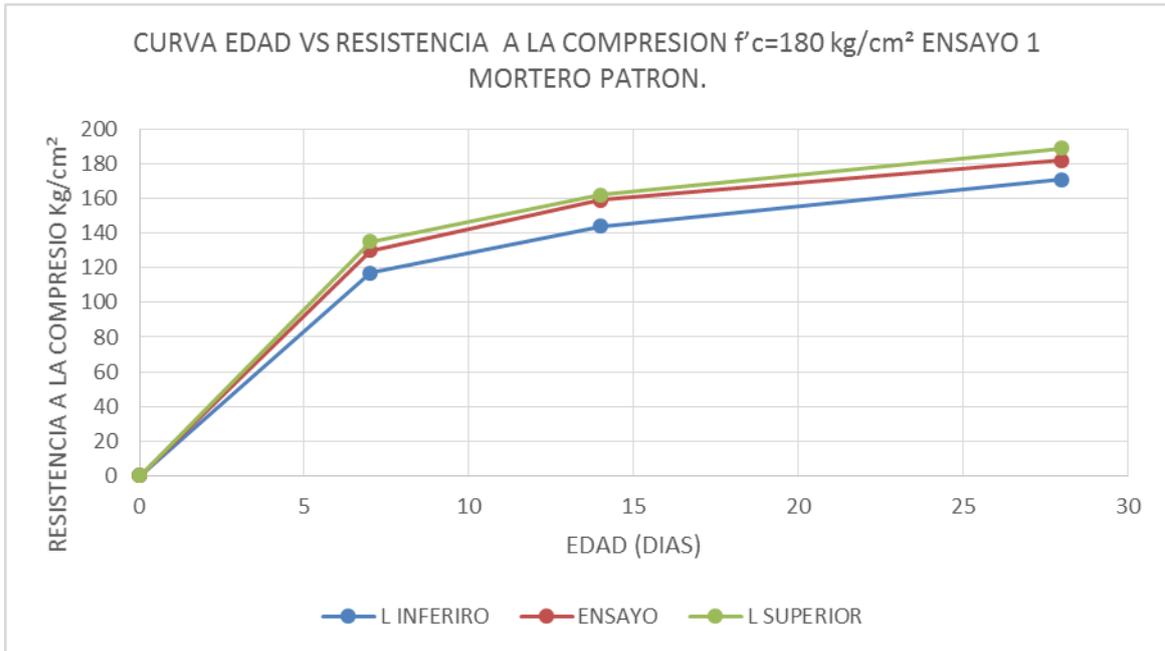
FECHA: 11/08/2014

TIPO IP

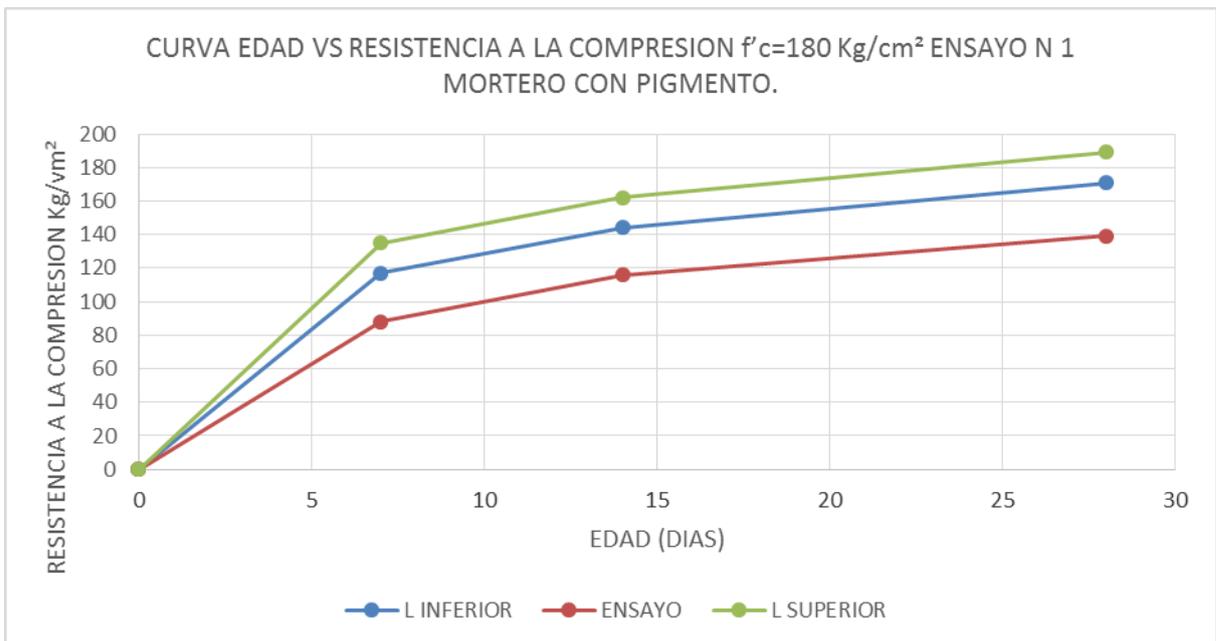
MATERIAL : CEMENTO IP	
TEMPERATURA AMBIENTE DE MOLDEO (° C) MOLDEO	21
HUMEDAD AMBIENTE %	51
CANTIDAD DE AGUA (g)	185,7
CANTIDAD DE CEMENTO (g)	300
CANTIDAD DE ARENA NORMALIZADA (g)	757,14
CANTIDAD DE PIGMENTO (g)	12,03

FECHA FABRICA	DESCRIPCION	FECHA ROTURA	EDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ENSAYO PIGMENTO
			(días)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
14-jul-14	Dosificacion de Mortero patron $f'c = 18 \text{ Mpa}$	21-jul-14	7	88	89	88	88	1
		28-jul-14	14	115	117	116	116	
		11-ago-14	28	137	140	139	139	
14-jul-14	Dosificacion de Mortero patron $f'c = 18 \text{ Mpa}$	21-jul-14	7	100	100	98	99	2
		28-jul-14	14	124	126	123	124	
		11-ago-14	28	140	143	141	141	

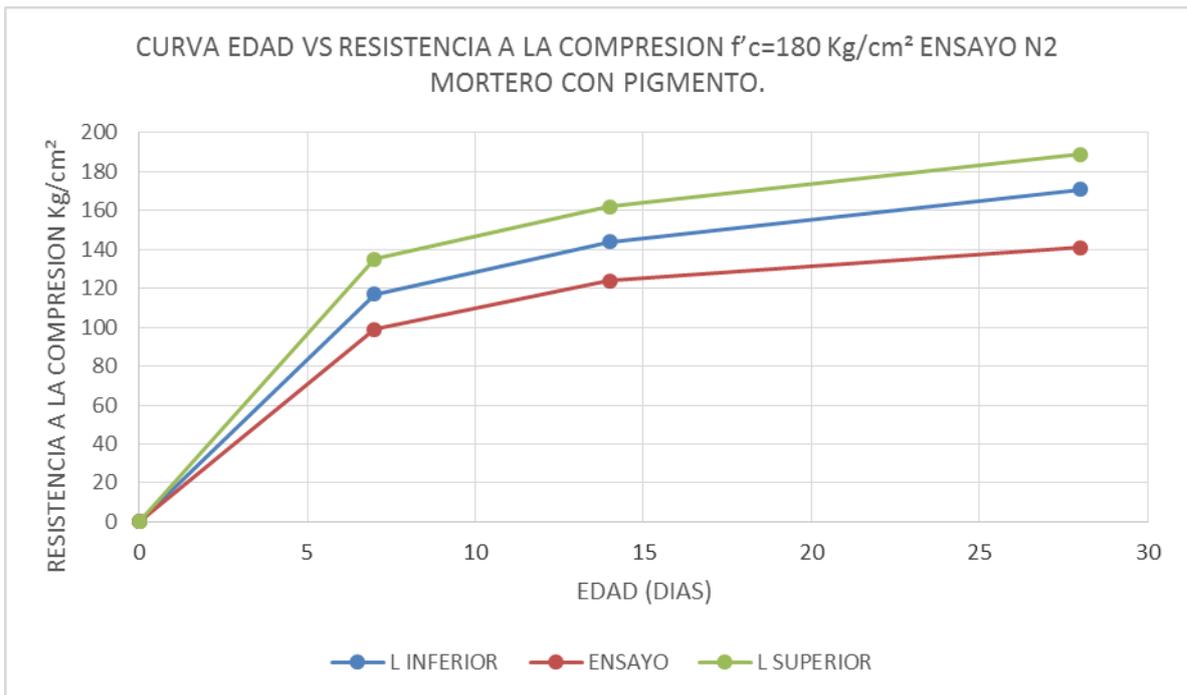
**Grafica N° 11 Curva de f'c Vs tiempo mortero patrón**



**Grafica N° 12 Curva de f'c Vs tiempo mortero con pigmento ensayo N° 1**



**Grafica N° 13 Curva de f'c Vs tiempo mortero con pigmento ensayo N° 2**



#### 4.2 COMPARACIÓN COSTOS DEL HORMIGÓN PATRÓN Y HORMIGÓN FLUORESCENTE.

##### COSTO DE 1 m<sup>3</sup> DE HORMIGON

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
CEMENTO	6,5	sacos	7,55	48,71	48,71
AGUA	0,2	m <sup>3</sup>	0,68	0,14	0,14
RIPIO	0,67	m <sup>3</sup>	15	10,05	10,05
ARENA	0,61	m <sup>3</sup>	15	9,15	9,15
PIGMENTO	30	g	1	30,00	30,00
<b>COMPARACION DEL COSTO HORMIGON CON O SIN PIGMENTO</b>					
COSTO HORMIGON SIN PIGMENTO			68,05	dolares	
COSTO HORMIGON CON PIGMENTO			98,05	dolares	

#### 4.3 COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN PATRÓN Y HORMIGÓN FLUORESCENTE.

<b>DISEÑO HORMIGON</b>		
DISEÑO	HORMIGON PATRON	HORMIGON FLUORESCENTE
DOSIS EN PESO (Kg)	0,67 : 1 : 2,56 : 2,57	0,67 : 1 : 2,56 : 2,57 : 0,03-0,5
AGUA	200	200
CEMENTO	322,58	322,58
ARENA	828	828
RIPIO	824,87	824,87
PIGMENTO	0	0,03-0,5
<b>RESISTENCIA A LOS 28 DIAS (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
Sin pigmento	189	
Con 30 g de pigmneto	176	
Con 60 g de pigmento	158	
Con 90 g de pigmento	138	
Con 100 g de pigmento	119	
Con 150 g de pigmento	85,5	
Con 200 g de pigmento	56	
Con 500 g de pigmento	31	

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- El diseño del hormigón simple patrón  $f'c= 18$  Mpa diseñado bajo la norma ACI 211.1 cumple satisfactoriamente la resistencia esperada a los 28 días siendo mayor a la diseñada  $f'c= 18.9$  MPa.
- Los materiales de la mina de Guayllabamba son aptos para la fabricación de hormigón demostrado en el diseño del hormigón patrón.
- El diseño del hormigón fluorescente  $f'c= 18$  Mpa con 30g de pigmento diseñado bajo la norma ACI 211.1 cumple la resistencia esperada a los 28 días,  $f'c = 17,6$  Mpa pero no cumple la luminosidad.
- El hormigón fluorescente diseñado no es estructural toma tonalidad con 90g de pigmento y se puede utilizar como hormigón ornamental en camineras, piletas, bancas, jardinerías, paisajismos.
- De acuerdo a la hipótesis planteada y a los objetivos, el hormigón fluorescente, no cumple los requerimientos necesarios para la señalización en vías terrestres.
- El hormigón fluorescente pierde resistencia en la mezcla de los agregados finos, pigmento y la pasta cementante dando un valor a los 28 días con 90gr de pigmento en el mortero normalizado  $f'c = 140$  Mpa.
- Deben evitarse mezclas con exceso de agregado fino, producen un hormigón de baja resistencia al desgaste y altas contracciones, desplaza

al agregado grueso aumenta el consumo de agua razón por la cual disminuye de la resistencia a la compresión.

- Comparando las resistencias del hormigón patrón con el hormigón fluorescente baja en 1,8 Mpa en cada 30g de pigmento y 3.15 MPa en cada 50g de pigmento.
- El precio del hormigón fluorescente para 1 m<sup>3</sup> es 44.08% mayor al precio hormigón patrón por lo cual no es factible para uso decorativo encarece el costo.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se debe continuar con los estudios relacionados con el diseño del hormigón fluorescente en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Internacional del Ecuador, los resultados de ésta investigación pueden servir de base para otras investigaciones sobre el mismo tema.
- Tras evidenciar la baja en la resistencia del hormigón como consecuencia de la adición de pigmento fluorescente, se recomienda realizar investigaciones con pigmentos fluorescentes inorgánicos que posean óxido de hierro.
- Antes de fabricar el hormigón se debe hacer la comprobación de las propiedades de físicas y químicas de los agregados así como también el agua.
- Se sugiere para él o los próximos investigadores corregir la dosificación (cantidad arena, pigmento y cemento) para ver el comportamiento de la resistencia del hormigón y fluorescencia.
- El curado del hormigón debe hacerse en edades tempranas y de forma continua, para obtener así un crecimiento constante en la resistencia, debe tomarse en consideración que la pérdida de resistencia por un mal curado del hormigón es irreversible.
- Se debe realizar el control de la calidad de los agregados a emplearse, se verifique la realización correcta de los procesos de medición o pesaje de las cantidades requerida, mezclado, vertido, vibrado, curado, y demás acciones que puedan modificar la resistencia de diseño del hormigón.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1 FOTOGRAFICO

FOTO N° 1 Mina de Guayllabamba. Máquina trituradora



FOTO N° 2 Ensayo de colorimetría en el agregado fino.



FOTO N° 3 Ensayo de granulometría del agregado Fino



**FOTO N° 4** Ensayo de granulometría del agregado Grueso



**FOTO N° 5** Ensayo de densidad aparente agregado grueso compactada



**FOTO N° 6** Ensayo de densidad aparente agregado fino compactado



**FOTO N° 7** Medición del asentamiento en cilindros de prueba hormigón simple.

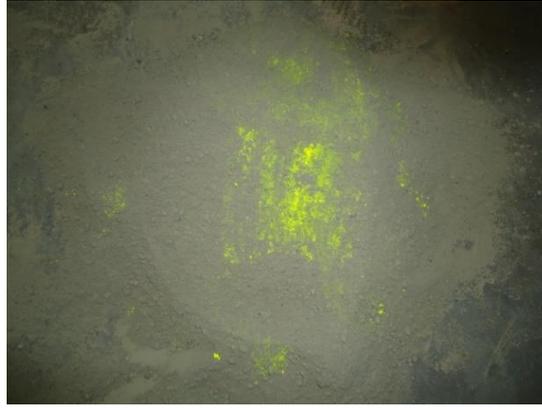


**FOTO N° 8** Cilindros de hormigón simple.



**FOTO N° 9** Preparación del hormigón con pigmento fluorescente





**FOTO N° 10** Medición del asentamiento en cilindros de prueba hormigón con pigmento fluorescente



**FOTO N° 11** Cilindros de hormigón con pigmento Fluorescente



**FOTO N°12** Rotura de Cilindros de hormigón con pigmento Fluorescente



**FOTO N°13** Preparación de mortero normalizado patrón



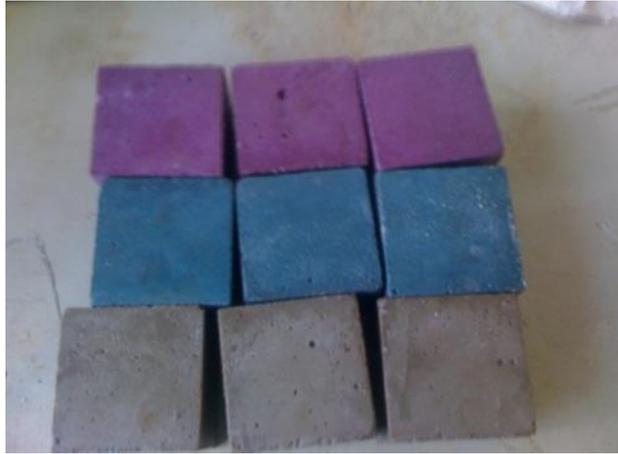
**FOTO N°14** Preparación de mortero con pigmento fluorescente





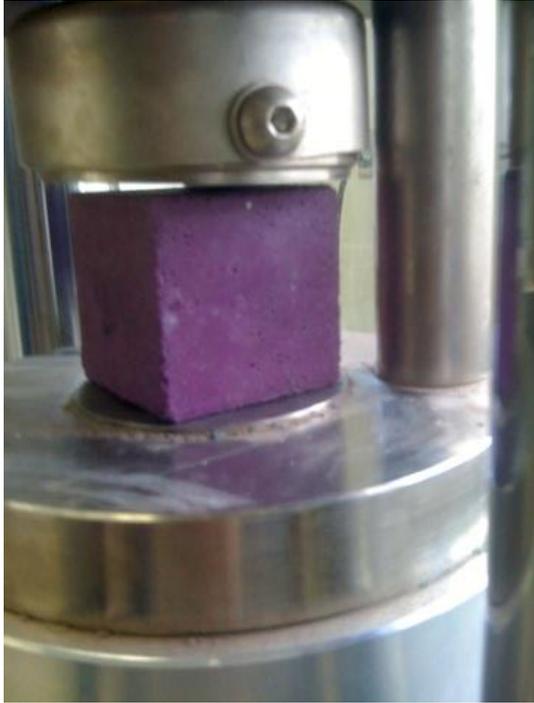
**FOTO N° 15** Cubos de mortero patrón y con pigmento fluorescente





**FOTO N° 16** Ensayo de compresión al mortero patrón y con pigmento fulorescente





## ANEXO Nº 2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

### Especificaciones técnicas del pigmento empleado en el diseño

 <b>Novacolor</b> <small>CSAS</small>	<b>Ficha Técnica</b>	Cód: NFT-CC-119
	<b>FLUORESCENT PIGMENTS 200 SERIES</b>	Versión: 1
		Fecha: 20 May 2011
		Página: 1 de: 2

#### Specifications

Parameter	Specification
Physical Form	Powder
Softening point	130– 140°C
Descomposition Point*	210°C
Average particle size (μ)	3 - 4
Oil absorption Value	50 - 60 (g/100g Pigment)
Bulk Density (g/cm <sup>3</sup> )	0.27 ± 0.02gm/cc

\* Maximum temperature at which fluorescence is maintained. Color degradation is time/temperature dependent.

#### Description

IX-AS pigments are thermoplastic fluorescent pigments recommended for use in wide range of applications where resistance to strong solvents is not required. These are especially useful for water based systems. These pigments have been pre approved through Duke University, USA for the ACMI Certification program in accordance with ASTM D-4236. Further these pigments are non-toxic and constituents for heavy metals is in compliance with EN 71, Part3, 2000 regulations.

#### Colour Range

Code	Yellow 2111	Green 2112	Chrome 2113	Orange 2114	Red Orange 2115
	Red 2116	Pink 2117	Magenta 2118	Violet 2119	Blue 2120

#### Applications:

• Wide Applications in Textile Field.	• Water based paper coatings
• In oil and water based silk screen inks.	• Candles, Children Crayon, Chalk Coloring
• Poster /Artist colors	• Aqueous based Aerosol paints
• Aqueous based Flexo and Gravure printing inks	• Textile printing and dyeing
• Thermoplastic polymer coloring (<1800C)	

Nuestra Oficina: Carrera 66 No. 12 - 91, Bogotá, Colombia  
 Pbx: +571 - 290 69 90, Fax: +571 - 261 56 85, E-Mail: [info@novacolor.com.co](mailto:info@novacolor.com.co)  
[www.novacolor.com.co](http://www.novacolor.com.co)

 <b>Novacolor</b> SAS	<b>Ficha Técnica</b>	Cód: NFT-CC-119
	<b>FLUORESCENT PIGMENTS 200 SERIES</b>	Versión: 1
		Fecha: 20 May 2011
		Página: 2 de: 2

### **Light Fastness**

FLUORESCENT COLOURS HAVE ENOUGH LIGHT FASTNESS FOR INDOOR APPLICATIONS AND LIMITED LIGHT FASTNESS FOR OUTDOOR APPLICATIONS  
 TO IMPROVE LIGHT FASTNESS  
 USE HIGHER CONCENTRATION OF PIGMENTS  
 USE UV ABSORBERS  
 USE ACRYLIC OVERCOATS

For more information, to obtain a product sample, or to discuss customizing a product to meet your needs, contact our head office.

The information presented here in is based on the present state of research, and is believed to be accurate. It is presented without guarantee of accuracy, however, and is not to be taken as implied warranty of fitness for a particular purpose. Purchaser shall conduct their own tests to determine suitability of this product for their particular purpose. Statements concerning possible use of this product are not intended as authorizing or recommending in infringement of any patent.

Nuestra Oficina: Carrera 66 No. 12 - 91, Bogotá, Colombia  
 Pbx: +571 - 290 69 90, Fax: +571 - 261 56 85, E-Mail: [info@novacolor.com.co](mailto:info@novacolor.com.co)  
[www.novacolor.com.co](http://www.novacolor.com.co)

# Especificaciones del pigmento

 <b>Novacolor</b> <small>CSAS</small>	<b>Material Safety Data Sheet</b>	Cód: NHS-CC-012. Versión: 1 Fecha: 25 febrero 2011 Página: 1 de: 3
	<b>PIGMENTO FLUORESCENTE SERIE 200</b>	

## 1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** PIGMENTO FLUORESCENTE LINEA 200  
**CLASE DEL PRODUCTO:** COLORANTE ORGANICO SINTETICO

## 2. INGREDIENTES

INGREDIENTES	CAS #	WEIGHT %	LIMITES DE EXPOSICION			VP	
			ACGIH / TLV	OSHA	TEL	MM	HG
TEÑIDO DE POLIMEROS	PROPIEDAD	100	No contiene sustancias peligrosas conocidas en este momento				

## 3. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

**NFPA CLASIFICACION: (Escala 0-4)** CLASIFICACION DE PELIGRO: 0:NINGUNO 4: EXTREMO  
**SALUD = 1 FUEGO= 1 REACTIVIDAD= 0**  
**CLASIFICACIÓN EC (calculado) : No peligrosos**  
**Clasificación de producto: no toxico y no peligroso**

## 4. EFECTOS SOBRE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

**Contacto con los ojos:** Lavar los ojos con grandes cantidades de agua limpia durante al menos 15 minutos mientras mantiene los párpados abiertos y busque atención médica inmediatamente.  
**Contacto con la piel:** Lavar con agua y jabón, en caso de irritación use medicación.  
**inhalacion:** Trasladar al aire libre, tratar los síntomas, consultar al médico de inmediato.  
**INGESTION:** No induzca el vómito, suministrar agua potable, consulte un médico inmediatamente.

## 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

**Clasificación de inflamabilidad:** no flamable  
**Medios de extincion adecuados:** Espuma, polvo químico seco, dióxido de carbono y agua  
**Metodo específico:** Retirar los contenedores de la zona del incendio, no de dispersión de material derramado con una alta presión de la corriente de agua  
**Riesgos especiales de disposicion:** Irritación de los pulmones y en llamas, usar equipo de protección, no inhalar los humos.  
**Riesgos especiales de exposicion:** Evitar la contaminación, usar equipo de protección especial para los bomberos, ropa, gafas, mascarillas y guantes

## 6. MEDIDAS CONTRA DERRAMES ACCIDENTALES

**Medidas contra derrames accidentales:** Precauciones personales: evitar la contaminación y contacto con la piel y los ojos. Use guantes protectores, gafas protectoras y un respirador, si es necesario. Evite el polvo, y reprimir a minimizar la generación y acumulación de polvo.  
**La eliminación de derrames:** Recoger el material derramado en un contenedor apropiado para su eliminación de la regulación con las leyes locales de los contaminantes químicos. Limpie el área con agua y jabón. No contaminar los residuos con tierra y agua.  
**Precauciones ambientales:** Evitar la contaminación en la regulación con la legislación local.

	<b>Material Safety Data Sheet</b>	Cód: NHS-CC-012.
	<b>PIGMENTO FLUORESCENTE SERIE 200</b>	Versión: 1 Fecha: 25 febrero 2011 Página: 2 de: 3

### 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

<b>Medidas técnicas:</b>	Manejar con cuidado en contenedores cerrados.
<b>Medidas preventivas:</b>	Evitar derrames y contaminación.
<b>Asesorar sobre la manipulación segura:</b>	Evitar la contaminación a la persona y el medio ambiente.
<b>Almacenamiento:</b>	Almacene en un área bien ventilada seco, lejos de productos químicos incompatibles como se describe en la sección 10 Mantener alejado de productos químicos incompatibles como se describe en la Sección 10.
<b>Materiales incompatibles:</b>	
<b>Materiales de empaque</b>	Cajas de cartón corrugado de 25 Kg y bolsas de papel de 10 Kg.

### 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

<b>Controles de ingeniería:</b>	Ventilación local
<b>Respirador:</b>	El uso del respirador NOISH aprobado con la combinación de cartucho aprobado para el formaldehído con filtro de polvo. (si el límite de exposición al formaldehído superior).
	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>
<b>respiratorio</b>	Uso de la máscara de la nariz, o respirador durante la manipulación.
<b>Ojos:</b>	Gafas de seguridad
<b>manos:</b>	Gautes impermeables son recomendados.
<b>Piel y Cuerpo:</b>	Ropa de seguridad para evitar la contaminación física y contacto con la piel.
<b>Instrucciones de higiene:</b>	Limpie el área, ventilación general, extracción local adicional.

### 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

<b>Apariencia Física:</b>	polvo fino de color
<b>Olor:</b>	acre
<b>Punto de reblandecimiento:</b>	130-140 °C
<b>pH:</b>	7.0-9.0
<b>Punto de ebullición / intervalo de ebullición:</b>	no es aplicable
<b>densidad de vapor</b>	No volátiles
<b>Evaporation Rate:</b>	No Volátiles
<b>Contenido de no volátiles</b>	100%
<b>V O C</b>	0%
<b>Bulk Density in lb/gal, gm/cc</b>	0.25-0.30gm/cm
<b>Peso Especifico</b>	1.36
<b>solubilidad en agua</b>	Insoluble

### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

<b>Reactividad</b>	No reactivo a temperatura y presión normales.
<b>Estabilidad</b>	> 2 años (cuando se almacena en un lugar seco y alejado de la luz solar directa)
<b>Condiciones que deben evitarse</b>	Evite la exposición al calor, llama, luz directa del sol, el polvo y equipos de chispa eléctrica o de otro tipo de generación en los alrededores.
<b>Materias que deben evitarse</b>	La contaminación química, la humedad, fuente de ignición y materiales incompatibles.

Materiales compatibles: Evite el contacto con oxidantes fuertes [por ejemplo, Cloro, peróxidos, cromatos, ácido nítrico, percoloratos, oxígeno concentrado, permanganatos], que puede generar calor, fuego, explosiones y la liberación de gases tóxicos.

Nuestra Oficina: Carrera 66 No. 12 - 91, Bogotá, Colombia  
Pbx: +571 - 290 69 90, Fax: +571 - 261 56 85, E-Mail: [info@novacolor.com.co](mailto:info@novacolor.com.co)  
[www.novacolor.com.co](http://www.novacolor.com.co)



**11. INFORMACION TOXICOLOGICA**

toxicidad	No toxico
cancerigeno Estado	no cancerigenos
Efectos locales	Irritación y alergias de la piel posible
sensibilización	Ojos y piel irritante
Toxicidad crónica	No aplica
Efectos especificos de la Salud	No se observa, no reporta
La toxicidad aguda por vía oral (ratas)	LD50>5000mg/Kg
Toxicidad aguda por inhalación (Sprague Dawley rat))	LC50>1,87mg/l (4hours)
Toxicidad aguda Dormal (Sprague Dawley rat))	LD50>2000mg/Kg

**12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA**

No se han realizado estudios sobre este producto

**13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION**

Números de Residuos Peligrosos	No aplica
Disposición de Desechos	Este producto no es considerado como un desecho peligroso bajo la 40 CFR 261. Disponer que de acuerdo con las reglas generales de seguridad y las medidas seguidas para no contaminantes peligrosos.
envases contaminados	Disponer de los productos no utilizados y empy material de embalaje de acuerdo con todas las normas y regulaciones locales. No vierta en el drenaje, el suelo o el agua

**14. INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE**

grupo de embalaje	no peligrosos
Precauciones especiales de transporte	No use gancho, transporte en recipientes cerrados

**15. INFORMACIÓN LEGAL**

**NORMA EUROPEA EN-71/3, PART III, 1988 REGULATION : CONTENIDO DE METALES PESADOS**

Metal pesado	Antimony	Arsenic	Barium	Cadmium	Chromium	Lead	Mercury	Selenium
ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

**EC RIESGO Y FRASES DE SEGURIDAD:** Evitar la contaminación física con la piel y los ojos.

**FDA -21 CFR:** Nuestros productos no están listados por la FDA para su uso bajo CFR. sincepotential

**LEY DE AIRE LIMPIO DE ENMIENDAS DE 1990 :**

Ninguno de nuestros productos contiene OZONO sustancias que agotan (ODS)

**REGLAMENTOS FEDERALES:** Este producto no está definido como peligroso, según definido por la OSHA Hazard Communication Standard, 29 CFR 1910.1200.

**CERCLA / SUPERFUND AMMENDMENTS :**

Este no es material regulado en 40 CFR 117, 302 Notificación de derrames no es necesario.

**Control de Sustancias Tóxicas ACT (T S C A):**

Todos los componentes de este producto están listados o excluidos de la lista, en los EE.UU. Toxic Substances Control Act (TSCA) 8 (b) inventario.

**OSHA de Comunicación de Riesgos, 29 CFR 19101200**

Este producto no es considerado peligroso según la definición

**Contaminantes peligrosos del aire(HAPS)**

Este producto no contiene contaminantes del aire.

Nuestra Oficina: Carrera 66 No. 12 - 91, Bogotá, Colombia  
Pbx: +571 - 290 69 90, Fax: +571 - 261 56 85, E-Mail: info@novacolor.com.co

[www.novacolor.com.co](http://www.novacolor.com.co)

## BIBLIOGRAFIA

### Referencia bibliográfica

#### Fuentes impresas

A.C.I, American Concrete Institute, Capítulo VIII, 318s-08.

Bernal Jorge. (2005). **"Hormigón Armado."** (1a ed.) Buenos Aires: Editorial Nobuko.

Camaneiro Raúl. (2007). **"Tecnología del Hormigón"**. Quito.

Camaneiro Raúl. (2006). **"Dosificación de Mezclas"**. Quito.

HE (2008). **"Instrucción de Hormigón Estructural"** Comisión permanente. Ministerio de la Presidencia. B.O.E. Madrid.

INEN, (2011). **"Código Ecuatoriano de la Construcción, Requisitos de Diseño del Hormigón Armado"**. Quito – Ecuador

García, Pérez J. (2004). **"Diseño de hormigones dirigido a la aplicación"**. Tesis de Máster. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.

González Oscar (2009). **"Aspectos fundamentales del concreto reforzado"**. (4a ed.) Argentina: Editorial LimusaWiley.

Martínez, Ponce D. (2008). "**Hormigones de altas prestaciones**" Tesis de grado Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona

Montoya Pedro, Mesenguer Álvaro, Moran Francisco. (2000). "**Hormigón Armado**". (14ª Ed.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.

Ortiz Luis (2002). "**Resistencia de Materiales**". Mc Graw Hill

### Fuentes virtuales

Cohesividad

En:(<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon01.htm>)

Fecha de consulta: 2013-06-18

Densidad

En:<http://www.notasconstructorcivil.com/2011/06/1-densidad-norma-une-83317-del-hormigon>

Fecha de consulta: 2013-06-18

Fraguado falso

En: <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/exudacionT7.htm>

Fecha de consulta: 2013-06-20