



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis de influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ Lima - 2020”.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Alberco Saavedra, Daniela Liz (ORCID: 0000-0001-8268-540X)

Juscamayta Rimachi, Miguel (ORCID: 0000-0002-6057-9419)

ASESOR:

Mag. Ing. VILLEGAS MARTINEZ, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-9426-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

“Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ
2020**

DEDICATORIA

A Dios por darme fuerzas de continuar a diario y no rendirme, por hacerme conocer a personas que alientan mis objetivos hasta cumplirlos, por guiarme por el camino correcto.

A mis padres, Daniel Alberco y Rosa Saavedra por brindarme su apoyo incondicional. A mis hermanos; Julio Cesar, Samuel y Yaneth por ser parte de este logro.

De:

ALBERCO SAAVEDRA, Daniela Liz.

A mis familiares, que fueron nuestra principal motivación a nuestro emprendimiento de carrera universitaria. Agradecer especialmente a mis padres, Félix Juscamayta y Isabel Rimachi quienes me inculcaron valores y principios brindándome apoyo, confianza, cariño, consejos y aportándome económicamente, que fueron necesarios para lograr mi meta. Debido a que sin ellos nunca hubiera logrado ser una persona responsable, honesta, respetuoso, humilde y algo muy importante voluntad propia para lograr todas mis metas propuestas. A mis hermanos Sayda Juscamayta y Jhon Félix Juscamayta quienes nunca dejaron de creer en mí.

De:

JUSCAMAYTA RIMACHI, Miguel.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme la vida y salud, por llenar mi vida con una lluvia de bendiciones y poder compartir con los míos.

A mis padres, Daniel Alberco y Rosa Saavedra por criarme con sus valores incomparables con los que pude formarme correctamente, por su confianza y amor. A mis hermanos por cumplir el rol de padres cuando lo necesitaba.

A mis formadores de la universidad por brindarme sus conocimientos.

De:

ALBERCO SAAVEDRA, Daniela Liz

Agradecer principalmente a Dios, por permitir tener una buena experiencia en el presente centro de estudios, gracias por convertirme en un profesional competitivo, agradeciendo a los Ingenieros que se encargaron en formarnos académicamente, dando como resultado esta investigación que perdurara dentro del conocimiento de la Ingeniería Civil.

De:

JUSCAMAYTA RIMACHI, Miguel

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaración de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de gráficos.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables, Operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.	22
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS:.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tamaño medio de las partículas del pigmento.	8
Tabla 2: Composición química de los pigmentos según la empresa Bayer.	10
Tabla 3: Ficha técnica del pigmento inorgánico Bayferrox.	10
Tabla 4: Los aditivos y su influencia en la producción del concreto pigmentado.	11
Tabla 5: Características de los concretos de colores.	12
Tabla 6: Operacionalización de variables.	19
Tabla 7: Población de concreto patrón y concreto pigmentado.	20
Tabla 8: Muestra de concreto patrón y pigmentado inorgánico para ensayo a compresión. ..	21
Tabla 9: Muestra de concreto patrón y pigmentado inorgánico para ensayo a tracción.	21
Tabla 10: Organigrama del trabajo de investigación.	23
Tabla 11: Características físicas del agregado fino.	26
Tabla 12: Características físicas del agregado grueso.	27
Tabla 13: Características físicas de los pigmentos inorgánicos.	27
Tabla 14: Diseño de dosificación del concreto patrón por método ACI 211.	30
Tabla 15: Diseño de dosificación del concreto pigmentado rojo Bayer 130.	31
Tabla 16: Diseño de dosificación del concreto pigmentado amarillo Bayer 130.	32
Tabla 17: Diseño de dosificación del concreto pigmentado verde Bayer 130.	33
Tabla 18: Resistencia promedio a compresión por edad de ruptura.	38
Tabla 19: Resistencia promedio a tracción por compresión diametral.	42
Tabla 20: Módulos de elasticidad teóricos a los 28 días.	44
Tabla 21: Análisis de varianza de resistencia a compresión a 28 días.	48
Tabla 22: Valor de Fisher estadístico para resistencia a compresión a 28 días.	48
Tabla 23: Agrupación con método de Tukey con una confianza de 95%.	49
Tabla 24: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias.	50
Tabla 25: Análisis de la varianza de resistencia a tracción a 28 días.	54
Tabla 26: Valor de Fisher estadístico para la resistencia a compresión a los 28 días.	54
Tabla 27: Agrupación con método de Tukey con una confianza de 95%.	54
Tabla 28: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias.	55
Tabla 29: Análisis de varianza de resistencia a compresión a los 56 días.	57
Tabla 30: Valor de Fisher estadístico para resistencia a compresión a 28 días.	57
Tabla 31: Agrupación con método de Tukey con una confianza de 95%.	58
Tabla 32: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Biblioteca de la PUCP en Lima, Perú.....	6
Figura 2: Pintura rupestre a base de óxidos de hierro.	6
Figura 3: Variedad de colores de pigmentos.	7
Figura 4: Pirámide cromática de pigmentos de óxidos de hierro y sus combinaciones.	9
Figura 5: Ecuación para la determinación de la resistencia a tracción.....	15
Figura 6: Rango de variación de la resistencia a tracción para distintos ensayos típicos.	15
Figura 7: Esquema de patrones de diferentes tipos de fallas en probetas cilíndricas.	16
Figura 8: Proceso de humectabilidad del pigmento (ASTM C 979-2005).....	28
Figura 9: Representa que el pigmento Bayer si es humectable.	28
Figura 10: Adición de 10 ml de hidróxido de sodio.....	29
Figura 11: Representa los pigmentos en el horno a $110^{\circ} \text{C} \pm 3$	29
Figura 12: Representa la comparación de pigmentos secado al horno y normal.....	29
Figura 13: Medida del asentamiento del concreto patrón obteniendo 3.6” 34	34
Figura 14: Medida del asentamiento del concreto rojo 3%, 5% y 7%.....	35
Figura 15: Medida del asentamiento del concreto amarillo 3%, 5% y 7%.....	35
Figura 16: Medida del asentamiento del concreto verde 3%, 5% y 7%.....	36
Figura 17: Curado normal de las probetas 37	37
Figura 18: Curado emergido en sulfatos de magnesio (50 g/L). 37	37
Figura 19: Concreto pigmentado rojo, amarillo y verde a 3%. 46	46
Figura 20: Concreto pigmentado rojo, amarillo y verde a 5%. 46	46
Figura 21: Concreto pigmentado rojo, amarillo y verde a 7%. 46	46
Figura 22: Prueba “t” para la media de 3% en rojo, amarillo y verde..... 52	52
Figura 23: Prueba “t” para la media de 5% en rojo, amarillo y verde..... 52	52
Figura 24: Prueba “t” para la media de 7% en rojo, amarillo y verde..... 53	53
Figura 25: Prueba “t” para la media de muestras expuestas a los sulfatos 60	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Asentamiento del concreto patrón, rojo, amarillo y verde.	36
Gráfico 2: Curva de ensayo a compresión a edades de 14, 28 y 56 días.	39
Gráfico 3: Diagramas de ensayo a compresión a los 14 días.....	40
Gráfico 4: Diagramas de ensayo a compresión a los 28 días.....	40
Gráfico 5: Diagramas de ensayo a compresión a 56 días expuesto a los $MgSO_4$	41
Gráfico 6: Curva de ensayo a tracción por compresión diametral.	42
Gráfico 7: Diagramas de ensayo a tracción por compresión diametral a 14 días.	43
Gráfico 8: Diagramas de ensayo a tracción por compresión diametral a 28 días.	43
Gráfico 9: Diagramas en barra de Modulo de Elasticidad Teórico.	45
Gráfico 10: Diagrama muestra contraste de porcentajes de pigmento rojo Bayer 130.....	47
Gráfico 11: Diagrama muestra contraste de porcentajes de pigmento amarillo Bayer 130....	47
Gráfico 12: Diagrama muestra contraste de porcentajes de pigmento amarillo Bayer 130....	47
Gráfico 13: Informe de diagnóstico de resistencia a compresión vs mezcla.	51
Gráfico 14: Gráfico de intervalos de resistencia a compresión por cada mezcla.....	51
Gráfico 15: Curva de resistencia mostrando el valor atípico de las medias muestrales.	56
Gráfico 16: Gráfica de intervalos de resistencia a tracción.....	56
Gráfico 17: Curva de resistencia mostrando el valor atípico de las medias muestrales	59
Gráfico 18: Curva de resistencia a compresión media por cada mezcla a los 56 días.....	59

RESUMEN

La investigación fundamenta como objetivo evaluar la influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, dando enfoque al método hipotético deductivo, de tipo aplicada con una metodología cuantitativa y diseño experimental. Los ensayos desarrollados en el concreto patrón y pigmentado fueron a compresión (ASTM C39/C39M -17), tracción por compresión diametral (ASTM C496-96) y durabilidad del concreto expuesto a sulfatos de magnesio (ASTM 1012).

Se diseñó una relación de a/c 0.466, adicionando pigmentos de origen inorgánico de colores rojo, amarillo y verde en porcentajes de 3%, 5% y 7% respecto al peso del cemento, con la finalidad de presentar comparaciones de propiedades mecánicas y proponer el porcentaje adecuado para su apariencia.

Se reafirma que la adición de pigmentos inorgánicos reduce su resistencia a compresión en proporción de 7%, en color rojo 4.01 kg/cm^2 , en color amarillo 2.22 kg/cm^2 y de color verde 5.75 kg/cm^2 respecto al concreto patrón, a pesar de ello estos mantienen su resistencia ante ataques de sulfatos, por lo contrario el concreto gris reduce su resistencia en 3.64 kg/cm^2 a comparación de su resistencia a los 28 días, por último la apariencia se visualizó óptimo al adicionar un 7% de pigmento inorgánico.

Palabras claves: Concreto pigmentado y propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the influence of inorganic pigmenting additives on the mechanical properties of concrete $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, focusing on the hypothetical deductive method, applied with a quantitative methodology and experimental design. The tests developed on the pattern and pigmented concrete were compression (ASTM C39 / C39M -17), diametral compression traction (ASTM C496-96) and durability of concrete exposed to magnesium sulfates (ASTM 1012).

A ratio of a/c 0.466 was designed, adding pigments of inorganic origin of red, yellow and green colors in percentages of 3%, 5% and 7% with respect to the weight of the cement, in order to present comparisons of mechanical properties and propose the right percentage for your appearance. The purpose of the research is to implement color to conventional concrete, so that the addition of inorganic pigments in three different colors in the concrete is studied, to obtain the desired color while maintaining its resistance, reducing labor and low maintenance cost in the appearance of the material.

It is reaffirmed that the addition of inorganic pigments reduces its resistance to compression in a proportion of 7%, in red color 4.01 kg/cm^2 , in yellow color 2.22 kg/cm^2 and in green color 5.75 kg/cm^2 with respect to the standard concrete, despite These maintain their resistance to sulfate attacks, on the contrary, gray concrete reduces its resistance by 3.64 kg/cm^2 compared to its resistance at 28 days, finally the appearance was visualized optimal by adding 7% of inorganic pigment.

Keywords: Pigmented concrete and mechanical properties.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la falta de color y la poca durabilidad del mismo en las infraestructuras causa un ambiente frío y poco cómodo, hasta hace unos años la resistencia, la trabajabilidad y la durabilidad, fue una práctica muy común dentro de la ingeniería civil. Cuando se propone un concreto de color, aumenta el estudio en sus propiedades de durabilidad y la estabilidad de color. La adición del pigmento inorgánico en el concreto ayuda a disminuir los costos de mano de obra y mantenimiento, e incrementa la durabilidad del color. En el rubro de la construcción los presupuestos, las propiedades mecánicas, el diseño y la durabilidad son características relevantes para una buena ejecución de obra.

El concreto es el producto más utilizado en los proyectos de Ingeniería civil, su calidad dependerá a la experiencia del profesional, pero la demanda de la estética, encontró la manera de suplantar al concreto gris proporcionando un color permanente en el mismo, sin obviar las resistencias mecánicas que adquieren en su estado endurecido. “La utilidad de una edificación se ve dañada por exposiciones al que están sometidos o por el mal control durante el proceso constructivo” (Quintero y otros, 2013, p.12).

Se ha encontrado en nuestro país obras de arte a base del concreto coloreado, uno de ellos; la biblioteca de ciencias e ingeniería (PUCP), pese a eso se encuentra inseguridad por parte de los profesionales por experimentar nuevos aditivos colorante en el hormigón, se debe mencionar que, según la revista (EUCOCONCRETO, 2019); los abastecedores no muestran su productividad de un concreto pigmentado debido a la preferencia de un concreto convencional, a pesar de mostrar su portafolio de materiales especiales. Por ello en la presente investigación nos enfocaremos en el hormigón pigmentado en tres colores diferentes.

Del análisis de la realidad problemática, surge el Problema General: ¿Cómo la influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos cambian en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$?, a partir de esta problemática tenemos a los problemas específicos; estas son: ¿Qué cambios produce la adición a 3%, 5% y 7% de los aditivos pigmentantes inorgánicos en la resistencia a compresión y a tracción

del concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$?, ¿Qué alteración produce los sulfatos en la durabilidad y resistencia a compresión del concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$? y ¿Cuál es la dosificación correcta de la adición de aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$?

Justificación técnica, se busca implementar un color permanente en el concreto con la adición de polvo inorgánicos en la mezcla, manteniendo la resistencia, durabilidad a los sulfatos que están expuestos, además se logrará reducir costos en la mano de obra y material que se produce en los mantenimientos de las infraestructuras, ya que sustituirá en concreto convencional por el concreto de color. Así mismo se proporciona nuevas tecnologías en los materiales de los concretos la cual hará aporte a la ingeniería civil, este conocimiento se requiere implementar.

Justificación Teórica, con el propósito de brindar un aporte a los conocimientos existentes sobre el concreto pigmentado en las construcciones civiles, tomando como guía la Norma Técnica Peruana (NTP) y los procedimientos técnicos para los ensayos a compresión y tracción del concreto, de esta manera se realizará un enfoque comparativo entre el concreto patrón y el concreto pigmentado inorgánico, cuyos resultados podrán tomarse como una propuesta, para ser incorporado en las obras civiles, ya que se estaría demostrando que el uso de aditivos pigmentantes sobre el concreto podrán mejorar la estética, costos, resistencia y durabilidad ante los sulfatos del concreto.

Justificación práctica, en las construcciones civiles existe la necesidad de mantener su resistencia y durabilidad del concreto, con lo mencionado se realiza el análisis de resultado con los ensayos denominados compresión, tracción de probetas y ensayo de durabilidad ante los sulfatos desarrollado en el laboratorio privado WRC INGENIO S.A.C, llegando a resultados obtenidos para implantar nuevas características de color.

Justificación social, se busca vivir en un ambiente donde pueda tener mayor concentración y comodidad por esta razón los colores que presenten los ambientes son de suma importancia puesto que ayudan cumplir las características mencionadas. El presente proyecto tiene como fin contribuir con la sociedad asimismo con la estética de

las infraestructuras para que exista una mejora continua en la vista panorámica de un lugar.

Habiendo un análisis de la justificación surge el Objetivo General: Evaluar la influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$; y tres Objetivos Específicos, tales como: Determinar los cambios que produce la adición a 3%, 5% y 7% de los aditivos pigmentantes inorgánicos en la resistencia a compresión y tracción del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, Evaluar la alteración que produce los sulfatos en la durabilidad y resistencia a compresión del concreto pigmentado y patrón $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ y Proponer la dosificación correcta de la adición de aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.

Teniendo los objetivos propuestos se plantea la Hipótesis General: H_0 La influencia de aditivos pigmentantes inorgánicos cambiará las propiedades mecánicas del concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$; mencionando 3 Hipótesis Específicas: H_1 El pigmento inorgánico reduce la resistencia a compresión y tracción del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, H_2 Los sulfatos alteran en la durabilidad y resistencia a compresión del concreto pigmentado y patrón $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, H_3 El 5% de aditivo pigmentado inorgánico es el adecuado en la dosificación del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

En Chile, los ensayos experimentales se realizaron con el propósito de estudiar las variaciones que son generados en las propiedades del hormigón con la adición de pigmentos inorgánicos en polvo, el cual menciona que la correcta dosificación es de 3% a 6% de pigmento respecto al peso del cemento, debido a ello se planteó la hipótesis, que la adición de pigmento genera un descenso de la resistencia a compresión, de tal razón que tener colores intensos iluminantes para el hormigón tiene como desventaja la descendencia de la resistencia exigiendo a agregar una gran cantidad de cemento, trayendo como preocupación un costo más de lo habitual. Por ello realizó una población de 28 muestras de concreto pigmentado y patrón llegando a obtener que los concretos de colores elaborados con material de procedencia chilena producen un comportamiento igual a otros hormigones estudiados en los diferentes lugares del mundo, dando sus conclusiones como respuesta que no influye generalmente en la resistencia (Castro, 2005).

En Ecuador, el análisis de resistencia a compresión del concreto típico, con adición de pigmentos mineral y con pigmento vegetales se enfocó en realizar ensayos utilizando en diferentes dosificaciones como 4%, 7% y 10% de los pigmentos naturales mineral utilizados también el 15%, 30% y 45% de los pigmentos naturales vegetal utilizando las mismas cantidades con el cemento gris y cemento blanco. Concluyendo con que los ensayos realizados el hormigón tradicional cumple con los términos establecidos de resistencia adquirida, a ello agregó que el pigmento natural mineral y vegetal no influye a las propiedades en el estado fresco como: consistencia, trabajabilidad, homogeneidad y densidad (Quijije, 2017).

En Perú el diagnóstico, del comportamiento y la variación de la resistencia a la compresión del concreto con adición de ocre-óxido de hierro en porcentajes de 8%, 9%, 10%, 11% y 12% con respecto a la masa del cemento, con la finalidad de analizar los porcentajes adicionados al concreto se encuentran dentro de los límites que exige la NTP: 339.231:2010 para la selección de los materiales pétreos se tomó de las canteras de HUILQE, Vicho y Cunyac, Mostrando una muestra de 108 probetas que fueron

sometidos a ensayo de compresión con un diseño de capacidad de resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Llegando a los resultados que se encuentra dentro del 90% de la resistencia requerida según especifica la norma (Salas *et al*, 2017).

En Colombia, el análisis del deterioro de morteros con adición de un 10% y 20% de residuo catalizador de craqueo catalítico (FCC) en presencia de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y sulfato de magnesio (MgSO_4) al 5% (concentración de 50 g/L). Este material fue obtenido por una industria petrolera de nacionalidad colombiana. Para los ensayos se tuvo que elaborar pastas y morteros con cemento portland sin adición y con adición de FCC en proporciones de 10% y 20%, también con adición de metacaolín y humo de sílice en proporción de 10%. Después del curado con agua saturada con cal, se evaluó el efecto frente a sulfatos llegando a concluir que los morteros sin adición reportan una pérdida resistente a los 180 días del doble reportado por los morteros con adición del 10% FCC, 20% FCC, 105 MK Y 10%HS como cambio del cemento, expuestos a los sulfatos (Izquierdo. *et al*, 2016).

Concreto pigmentado:

El concreto pigmentado proviene de la mezcla típica agregando aditivos pigmentantes, se han realizado diferentes construcciones por todo el mundo a base de concreto de color con pigmentos en polvo de origen inorgánico, se vieron resultados: disminuye la emisión de CO_2 por la generación de energía, reducción de costos de mano de obra, fácil proceso de mantenimiento, mayor duración del color en las obras y resistentes a los sulfatos (Castro, 2005).

La ventaja que destaca el producto es la durabilidad de los colores como se aprecia en la figura 1, ya que los pigmentos son químicamente insolubles y no cambian su tonalidad cuando están en exposiciones de la intemperie que se encuentran, según proyectos internacionales, la ventaja mencionada en el hormigón pueden verse en las diferentes construcciones de hormigón coloreado, manteniendo una alternativa económica a los materiales de gran costo, este presenta un conservación en costos del ciclo de vida y en los tiempos de construcción (Castro, 2005).

Figura 1: Biblioteca de la PUCP en Lima, Perú.



Fuente: <http://www.redfundamentos.com/blog/es/obras/detalle-249/>

Componentes del concreto pigmentado:

El pigmento fue usado por los hombres en la pintura rupestre donde el uso común era del óxido de hierro, en la actualidad aún se pueden visualizar como se muestra en la figura 2. Son conocidos como tierras coloreadas (G&C Colors, 2013, p.4).

“La práctica de hormigones coloreados se generó posteriormente de la segunda guerra mundial, este se mostró en concretos prefabricados y en los años 1980, se inició a usar en obra” (Castro, 2005, P. 16).

Figura 2: Pintura rupestre a base de óxidos de hierro.



Fuente: (Cymper, 2017)

Pigmentos Inorgánicos

Los aditivos pigmentantes inorgánicos “Son partículas de polvo muy finas, aún más finas que el cemento, químicamente inertes, insolubles y proporcionan color al nuevo material elaborado” (Pérez, 2006, p.25).

El pigmento inorgánico tiene origen mineral, no son modificados estructuralmente, pero se les realiza un refinado y purificación, estos provienen de arcillas y tierras coloradas que están compuestos de silicatos de aluminio donde es conformado por óxidos metálicos, mediante reacciones químicas de metales se obtiene el óxido de hierro y óxido de cromo; estas son calcinadas para luego pasar por tamices y obtener el tamaño no menos de una micra. Se desarrolló a la necesidad de tener pigmentos con mayor durabilidad (COSMOTEX, 2014). (Ver fig. 3)



Figura 3: Variedad de colores de pigmentos.

Características físicas del pigmento:

Las propiedades físicas que merecen priorizar en los pigmentos en polvo son las dimensiones, la forma de cada partícula y la cantidad de agua que absorbe. Estas características son incidentes en el color y la uniformidad, las partículas son 10 veces más finas que las del cemento estos son molidos al 100% bajo el tamiz 0,045 mm comprende a una granulometría entre 0.01 y 10, la superficie específica Blaine entre 5000 y 20000 cm²/gr, se resalta que los valores de la superficie específica de los pigmentos solo es una referencia ya que no está correctamente definido como el del cemento (finura Blaine). Los antecedentes tomados microscópicas revelan que los átomos de hidróxido de hierro tienen forma de una aguja y el óxido de cromo tienen la forma cúbica a esférica, la tonalidad que adquiere depende de la relación de su área que poseen (Hugo, 2010). La cual se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: *Tamaño medio de las partículas del pigmento.*

Color del aditivo pigmentante.	Tamaño medio de las partículas [µm]
Verde	0.3 a 0.35
Blanco	0.3 a 0.5
Rojo	0.09 a 0.7
Negro	0.15 a 0.6
Amarillo	0.1x0.8 a 0.2x 0.8

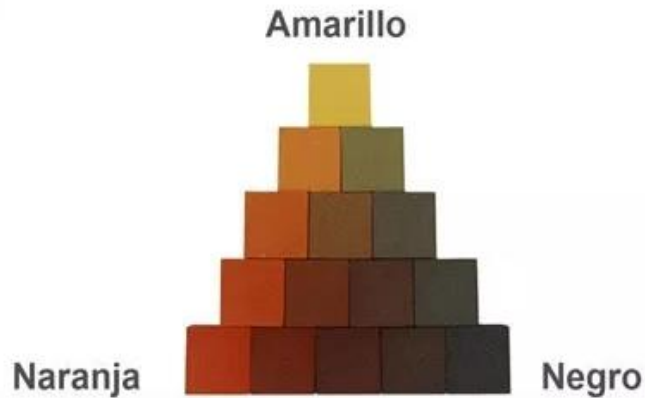
Fuente: (Posteriori, 2005, p.39)

Composición química de pigmentos:

Químicamente “el óxido de hierro (Fe₂O₃) está compuesto con una estructura octaédrica en que está conformado por seis átomos de oxígeno y/o grupos oxidrilos se vinculan en paquetes compactos hexagonales cúbicos” (Sandoval O, 2004, p. 486).

“[...]a diferentes temperaturas partiendo de marrón rojizo a negro. cuando la temperatura es a 25°C es rojo sangre, cuando es a 500°C es rojo oscuro, cuando es a 800°C es a rojo marrón, cuando es a 950°C es a amarillo y cuando es a 1200°C se transforma a negro. Los pigmentos de óxidos de cromo (Cr₂O₃) el color más resaltante es el verde” (Castaño y Arroyave, 2008, p.259). se muestra la pirámide cromática en la ver figura 4.

Figura 4: Pirámide cromática de pigmentos de óxidos de hierro y sus combinaciones.



Fuente: (Cymper, 2017)

Óxidos de hierro (Fe_2O_3): Durante “el transcurso de los años se han usado en diferentes formas y utilidades por ello se ha desarrollado diversas formas de síntesis que les permite obtener estos de manera controlada, se usa la vía de la hidrólisis y la técnica sol-gel para obtener hematita (Fe_2O_3)”. (Castaño Y Arroyave, 2000, p.273), se encuentran de gran área, como mineral en las rocas ígneas. De los óxidos de hierro se obtiene los colores amarillos y rojos.

Los pigmentos inorgánicos rojos obtenidos del material hematita (Fe_2O_3), “es paramagnética y aislante eléctrica y las partículas tienen forma de plaquetas hexagonales u octagonales, variando su color de marrón rojizo a negra” (Castaño y Arroyave, 1998, p. 275)

Los pigmentos inorgánicos amarillos se manifiestan por la hidratación del óxido de hierro, “obtenidos del mineral goethita (limonita) la cual es la composición química ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$) (formada por partículas aciculares de color marrón amarillo, marrón oscuro, está conformada en ambientes oxidantes, es uno de los óxidos de hierro más utilizados en estudios de laboratorios debido a su química superficial y su morfología, están bien caracterizada y en parte más común en la naturaleza” (Miranda, 2018, p. 7).

Óxidos de cromo (Cr_2O_3), son provenientes del mineral cromatita, “Poseen estabilidad a la intemperie, insolubles en el agua, así como a los ácidos y álcalis ya que la tonalidad depende de los tamaños de las partículas, estos pueden resistir altas temperaturas

cercana a los 1000°C. Se recomienda usar en los morteros y hormigones por su estabilidad” (Soto, 2006, p. 62). Su color característico es el verde. La composición química de los pigmentos se indica en la tabla 2.

Tabla 2: Composición química de los pigmentos según la empresa Bayer.

Color	Componente	Fórmula comercial	Nombre
Rojo	Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	Bayferrox
Amarillo	Óxido de hierro	FeOOH	Bayferrox
Negro	Óxido de hierro	Fe ₃ O ₄	Bayferrox
Café	Óxido de hierro	Mezcla de - Fe ₂ O ₃ - FeOOH y/o Fe ₃ O ₄	Bayferrox
Verde	Óxido de cromo	Cr ₂ O ₃	Óxido de cromo verde
Azul	óxido de cobalto	Co(Al,Cr) ₂ O ₄	Pigmento azul luz

Fuente: (Castro M. 2005)

El pigmento inorgánico Bayferrox contiene una ficha técnica de los diferentes pigmentos donde muestra en porcentaje de óxido de hierro que posee, la absorción de agua y su densidad aparente, la cual se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Ficha técnica del pigmento inorgánico Bayferrox.

Color	Bayferrox	Absorción de agua(aprox.) [g/100g]	Densidad aparente (aprox.) DIN ISO 787/11 [g/cm ³]	Fe ₂ O ₃ (aprox.) DIN 55 913[%]	Sales solubles en agua(máx.) DIN ISO 767/3[%]
Rojo	110 G	33	1,0 - 1,4	93	4,0
	120 NG	32	1,0 - 1,4	93	4,0
	130 G	30	1,0 - 1,4	93	4,0
	180 G	30	1,0 - 1,4	93	4,0
	235 G	30	1,0 - 1,5	89	4,0
	503 G	30	1,0 - 1,4	94	4,0
Negro	318 G	34	0,8 - 1,3	87	4,0
	330 G	36	0,8 - 1,3	87	4,0
Amarillo	920 G	65	0,4 - 0,8	82	4,0
	960 G	50	0,5 - 0,9	86	4,0
	965 G	50	0,7 - 1,1	86	4,0
Café	615 G	30	0,8 - 1,3	90	4,0
	655 NG	34	1,0 - 1,4	91	4,0
	663 G	30	1,0 - 1,4	91	4,0
	686 G	30	1,0 - 1,4	89	4,0

Fuente: (Empresa Lanxess, 2011).

El porcentaje de absorción de los pigmentos inorgánicos va depender del color y tamaño de las partículas.

La norma técnica peruana (NTP 339.231:2018) especifica que los pigmentos se utilizan con un porcentaje del cemento (0% - 10%) además recomiendan no exceda este rango para no tener como resultado el exceso de partículas finas.

“La mayoría de los grandes productores del concreto mantienen en su portafolio de productos especiales al concreto pigmentado, hay muchos profesionales que aún no tienen la oportunidad de trabajar con este material” (Euconcreto, 2019, p.2).

Los Efectos del concreto con aditivos pigmentantes inorgánicos son expresados en la tabla 4.

Tabla 4: *Los aditivos y su influencia en la producción del concreto pigmentado.*

ADITIVO PIGMENTANTE	EFFECTO EN EL CONCRETO PIGMENTADO INORGÁNICO
Reductor de agua (plastificante)	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor resistencia al momento de disminuir la relación a/c. • Trabajabilidad adecuada al disminuir el contenido de cemento y minimizar el calor de hidratación.
Retardantes	<ul style="list-style-type: none"> • Genera ventaja ante la presencia de eflorescencias. • Retarda el fraguado del concreto. • Previene la formación de juntas frías.
Incorporadores de aire	<ul style="list-style-type: none"> • A base de linsulfatos son más resistentes al efecto hielo-deshielo y a los cloruros. • Permite reducir la exudación y la segregación. • Producen escurrimiento de la superficie.
Acelerantes	<ul style="list-style-type: none"> • Genera ventaja en una hidratación más rápida al concreto. • Produce un aumento en la tasa de desarrollo de resistencia temprana.
Productos resistentes al agua	<ul style="list-style-type: none"> • Actúa cubriendo los poros capilares con una capa repelente al agua. • Resistente a los sulfatos. • Reduce la presencia de eflorescencias.
Pigmentos en polvo	<ul style="list-style-type: none"> • Material a base de óxidos de origen inorgánico. • Brinda el color deseado al concretó. • La presentación de los pigmentos se encuentra en polvo.

Fuente: (Neville, 2010, p.57).

En el diseño de un concreto pigmentado se requiere un trabajo muy cuidadoso y sobre todo arduo, para el uso del pigmento inorgánico se tienen en cuenta los agregados y materiales de uso. Se presenta características del concreto pigmentado en la tabla 5.

Tabla 5: *Características de los concretos de colores.*

TIPO DE CONCRETO	CONCRETO COLOREADO	UNIDAD
Resistencia de especificación	Desde 245 a 800	Kg/cm ²
Edades de verificación de resistencia f'c	28	Días
Tamaño máximo de agregado	Disponible en TMN 3/4" y 1/2"	Pulgadas
Tiempo de manejabilidad desde la llegada a la obra	2.5	Horas
Asentamiento de diseño	Extensibilidad desde 5.5 a 7.5	Pulgadas
Tiempos de fraguado inicial desde la salida de la planta	De 7 a 9	Horas
Peso unitario	De 2,300 a 2,400	Kg/m ³
Contenido de aire	De 1 a 3	%

Fuente: (UNICON, 2019)

El cemento es un material que varía de color aun siendo del mismo fabricante o empresa distribuidora, al igual que los agregados pueden variar de color al concreto; así mismo la relación de agua y cemento es un factor que puede afectar la coloración, cuando se encuentra el exceso de agua en la dosificación se tiene como resultados una resistencia del concreto, así mismo mayor probabilidad de apariciones de eflorescencia, estos factores se trabajan minuciosamente ya que por una mala dosificación se podría obtener resultados no esperados por esta razón los pigmentos inorgánicos en polvo se agrega por porcentajes respecto al peso del cemento (Pérez, 2006).

Los acabados finales de una infraestructura lisa es el resultado del uso de un encofrado con material de acero. "El tono final del color se basará en la morfología, calidad y material del molde. Como regla general, a mayor absorción de agua en los moldes, el concreto obtendrá un color más oscuro" (Pérez, 2006, p.27).

El vibrado, permite eliminar la burbuja de aire que son perjudiciales ya que estos al no ser eliminados dará paso a un acabado con pequeños huecos conocidos como panales de abeja se tiene en cuenta que el color del concreto también dependerá del fraguado, este se debe realizar a temperaturas no mayores a 200°C si se trata de óxidos de hierro con la excepción del óxido de hierro negro que no debe ser mayor de 180° (Pérez, 2006, p.28).

“Los hormigueros generan acabados no esperados en los concretos de colores. Para reducirlos se deben considerar algunas importancias sobre la altura de vaciado en fundidas con alturas mayores a 1 m para evitar el impacto de caída, el vibrado de la mezcla debe ser homogéneo evitando el contacto con la formaleta se sugiere el vaciado con capas de 30 cm de altura” (Euconcreto, 2006, p.8)

Propiedades mecánicas, es la capacidad del concreto que adquiere cuando endurece. “El concreto es producido a partir de un diseño de mezcla del cemento, agregados, agua y aditivos; su dosificación es en relación a lo requerido, tratando de mantener el mínimo costo. Este al endurecer adquiere sus propiedades de resistencia, durabilidad, entre otros” (Hernández, 2010, p.2).

La Resistencia, es una propiedad del concreto importante debido a que los concretos están expuestos a diferentes esfuerzos además “Es una manera de resistir esfuerzos que pueden ser a compresión, tracción, flexión y corte ya que se sabe muy bien para propósitos de diseño estructural el concreto soporta los esfuerzos a compresión, la cual es la propiedad que se le da mayor importancia” (Hernández, 2010, p.119).

“La Durabilidad, de acuerdo al comité de 116 del ACI, esta propiedad tiene la función de soportar la acción ejercida por el medio ambiente, los efectos químicos e impactos” (Hernández, 2010, p.135). Por ello se sugiere que sus propiedades se mantengan en toda su vida útil, este es muy importante al igual que la resistencia ya que se sugiere tomar el mismo interés, debido a que el concreto se puede deteriorar y tener falla por diversos factores que están expuestos.

Resistencia por compresión, se realiza por ensayos normalizados, estos métodos de fabricación y prueba de los especímenes, se mide a base de una prensa que es aplicada una fuerza en la parte superior del cilindro a una velocidad especificada hasta poder visualizar la falla, la carga es controlada en el tablero del equipo la cual es dividida por el área de la sección transversal del cilindro, obteniendo el esfuerzo total de la rotura (Hernández, 2010).

“Una de las características más importantes del desempeño del concreto, es su durabilidad, la que se relaciona con la vida útil en el servicio de la estructura una vez puesta a condiciones proporcionados por la intemperie” (Izquierdo *et al.*, 2016, p. 183)

“Los ataques de Sulfatos, pueden afectar al concreto a un corto y largo plazo, pueden ser de sodio, potasio y magnesio, que permanecen en el suelo y agua álcalis, generalmente son responsables del deterioro de la estructura del concreto” (Izquierdo *et al.*, 2016, p. 184).

Estos daños tienen dos orígenes; los sulfatos provocan reacciones químicas con la cal y el aluminato de calcio hidratados en la pasta del cemento, provocando los famosos sulfatos de calcio y sulfoaluminato de calcio, dichas acciones forman agrietamientos y gastos en la masa del concreto; se manifiesta cuando el concreto está en contacto con aguas alcalinas, lo cual genera la aparición de cristales de sulfato en los poros y canales capilares que son generados por la evaporación, este usualmente se hace presente en las zonas de constante humedad (Hernández, 2010, p.139).

Las eflorescencias en los concretos se presentan con las acumulaciones de sales, generalmente de color blanco producidas en las superficies, cuando la humedad hace reacción con las sales del calcio del concreto, si bien es cierto no causa daños estructurales, pero si daña en el aspecto de visualización como la coloración del concreto (Toxement, 2017)

La importancia de las propiedades de la durabilidad “son físicos, químicos, biológicos y estructurales” (Hernández y Mendoza, 2005, p. 8)}

La resistencia a tracción del hormigón es un tipo de comportamiento que se requiere para el diseño y control de calidad y con mayor importancia en obras hidráulicas y carreteras con pavimentación. Este método también llamado ensayo a tracción por compresión diametral, consiste en someter una probeta cilíndrica a un esfuerzo axial en toda la longitud. El resultado se calcula de la siguiente expresión:

Figura 5: Ecuación para la determinación de la resistencia a tracción.

$T=2P/\pi Ld$
Dónde: T: Resistencia a tracción por compresión diametral P: Máxima carga aplicada indicada por la prensa de concreto L: Longitud d: diámetro

Fuente: (Norma ASTM C496)

Se representa por ser mucho menor a la resistencia a compresión este debe aproximarse entre 8% y 15% en relación de la resistencia a tracción con la resistencia a compresión (HARSEM, 2005). Se muestra en la figura 5)

Figura 6: Rango de variación de la resistencia a tracción para distintos ensayos típicos.

Método de evaluación	Porcentajes referidos a las resistencias a compresión
Tracción directa	6 al 11 %
Tracción por compresión diametral	8 al 15 %
Flexión en tres puntos	15 al 25 %
Flexión a los tercios	12 al 20 %

Fuente: (ZERVINO, 2013)

Dentro de la normativa que destacan en la investigación son:

La guía del American Concrete Institute (ACI) 212, proporcionada al uso de aditivos en el hormigón, nos menciona a realizar ensayos en el laboratorio, advierte acerca de las posibilidades de modificación de propiedades, también menciona las dosificaciones menores a 6% de peso en cemento no alteran las propiedades del hormigón por último nos informa del cambio de tonalidad según la procedencia del pigmento y el cuidado a tener con los efectos de las eflorescencias.

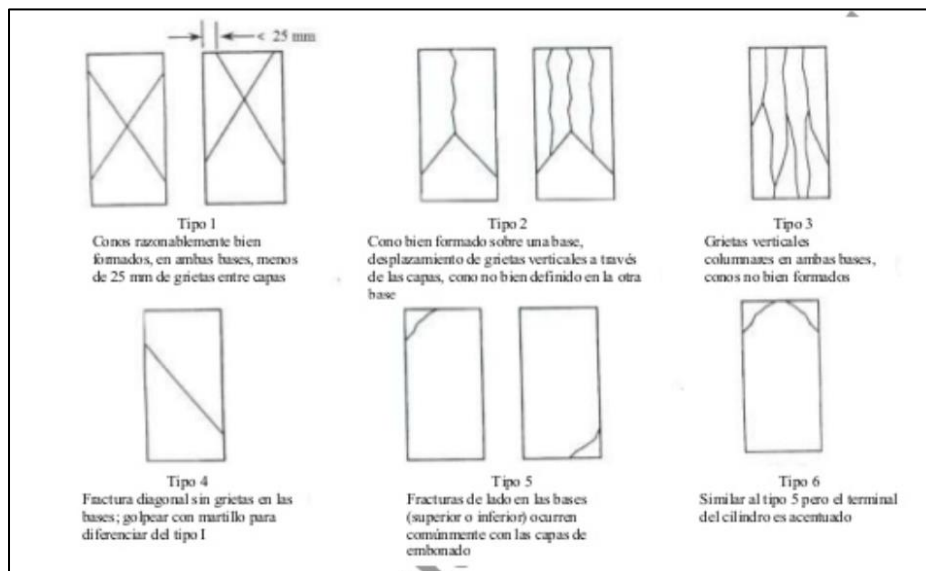
Norma Técnica Peruana (NTP 339.231:2018), establece los requisitos que deben cumplir los pigmentos en polvo de colores para el uso en adiciones del concreto. Cuando los pigmentos son constituyentes en la mezcla esta NTP se aplica al componente del pigmento, este debe ser menor o igual al 10% de la masa del cemento ya que se considera como exceso de partículas finas afectando a las propiedades del concreto.

Norma Técnica Peruana (NTP 400,012 :2001), establece el método para calcular la distribución por tamaño de partículas de los agregados grueso y fino por tamizado.

Método del comité American Concrete Institute (ACI) 211, se utilizó para el diseño de la mezcla del concreto.

Norma Técnica Peruana (NTP 339,034 :2008), establece el método del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas, mostrando los diferentes patrones de fallas que se pueden generar al momento de realizar el ensayo. Estas fallas se muestran en la figura

Figura 7: Esquema de patrones de diferentes tipos de fallas en probetas cilíndricas.



Fuente: (Norma Técnica Peruana, 2008)

Norma Técnica Peruana (NTP 339,084 :2012), establece el método del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción por compresión diametral del concreto, en muestras cilíndricas.

Guía American Concrete Institute (ACI) 303, establece criterios que se debe de tener en cuenta en cuanto al concreto coloreado en obra nos menciona los requisitos de diseño, proceso constructivo y control de calidad de los materiales a utilizar.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Enfoque: Cuantitativo

La investigación posee un enfoque cuantitativo, debido a que posee una estructura consecutiva y probada, estos pueden obtenerse mediante la estadística, herramientas informáticas y métodos matemáticos que son representantes de una realidad inmediata.

“cualquier investigación cuantitativa tiene que ver con un número máximo de población y por ello su enfoque es la medición y el cálculo. En habitual busca medir variables con referencia a magnitudes” (Niño, 2011, p. 29).

Diseño de investigación: Experimental

En el proyecto de investigación experimental basado en la manipulación intencional de las variables, se usa el diseño pre experimental debido a que se hizo una adición de pigmentos inorgánicos (Independiente) al concreto (Dependiente). “los diseños experimentales no existen la manipulación de la variable independiente tampoco hay una referencia antepuesta de cuál era el nivel que tenía el grupo en la variable dependiente antes del estímulo” (HERNÁNDEZ, Roberto, FERNADEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar, 2014, p.135).

Y a la vez (ARIAS, 2012) “la investigación experimental es explicativa, su finalidad fue demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron por la variable independiente” (p.34)

Tipo: Aplicada

El tipo de investigación es aplicada, debido a fue necesario realizar experimentos científicos con la finalidad de comprobar su uso confiable, centrándose en llevar las teorías a la práctica. Según (Tan y otros, 2008) “las nuevas ciencias aplicadas a partir de las literaturas adquiridos a través de la exploración necesaria para establecer si esto pueden ser provechosamente aplicados con o sin mayor delicadeza para los propósitos

definidos. La búsqueda adquirida a través de este prototipo de investigación debería ser aplicable en cualquier otro lugar ya sea en cualquier lugar del mundo” (p. 147).

Nivel: Explicativo

El nivel que posee es explicativo debido, a que está relacionado a responder la causa de los eventos físicos. También nos ofrece un panorama más centrado en la causa y efecto que ocurre con la manipulación intensional de la variable dependiente. Menciona (Hernández y otros, 2006) “su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este o porque dos o más variables están relacionados” (p. 74).

Métodos de investigación: Científico

El método científico se quiere mayor confiabilidad, aporte y valoración con las respuestas que se va obtener, mediante experimentos desarrollados en los laboratorios de Ingeniería civil. Por otro lado, (Ruiz, 2007) “el método científico es la lógica general empleada, tácita y explícitamente para valorar sus cualidades de una investigación. Constituido por conjuntos de normas, las cuales sirven como patrones que deben ser satisfechos cuyas conclusiones merecen confianza racional” (p. 9).

3.2. Variables, Operacionalización

Variables

Identificar las variables dependientes e independientes en una investigación es importante.

Según Hernández et al. (2016) este punto es necesario definir que es una variable dependiente aquella propiedad que se alcanza variar este tiene que ser idóneo de medirse, así mismo, este se puede trabajar a un conjunto de personas u objetos, los cuales alcanzan diferentes respuestas respecto a su variable independiente (p. 43).

Variable dependiente (V1): Concreto 280 Kg/cm².

Variable independiente (V2): Aditivos pigmentantes.

Tabla 6: Operacionalización de variables.

"Análisis de influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto F'c= 280 kg/cm ² Lima - 2020"								
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN								
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES		INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN		
CONCRETO f'c= 280kg/cm²	El concreto es producido a partir de un diseño de mezcla, que básicamente es la combinación (cemento, agregados, agua y aditivos) y su dosificación es en relación a la resistencia requerida, tratando de mantener el mínimo costo. Este al endurecer adquiere sus propiedades de resistencia, durabilidad (CASTRO M, 2005)	El concreto f'c = 280 kg/cm ² es un material consecuente del producto de relación a/c: 0.466 conformado con aglomerantes con como el agua, cemento y agregados; que luego de ser mezclados o fraguados en el transcurso del tiempo dicha mezcla va endureciendo por la reacción del agua y el cemento. La resistencia mecánica del concreto según la normativa se mide en 28 días.	Propiedades físicas		<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico (MF) • Peso unitarios (kg/m³) • Peso específico (gr/cm³) • Absorción (%) • Contenido de humedad (%) 	RAZÓN		
			Resistencia		<ul style="list-style-type: none"> • Compresión(kg/cm²) • Tracción (kg/cm²) 	RAZÓN		
			Durabilidad		<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a compresión expuesto a (MgSO₄) 	RAZÓN		
ADITIVOS PIGMENTANTES	VERDE	Los pigmentos son partículas diminutas de polvo, con una granulometría aún más pequeña que la del cemento. Son químicamente inertes, insolubles en agua y resisten la alcalinidad del cemento y crean un color permanente en el concreto. un buen color depende de la pureza del pigmento. (LANXESS, 2010, EN LINEA)	El pigmento es un aditivo que al ser mezclado con el concreto se obtendrá el hormigón de color o pigmentado; el objetivo de este producto es que proyecte uniformidad, personalidad y carácter en las estructuras. Este material lo encontramos en sacos de 20 - 25 Kg; en la ciudad Lima lo podemos adquirir en la empresa LANXESS asimismo la norma técnica peruana indica que la cantidad de uso para la mezcla no debe exceder al 10% del cemento de lo contrario habrá un exceso de partículas finas.	Proporción		3% de la masa del cemento(kg)	RAZÓN	
						5% de la masa del cemento(kg)	RAZÓN	
						7% de la masa del cemento(kg)	RAZÓN	
	Propiedades Físicas			<ul style="list-style-type: none"> • Absorción (%) • Contenido de humedad (%) • Densidad (gr/cm³) 	RAZÓN			
	AMARILLO			Propiedades Químicas		Verde (CROMATITA)	Óxido de cromo (Cr ₂ O ₃)	ORDINAL
						Rojo (HEMATITA)	Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	
		Amarillo (LIMONITA)	Óxido e hidróxido de hierro (Fe ₂ O ₃ H ₂ O)					
ROJO								

Fuente: Elaboración por los usuarios.

3.3. Población, muestra y muestreo

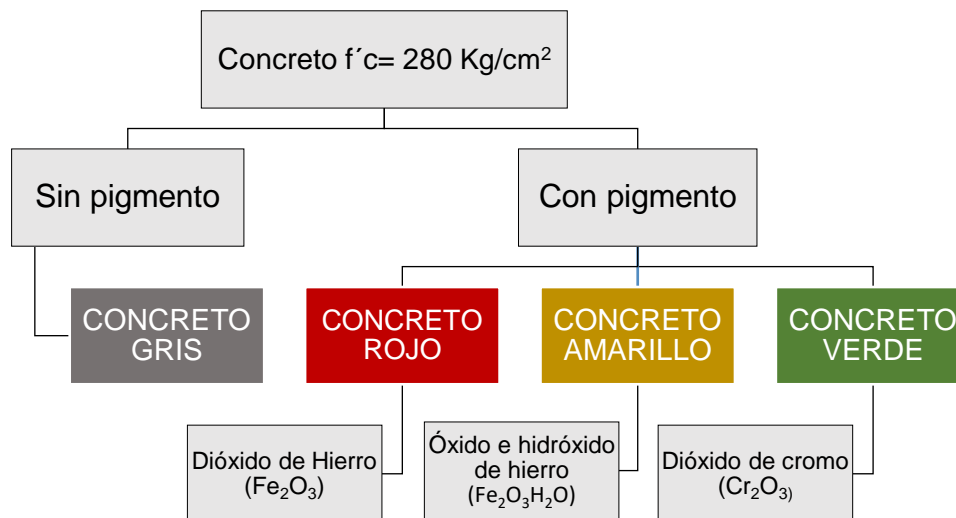
Población

La definición de población es, un conjunto de elementos compuestos por las mismas características, siendo indeterminado debido a que se quiere estudiar el comportamiento del fenómeno ya que no se persuade, pero si podemos ver y realizar la medición. Por ello se sugiere delimitar el área de interés para ser estudiado, involucrando a las hipótesis del proyecto de investigación.

“[...]se conoce como población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán razones de estudio” (BORJA, 2012, p.30).

En la tabla 7 se definió que nuestra población es el concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ patrón y con adición de pigmentos inorgánicos al 3%, 5% y 7% de color rojo, amarillo y verde.

Tabla 7: Población de concreto patrón y concreto pigmentado.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

Muestra

“la muestra de estudio es un subgrupo representativo de la población, sobre la cual se habrán de recolectar datos” (Borja, 2012, p.31). En la tabla 8 y 9 se enfatiza el número de probetas que serán ensayadas.

[..] si cada uno de los sujetos de una investigación tuvieran exactamente las mismas características, el tamaño requerido de la muestra sería solamente de uno, pero al no presentarse el caso, necesitamos establecer un tamaño de muestra mayor de uno, pero menor que la población total o universo (Borja, 2012, p.30).

Tabla 8: Muestra de concreto patrón y pigmentado inorgánico para ensayo a compresión.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN										
PIGMENTO EN EL CONCRETO										
Edad en días	GRIS	VERDE			AMARILLO			ROJO		
	0%	3%	5%	7%	3%	5%	7%	3%	5%	7%
CURADO NORMAL										
14 días	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5
28 días	3	5	5	3	5	5	5	5	5	5
CURADO EXPUESTO A LOS SULFATOS (50 g/L)										
56 días	3	5	5	0	5	5	0	5	5	0
TOTAL	9	15	15	6	15	15	10	15	15	10
ΣTOTAL	125									

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Tabla 9: Muestra de concreto patrón y pigmentado inorgánico para ensayo a tracción.

RESISTENCIA A TRACCIÓN							
PIGMENTO EN EL CONCRETO							
Edad en días	GRIS	VERDE		AMARILLO		ROJO	
	0%	3%	5%	3%	5%	3%	5%
CURADO NORMAL							
14 días	3	3	3	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL	6	6	6	6	6	6	6
ΣTOTAL	42						

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Para la presente investigación se definió a 167 probetas hechas de concreto con adición de pigmentos inorgánicos y sin adición de pigmentos, de las cuales 15 probetas de 4" x 8" serán del concreto patrón y 152 probetas del concreto pigmentado rojo, amarillo y verde; 125 testigos serán ensayos de compresión y 42 ensayo a tracción.

Muestreo

(BORJA, 2012) “elegir una muestra probabilística o no probabilística depende de los objetivos de la investigación y de la contribución que piensa hacer con ella” (p, 32).

Las muestras no probabilísticas se utilizan en diversas investigaciones cuantitativas. Las investigaciones experimentales, la mayoría de las veces utilizan muestras dirigidas, es difícil manejar grupos grandes debido a ello se ha insistido que, en los experimentos, la validez externa se consolida mediante la repetición o reproducción del estudio (HERNÁNDEZ Y OTROS 2010, P.190).

Nos basamos a un tipo de muestreo no probabilístico, “este caso la selección de los elementos no depende de la probabilidad sino del criterio del investigador” (BORJA, 2012, p.32).

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

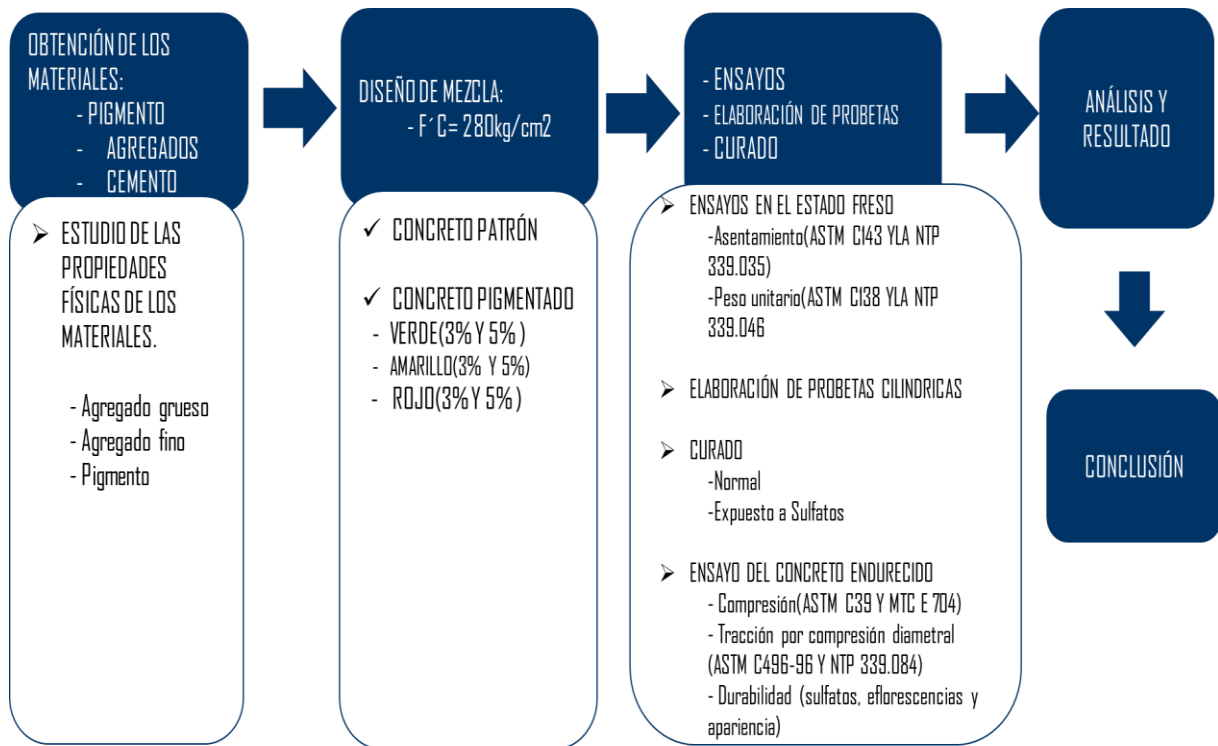
Para la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto (durabilidad ante la intemperie, resistencia a compresión y tracción), con adición de pigmento inorgánicos de colores rojo, amarillo y verde. Se utilizó la técnica de observación experimental, debido a que se obtuvo resultados para las propiedades mecánicas del concreto, extraídos de los ensayos realizados, también se demostró la durabilidad ante los sulfatos y luego fueron anotados en las fichas técnicas recopiladas.

“Para todas las investigaciones en ingeniería, todos los ensayos realizados y observados se deben plasmar en formatos adecuados de recolección de información” (Borja, 2012, p.33).

3.5. Procedimientos

Para la recolección de información se requirió armar un plan de procedimientos que nos permitió reunir información, en la presente tesis se desarrolló un organigrama que está distribuida por etapas que a continuación se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: Organigrama del trabajo de investigación.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

En la primera etapa se muestra la obtención de los pigmentos inorgánicos se hizo la compra en la empresa LANXESS con la marca BAYFERROX luego se procedió a realizar el estudio de las propiedades físicas como la granulometría, peso específico, densidad y contenido de humedad de los materiales mediante los ensayos que están propuestos por las NTP Y ASTM. Estos fueron anotados en las fichas aprobadas por los expertos.

En la segunda etapa se basó en el diseño de mezcla siguiendo el método del ACI 211, tomamos el criterio de selección de porcentajes de pigmentos del 5% por la guía del ACI 212 donde nos menciona que al adicionar un pigmento en polvo menor al 6% no afectará a las propiedades físicas del concreto y para la selección del 3% acudimos a los nuestros antecedentes de Marcela Castro en el año 2005 en su investigación donde incrementó el pigmento 3%, 4% y 6% a la mezcla del concreto y obtuvo como resultado que al adicionar 3% no disminuye la resistencia a compresión del concreto.

En la tercera etapa se consideró los ensayos en el estado fresco, dónde se determinará la medida del asentamiento mediante el cono de Abrams (ASTM C-143 y NTP 339.035), se deben obtener dentro del intervalo de los 15 minutos. Para el estado endurecido se aplicará el ensayo de compresión de probetas (ASTM C39 - MTC E 704-2000) y ensayo a tracción por compresión diametral (ASTM C496-96 / NTP 339.084) mediante la máquina UNIVERSAL. Se debe considerar de importancia de estos ensayos ya que determinará la aceptación de la calidad del concreto.

Finalmente se desarrolló el análisis de los resultados obtenidos del ensayo a compresión y tracción de las probetas abarcando el objetivo de la investigación y probando las hipótesis mediante la estadística inferencial.

3.6. Método de análisis de datos

Para cumplir con los objetivos del proyecto de investigación se realizaron diferentes ensayos que nos permitirá obtener datos y analizar y comprobar.

- Diseño de mezcla de concreto (ACI 211).
 - Granulometría de agregado fino y grueso (ASTM C136).
 - Peso unitarios suelto y compactado (ASTM C 29, MTC E-203).
 - Gravedad específica y absorción (ASTM C-127, MTC E 205, 206).
 - Densidad del pigmento (ASTM C 188-95 MTC 610-2000).
 - Contenido de humedad (ASTM D-2216 / NTP 339.127).
- Ensayo a la resistencia a compresión (ASTM C39/C39M-17 / MTC E 704).
- Ensayo a tracción (ASTM C496-96 / NTP 339.084).
- Ensayo de durabilidad ante los sulfatos y eflorescencias. (ASTM 1012).

“Nos permite sistematizar los resultados adquiridos de la muestra hacia la población, los parámetros no son calculados sino son inferidos desde los estadígrafos” (BORJA, 2012, p. 36).

Este se llevó a cabo mediante la explicación, ya que se realizó procedimientos científicos en el laboratorio anotados en las fichas para luego ser interpretados por los investigadores.

3.7. Aspectos éticos

Se realizó con la finalidad de ampliar mayores conocimientos del concreto pigmentado, tomando nuevos aditivos colorantes en el concreto convencional. Los ensayos fueron desarrollados en el laboratorio de WRG INGEO S.A.C, la cual sus equipos presentan el certificado de calibración para respaldar la autenticidad de los resultados.

- Todas las informaciones presentadas durante la elaboración del proyecto de investigación son verdaderas, ya que se usaron como referencias de libros, papers, normas y artículos científicos.
- La presente investigación garantiza la confiabilidad de los resultados.

Los investigadores se comprometen con responsabilidad y veracidad la recopilación de los datos y el procesamiento de lo obtenidos.

IV. RESULTADOS

Propiedades físicas de los agregados finos, gruesos y pigmentos:

El agregado fino proviene de la cantera “trapiche” ubicado de la cantera Lima-Canta Km 39, los ensayos elaborados están a base de las normas ASTM y NTP que este nos proporcionó parámetros que deben cumplir los agregados finos. (Ver tabla 11).

Tabla 11: *Características físicas del agregado fino.*

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO FINO			
Características	Abreviatura.	Respuesta	Unidad.
P. Específico (Base seca)	Pem	2.55	gr/cm ³
P. Específico (Base saturada)	PeSSS	2.66	gr/cm ³
P. Específico aparente (Base seca)	Pea	2.86	gr/cm ³
Peso unitario compactado	PUC	1744.48	kg/m ³
Peso unitario suelto	PUS	1517.43	kg/m ³
Módulo de finura	MF	3.00	.....
Absorción	ABS.	4.32	%
Humedad	HUM.	1.15	%

Fuente: Elaboración por los usuarios.

En la tabla 11 muestra el módulo de finura, la cual se demuestra que está dentro de los límites mínimo y máximo de la curva granulométrica obteniendo 3.00 como módulo de finura expresando que es óptimo propuesto por el (ASTM C-33). Así mismo está el peso específico, peso unitario, porcentaje de absorción y porcentaje de humedad, que son necesarios para el diseño de mezcla.

De la misma manera el agregado grueso proviene de la misma cantera ya mencionada, realizamos sus ensayos de características físicas tomando como norma el ASTM Y NTP. A continuación, se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: Características físicas del agregado grueso.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO			
Ensayo	Abreviatura.	Respuesta	Unidad.
P. Específico (base seca)	Pem	2.70	gr/cm ³
P. Específico (base saturada)	PeSSS	2.71	gr/cm ³
P. Específico aparente (base seca)	Pea	2.74	gr/cm ³
Peso unitario compactado	PUC	1610.87	kg/m ³
Peso unitario suelto	PUS	1567.88	kg/m ³
Módulo de finura	MF	7.33	.....
Tamaño máximo nominal	TMN.	3/4"	in
Absorción	ABS.	0.52	%
Humedad	HUM.	0.40	%

Fuente: Elaboración por los usuarios.

El módulo de finura del agregado grueso es 7.33, encontrándose dentro del HUSO 56 expresando dentro de los límites mínimos y máximos de la curva granulométrica por la norma (ASTM C-33).

El pigmento inorgánico de marca Bayer también se determinó sus propiedades físicas mostrando un resumen de ensayos. La cual se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Características físicas de los pigmentos inorgánicos.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PIGMENTOS INORGÁNICOS				
Ensayo	Abreviatura.	Material	Respuesta	Unidad.
Densidad específica	DEN. ESP.	PIG. ROJO	1.34	gr/cm ³
Densidad específica	DEN. ESP.	PIG. AMARILLO	0.84	gr/cm ³
Densidad específica	DEN. ESP.	PIG. VERDE	0.85	gr/cm ³
Absorción (ml/100gr)	ABS.	PIG. ROJO	32.50	%
Absorción (ml/100gr)	ABS.	PIG. AMARILLO	47.50	%
Absorción (ml/100gr)	ABS.	PIG. VERDE	27.50	%
Humedad	HUM.	PIG. ROJO	0.33	%
Humedad	HUM.	PIG. AMARILLO	0.50	%
Humedad	HUM.	PIG. VERDE	0.50	%

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Cabe mencionar en la tabla 13 en el porcentaje de absorción del pigmento inorgánico la cantidad expresada es para cada 100gr de muestra.

Pero antes de desarrollar el diseño de mezcla para agregar el pigmento, el (ASTM C 979-2005) **Pigments for Integrally Colored Concrete** proporciona ensayos previos. Estos requisitos son fundamentales que se deben cumplir:

Humectabilidad al agua: Nos especifica que con 10g de pigmento a 150 ml de agua deionizada puesta en un beker de capacidad de 250 ml `para evitar pérdidas de material, la condición es que el `pigmento debe diluirse con el agua de no ser así el pigmento no será factible para el diseño. En la figura 8 se muestra la adición de pigmentos en polvo al recipiente con agua deionizada.

Figura 8: Proceso de humectabilidad del pigmento (ASTM C 979-2005)



Fuente: Fotografía por los usuarios.

A continuación, en la figura 9 se obtiene que los pigmentos inorgánicos de marca Bayer son humectables al agua debido a que se llegó a diluir en la mezcla mostrando su color en el líquido.

Figura 9: Representa que el pigmento Bayer si es humectable.



Fuente: Fotografía por los usuarios.

Resistencia alcalina: Se procedió adicionar al proceso de humectabilidad, 10ml de solución de hidróxido de sodio al 10% en masa del precipitado y agitar por completo y dejar reposar 1h, luego se procedió a lavar el filtro con residuo con agua caliente deionizada para luego poner al horno a $110^{\circ} \text{C} \pm 3$ durante 4 horas lo que se requiere es hacer una comparación de color con la muestra seca. En la figura 10 se muestra la adición de hidróxido. Pasando a la figura 11 con el secado de los pigmentos en el horno para luego hacer una comparación de color, llegando a obtener que el pigmento se mantiene su color la cual se muestra en la figura 12.

Figura 10: Adición de 10 ml de hidróxido de sodio.



Fuente: Propia.

Figura 11: Representa los pigmentos en el horno a $110^{\circ} \text{C} \pm 3$.



Fuente: Propia

Figura 12: Representa la comparación de pigmentos secado al horno y normal.



Fuente: Propia.

Diseño de mezcla

Se realizó el diseño de mezcla tomando como referencia el ACI 211. En la tabla 14 se desarrolló un resumen de diseño del concreto patrón mostrando la dosificación para un metro cúbico y también la dosificación para probetas de 4" x 8".

Tabla 14: *Diseño de dosificación del concreto patrón por método ACI 211.*

DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PATRÓN			
DATOS DE ENTRADA		VALOR	UNIDAD
Resistencia a compresión requerida		280	kg/cm ²
Asentamiento		3" - 4"	in
Módulo de finura agregado fino		3.00	-
Módulo de finura agregado grueso		7.33	-
Tamaño máximo nominal		3/4	in
Peso específico del cemento andino		3.15	gr/cm ³
Peso unitario suelto del agregado fino		1517.43	kg/cm ³
Peso unitario suelto del agregado grueso		1567.88	kg/cm ³
Peso específico del agregado fino		2547	kg/cm ³
Peso específico del agregado grueso		2697	kg/cm ³
Porcentaje de absorción del agregado fino		4.3	%
Porcentaje de absorción del agregado grueso		0.5	%
Contenido de humedad del agregado fino		1.15	%
Contenido de humedad del agregado grueso		0.4	%
Peso específico del agua		1000	kg/cm ³
PRESENTACIÓN DE DISEÑO EN ESTADO SECO			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Relación agua/cemento	w/c	0.466	-
cemento	C	439.914	kg/m ³
agua	A	205.000	lt o kg/m ³
arena	AF	705.519	kg/m ³
pedra	AG	966.522	kg/m ³
CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Relación agua/cemento	w/c	0.466	-
cemento	C	439.914	kg/m ³
agua	A	228.450	lt o kg/m ³
arena	AF	713.632	kg/m ³
pedra	AG	970.388	kg/m ³
DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PATRÓN PARA PROBETAS DE 4" X 8"			
Volumen de probeta 4" X 8"		0.001571	m ³
Volumen para 15 probetas 4" x 8"		0.023562	m ³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	CANTIDAD REQUERIDA	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.023562 m ³	10.37kg
A	228.45	0.023562 m ³	5.38Lt
AF	713.63	0.023562 m ³	16.81kg
AG	970.39	0.023562m ³	22.86kg

Fuente: Elaboración por los usuarios.

En la tabla 15 se realizó un resumen del diseño del concreto pigmentado rojo tomando los datos de entrada del concreto patrón, la dosificación en 3%, 5% y 7% para un m³ y para la cantidad necesaria de probetas de 4" x 8". También se muestra la corrección por humedad y absorción de los materiales que componen el concreto.

Tabla 15: Diseño de dosificación del concreto pigmentado rojo Bayer 130.

DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PIGMENTADO ROJO BAYER 130			
DATOS DE ENTRADA DEL PIGMENTO ROJO			
Densidad específica		1.34	gr/cm ³
Porcentaje de absorción		32.5	ml/100g
Contenido de humedad		0.3	%
PRESENTACIÓN DE DISEÑO EN ESTADO SECO			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Relación agua/cemento	w/c	0.466	-
cemento	C	439.914	kg/m ³
agua	A	205.000	lt o kg/m ³
arena	AF	705.519	kg/m ³
piedra	AG	966.522	kg/m ³
pigmento 3%	PR	13.197	kg/m ³
pigmento 5%	PR	21.996	kg/m ³
pigmento 7%	PR	30.794	kg/m ³
CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Relación agua/cemento	w/c	0.466	-
cemento	C	439.914	kg/m ³
agua	A	228.450	lt o kg/m ³
arena	AF	713.632	kg/m ³
piedra	AG	970.388	kg/m ³
pigmento 3%	PR	13.236	kg/m ³
pigmento 5%	PR	22.062	kg/m ³
pigmento 7%	PR	30.886	kg/m ³
CORRECCIÓN DE AGUA POR ABSORCIÓN DEL PIGMENTO			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
pigmento 3%	PR	4.302	lt o kg/m ³
pigmento 5%	PR	7.170	lt o kg/m ³
pigmento 7%	PR	10.038	lt o kg/m ³
DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO ROJO PARA PROBETAS DE 4" X 8"			
Volumen de probetas de. 4" X 8"		0.00157	m ³
21 PROBETAS AL 3%		0.0330	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0330 m ³	14.51 kg
A	232.75	0.0330 m ³	7.68 kg
AF	713.63	0.0330 m ³	23.54 kg
AG	970.39	0.0330 m ³	32.01 kg
PIG.3%	13.24	0.0330 m ³	0.437 kg
21 PROBETAS AL 5%		0.0330 m³	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0330 m ³	14.51 kg
A	239.92	0.0330 m ³	7.91 kg
AF	713.63	0.0330 m ³	23.54 kg
AG	970.39	0.0330 m ³	32.01 kg
PIG.5%	22.06	0.0330 m ³	0.728 kg
10 PROBETAS AL 7%		0.0157 m³	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0157m ³	6.91 kg
A	249.96	0.0157m ³	3.93 kg
AF	713.63	0.0157m ³	11.21 kg
AG	970.39	0.0157m ³	15.24 kg
PIG.7%	30.89	0.0157m ³	0.485 kg

Fuente: Elaboración por los usuarios.

En la tabla 16 se muestra el diseño del concreto pigmentado amarillo tomando las características físicas del agregado fino y grueso, para porcentajes de 3%, 5% y 7% dosificando para un metro cúbico y para la cantidad necesaria de probetas de 4" x 8". También se muestra la corrección por humedad y absorción.

Tabla 16: Diseño de dosificación del concreto pigmentado amarillo Bayer 130.

DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PIGMENTADO AMARILLO BAYER 130			
DATOS DE ENTRADA DEL PIGMENTO AMARILLO			
Densidad específica		0.84	gr/cm ³
Porcentaje de absorción		47.5	ml/100g
Contenido de humedad		0.5	%
PRESENTACIÓN DE DISEÑO EN ESTADO SECO			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Relación agua/cemento	w/c	0.466	-
cemento	C	439.914	kg/m ³
agua	A	205.000	lt o kg/m ³
arena	AF	705.519	kg/m ³
piedra	AG	966.522	kg/m ³
pigmento 3%	PR	13.197	kg/m ³
pigmento 5%	PR	21.996	kg/m ³
pigmento 7%	PR	30.794	kg/m ³
CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Relación agua/cemento	w/c	0.466	-
cemento	C	439.914	kg/m ³
agua efectiva	A	228.450	lt o kg/m ³
arena	AF	713.632	kg/m ³
piedra	AG	970.388	kg/m ³
pigmento 3%	PR	13.263	kg/m ³
pigmento 5%	PR	22.106	kg/m ³
pigmento 7%	PR	30.948	kg/m ³
CORRECCIÓN DE AGUA POR ABSORCIÓN DEL PIGMENTO			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
pigmento 3%	PR	6.299	lt o kg/m ³
pigmento 5%	PR	10.500	lt o kg/m ³
pigmento 7%	PR	14.700	lt o kg/m ³
DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO AMARILLO PARA PROBETAS DE 4" X 8"			
Volumen de probetas 4" X 8"		0.001571	m ³
21 PROBETAS AL 3%		0.0330	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0330 m ³	14.51kg
A	228.45	0.0330 m ³	7.54kg
AF	713.63	0.0330 m ³	23.54kg
AG	970.39	0.0330 m ³	32.01kg
PIG.3%	13.26	0.0330 m ³	0.438kg
21 PROBETAS AL 5%		0.0330	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0330 m ³	14.51kg
A	228.45	0.0330 m ³	7.54kg
AF	713.63	0.0330 m ³	23.54kg
AG	970.39	0.0330 m ³	32.01kg
PIG.5%	22.11	0.0330 m ³	0.729kg
21 PROBETAS AL 7%		0.0330 m³	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0330 m ³	14.51kg
A	228.45	0.0330 m ³	7.54kg
AF	713.63	0.0330 m ³	23.54kg
AG	970.39	0.0330 m ³	32.01kg
PIG.7%	30.95	0.0330 m ³	1.021kg

Fuente: Elaboración por los usuarios

En la tabla 17 se realizó un resumen del diseño del concreto pigmentado verde en porcentajes de 3%, 5% y 7% dosificando para un metro cubico y para la cantidad necesaria de probetas de 4" x 8". También se muestra la corrección por humedad y absorción de los materiales que componen el concreto.

Tabla 17: Diseño de dosificación del concreto pigmentado verde Bayer 130.

DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO PIGMENTADO VERDE BAYER 130			
DATOS DE ENTRADA DEL PIGMENTO VERDE			
Densidad específica		0.85	gr/cm ³
Porcentaje de absorción		27.5	ml/100g
Contenido de humedad		0.5	%
PRESENTACIÓN DE DISEÑO EN ESTADO SECO			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Relación agua/cemento	w/c	0.466	-
cemento	C	439.914	kg/m ³
agua	A	205.000	lt o kg/m ³
arena	AF	705.519	kg/m ³
piedra	AG	966.522	kg/m ³
pigmento 3%	PR	13.197	kg/m ³
pigmento 5%	PR	21.996	kg/m ³
pigmento 7%	PR	30.794	kg/m ³
CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Relación agua/cemento	w/c	0.466	-
cemento	C	439.914	kg/m ³
agua	A	228.450	lt o kg/m ³
arena	AF	713.632	kg/m ³
piedra	AG	970.388	kg/m ³
pigmento 3%	PR	13.263	kg/m ³
pigmento 5%	PR	22.106	kg/m ³
pigmento 7%	PR	30.948	kg/m ³
CORRECCIÓN DE AGUA POR ABSORCIÓN DEL PIGMENTO			
DATOS	DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
pigmento 3%	PR	3.650	lt o kg/m ³
pigmento 5%	PR	6.079	lt o kg/m ³
pigmento 7%	PR	8.511	lt o kg/m ³
DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO VERDE PARA PROBETAS DE 4" X 8"			
Volumen de probetas 4" X 8"		0.001571	m ³
21 PROBETAS AL 3%		0.0330	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0330 m ³	14.51kg
A	228.45	0.0330 m ³	7.54kg
AF	713.63	0.0330 m ³	23.54kg
AG	970.39	0.0330 m ³	32.01kg
PIG.3%	13.26	0.0330 m ³	0.438kg
21 PROBETAS AL 5%		0.0330 m³	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0330 m ³	14.51kg
A	228.45	0.0330 m ³	7.54kg
AF	713.63	0.0330 m ³	23.54kg
AG	970.39	0.0330 m ³	32.01kg
PIG.5%	22.11	0.0330 m ³	0.729kg
6 PROBETAS AL 7%		0.0094	m³
MATERIAL	CANTIDAD EN KG POR m ³ de concreto	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg)
C	439.91	0.0094 m ³	4.15kg
A	228.45	0.0094 m ³	2.15kg
AF	713.63	0.0094 m ³	6.73kg
AG	970.39	0.0094 m ³	9.15kg
PIG.7%	30.95	0.0094 m ³	0.292kg

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Propiedades físicas del concreto en el estado fresco.

Luego de haber realizado la correcta dosificación, se procedió a realizar la mezcla para cada dosificación, se procedió a medir el asentamiento expresado en pulgadas (inch) de cada muestra representadas en las figuras siguientes.

En la figura 13 el concreto patrón posee un slump de 3.6" presentando una consistencia plástica la cual el varillado al momento de llenar las probetas debe ser normal.

Figura 13: Medida del asentamiento del concreto patrón obteniendo 3.6".



Fuente: Fotografía propia.

En la figura 14 el concreto rojo al 3% posee un slump de 4" presentando una consistencia blanda la cual el varillado al momento de llenar las probetas debe ser leve, al adicionar el 5% su slump es de 3.2" con una consistencia blanda y al adicionar el 7% de pigmento rojo adquiere un slump de 3" con una consistencia plástica.

Figura 14: Medida del asentamiento del concreto rojo 3%, 5% y 7%.



Fuente: Fotografía propia.

En la figura 15 el concreto amarillo al 5% posee un slump de 3" presentando una consistencia plástica la cual el varillado al momento de llenar las probetas debe ser normal.

Figura 15: Medida del asentamiento del concreto amarillo 3%, 5% y 7%



Fuente: Fotografía propia.

En la figura 16 el concreto verde al 3% posee un slump de 4.5" presentando una consistencia fluida la cual el varillado al momento de llenar las probetas debe ser muy leve y cuidadosa.

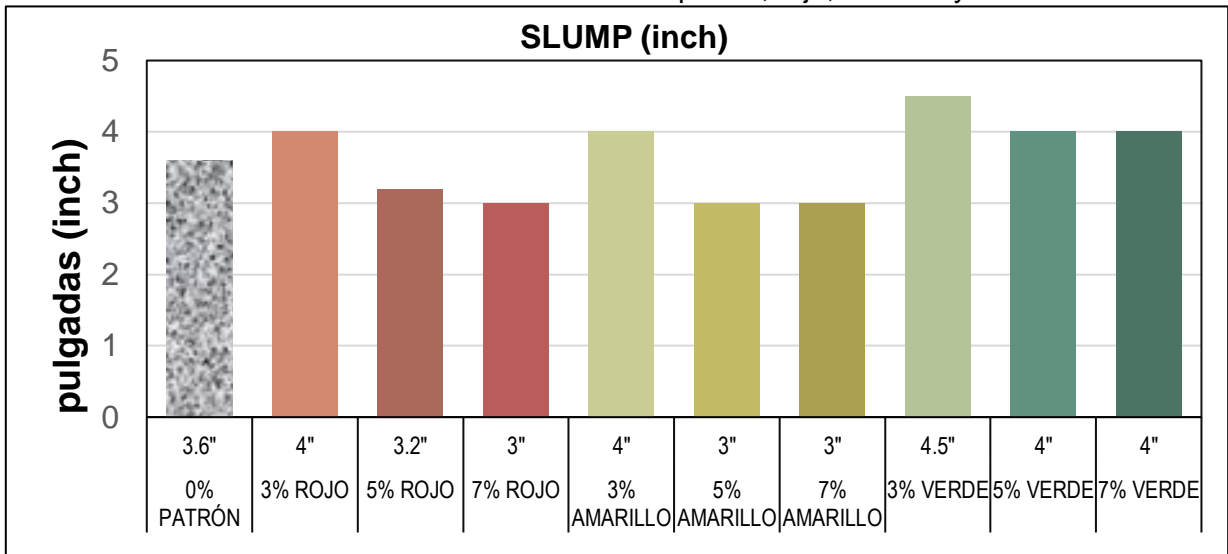
Figura 16: Medida del asentamiento del concreto verde 3%, 5% y 7%.



Fuente: Fotografía propia.

En el gráfico 1 en barras se realizó un resumen general de asentamientos de los concretos elaborados mostrando el en eje "x" el slump nombre y en el eje "y" esta los valores en unidad de pulgadas.

Gráfico 1: Asentamiento del concreto patrón, rojo, amarillo y verde.



Fuente: Fuente propia.

Curado del concreto pigmentado y patrón.

Se procedió con el curado de las probetas para los 14 y 28 días se realizó el curado normal con agua potable. La cual se muestra en la figura 17.

Figura 17: Curado normal de las probetas



Fuente: Fotografía propia.

En la figura 18 las probetas fueron expuestas a sulfatos de magnesio para observar los cambios que puede generar en el concreto estos serán expuestos a 56 días de curado.

Figura 18: Curado emergido en sulfatos de magnesio (50 g/L).



Fuente: Fotografía propia.

Resultados de los ensayos de resistencia a compresión.

Los ensayos se desarrollaron en base a la norma ASTM C-39 según sus edades. En la tabla 18 se realizó un resumen de resistencias a compresión obtenidas a 14 días, 28 días y 56 días. Asimismo, los porcentajes adquiridos por edad de ruptura y su densidad para cada mezcla diseñada.

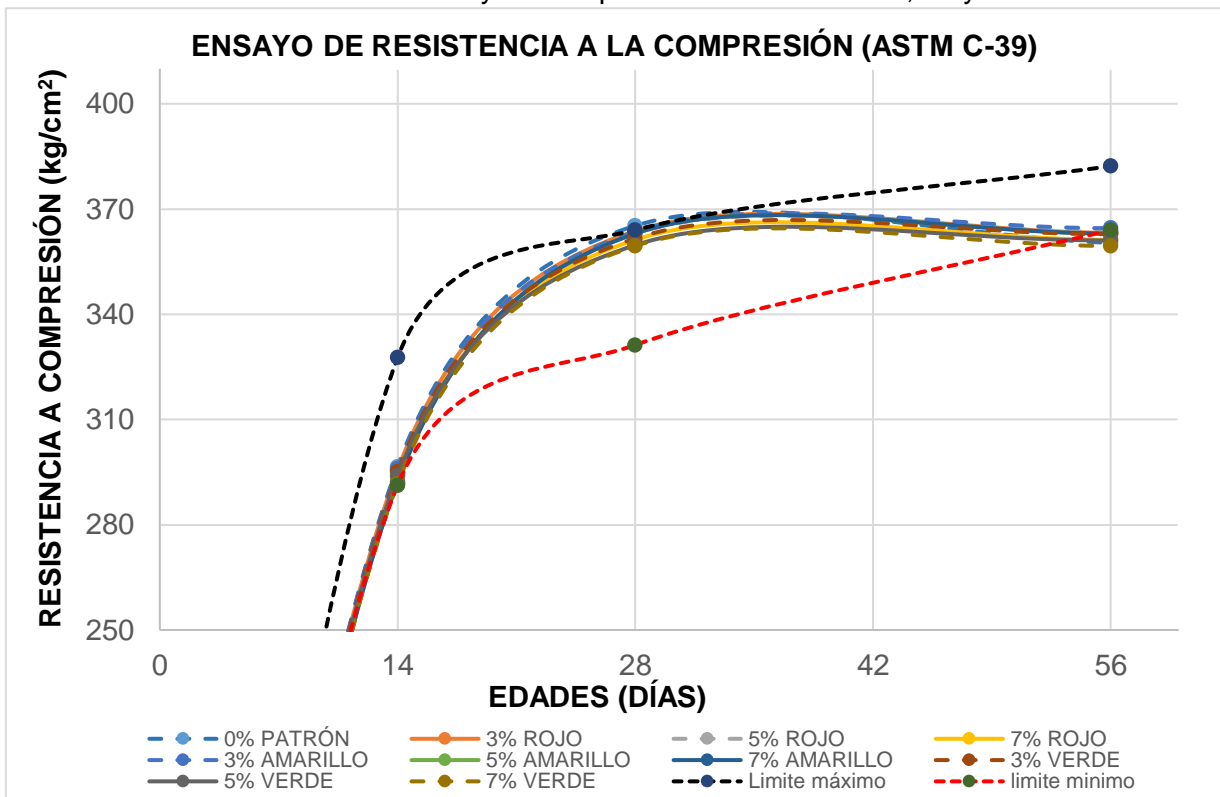
Tabla 18: Resistencia promedio a compresión por edad de ruptura.

INFORME DE ENSAYO A COMPRESIÓN (ASTM C39/C39M -17 MTC E-704)							
MEZCLA	P. específico (kg/m ³)	14 DÍAS		28 DÍAS		56 DÍAS	
		f'c promedio (Kg/cm ²)	(%)	f'c promedio (Kg/cm ²)	(%)	f'c promedio (Kg/cm ²)	(%)
0% PATRÓN	2393.53	296.56	81.5%	365.24	100.3%	360.36	99.00%
3% ROJO	2345.41	295.54	81.19%	363.73	99.93%	363.21	99.44%
5% ROJO	2348.12	295.55	81.20%	362.97	99.72%	363.51	99.53%
7% ROJO	2348.35	293.68	80.68%	361.23	99.24%	361.23	98.90%
3% AMARILLO	2335.76	296.01	81.32%	363.54	99.87%	364.57	99.82%
5% AMARILLO	2312.16	294.43	80.89%	363.30	99.81%	363.4	99.50%
7% AMARILLO	2321.88	292.11	80.25%	363.02	99.73%	363.02	99.39%
3% VERDE	2324.12	295.08	81.07%	361.63	99.35%	362.86	99.35%
5% VERDE	2300.35	293.91	80.74%	359.72	98.82%	361.08	98.86%
7% VERDE	2365.29	291.68	80.13%	359.47	98.76%	359.47	98.42%

Fuente: Fuente propia.

En la tabla 18 se muestra los resultados máximos de compresión para cada edad de ruptura, mostrando evidentemente que el concreto patrón tiene un rango mayor de resistencia hasta los 28 días de curado, este baja su resistencia cuando se expone a los sulfatos de magnesio, pero los concretos coloreados se mantienen su resistencia ante la exposición.

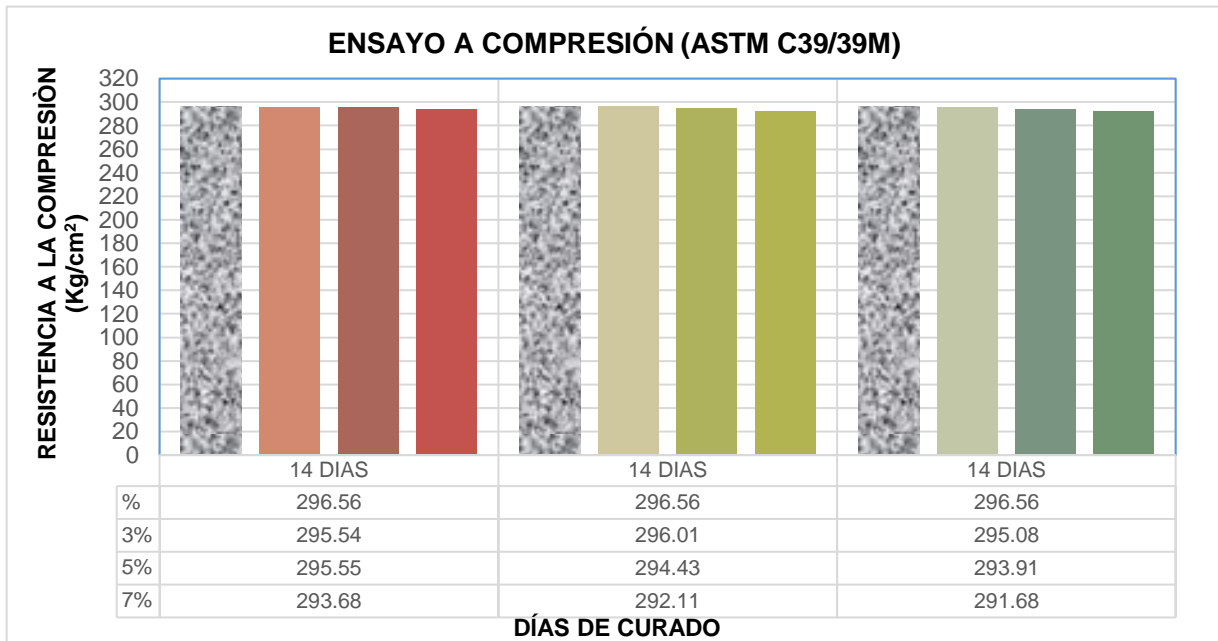
Gráfico 2: Curva de ensayo a compresión a edades de 14, 28 y 56 días.



Fuente: Fuente propia.

En el gráfico 2 se observa un límite mínimo y máximo propuestos por el ASTM 39, donde para una edad de 14 días de curado el concreto debe adquirir una resistencia entre el 80% y 90% de su resistencia diseñada, para una edad de 28 días entre el 90% a 99% y para los 56 días no se especifica, pero se estima entre 99% a 105%. La cual se determinó que todos los testigos se encuentran dentro de los límites a pesar que existe una diferencia de resistencia respecto al concreto patrón.

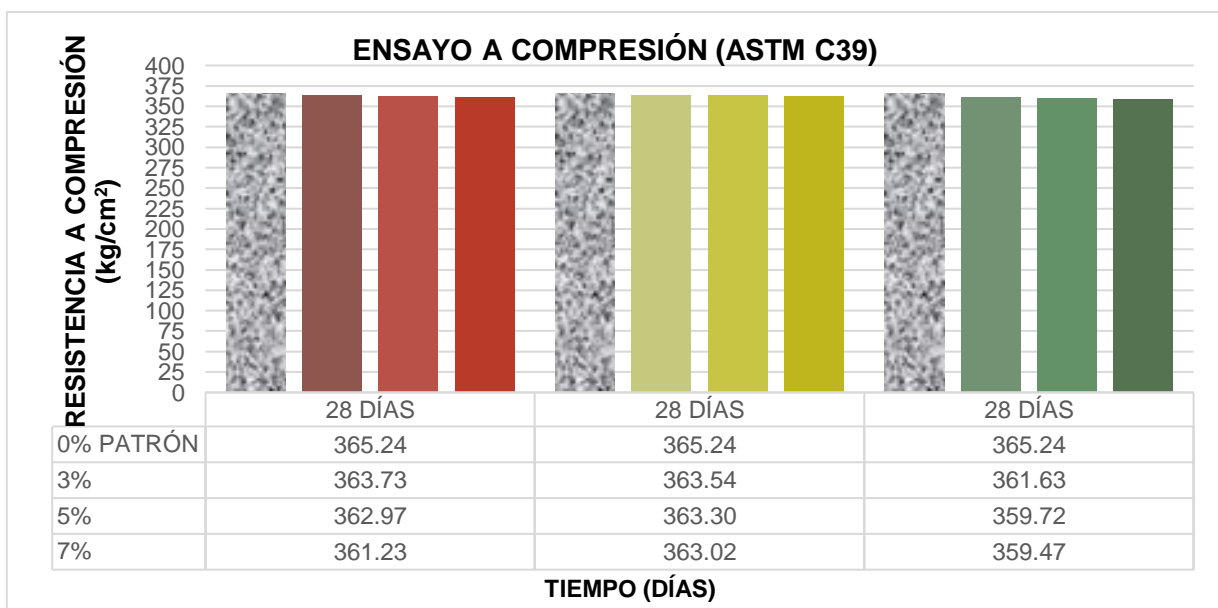
Gráfico 3: Diagramas de ensayo a compresión a los 14 días.



Fuente: Fuente propia.

En el gráfico 3 representa la resistencia máxima adquirida a los 14 días de curado mostrando que el concreto pigmentado rojo, amarillo y verde al adicionar el 7% de pigmento respecto al peso del cemento, disminuye entre 2.9 kg/cm² el rojo, 4.47 kg/cm² el amarillo y 4.9 kg/cm² el verde, respecto al concreto patrón.

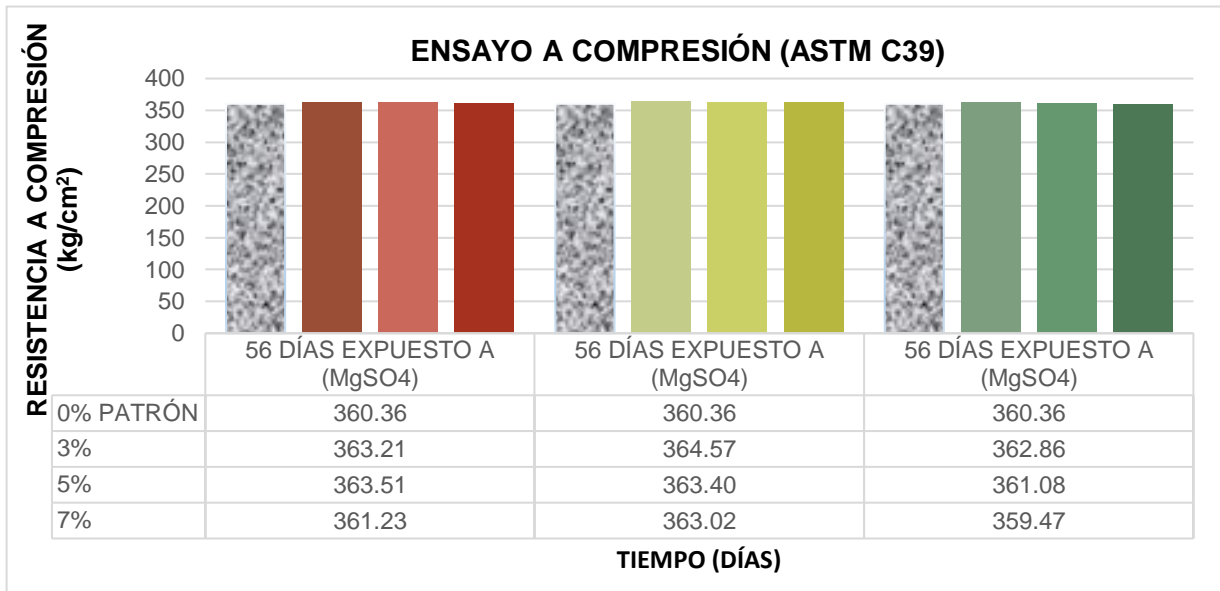
Gráfico 4: Diagramas de ensayo a compresión a los 28 días.



Fuente: Fuente propia.

En el gráfico 4 representa la resistencia máxima adquirida a los 28 días de curado mostrando que el concreto pigmentado rojo, amarillo y verde al adicionar el 7% de pigmento respecto al peso del cemento, disminuye entre 4.01 kg/cm² el rojo, 2.22 kg/cm² el amarillo y 5.77 kg/cm² el verde, respecto al concreto patrón.

Gráfico 5: Diagramas de ensayo a compresión a 56 días expuesto a los MgSO₄.



Fuente: Fuente propia.

En el gráfico 5 representa la resistencia máxima adquirida a los 56 días de curado expuesto a los sulfatos mostrando que el concreto pigmentado rojo, amarillo y verde al adicionar el 7% de pigmento respecto al peso del cemento, se mantienen su resistencia considerablemente a lo que adquirieron con los 28 días sin embargo el concreto patrón si ha producido un descenso de 5.03 kg/cm² respecto a lo adquirido a los 28 días de curado.

Resultados de los ensayos de resistencia a tracción.

En cuanto a la resistencia y relación que establece ZERBINO, 2013 manifiesta que debe estar entre un 8% y 15% respecto a la resistencia a compresión. La cual se muestra en la tabla 19.

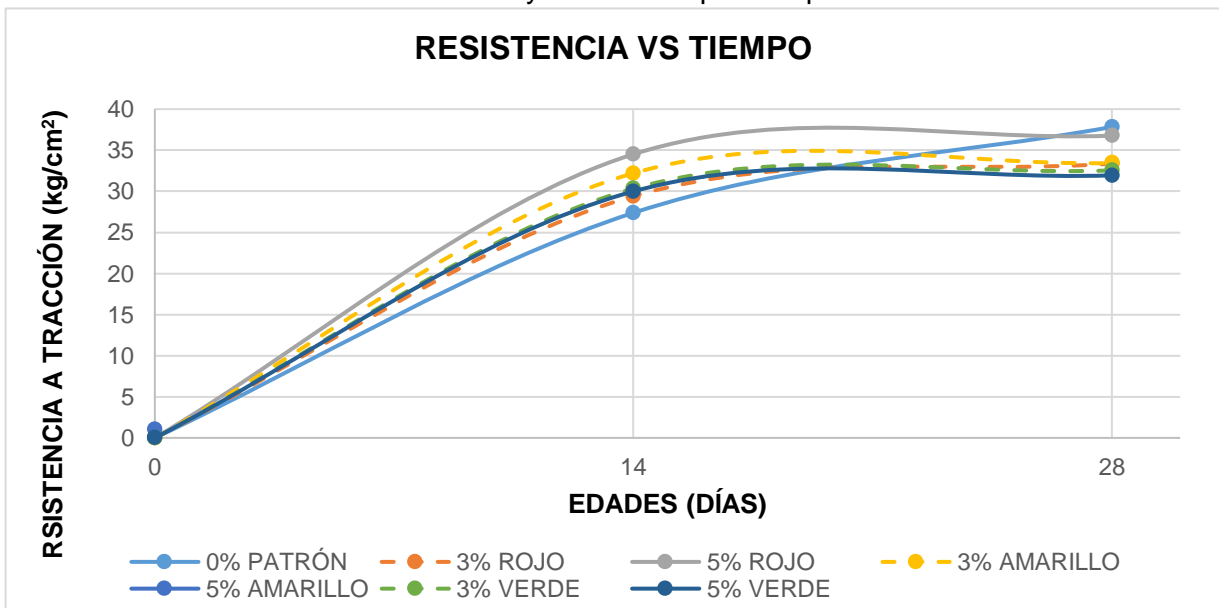
Tabla 19: Resistencia promedio a tracción por compresión diametral.

INFORME DE ENSAYO A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (ASTM C496)							
MEZCLA	P. específico (kg/m ³)	14 DÍAS			28 DÍAS		
		f _t promedio (Kg/cm ²)	(%)	RELACIÓN (ft/f c)	f _t promedio (Kg/cm ²)	(%)	RELACIÓN (ft/f c)
0% Patrón	2320.59	27.38	100.0%	9.23%	37.83	100.0%	10.36%
3% Rojo	2342.55	29.41	107.41%	9.95%	33.36	88.18%	9.17%
5% Rojo	2326.67	34.51	126.04%	11.68%	36.77	97.20%	10.13%
3% Amarillo	2305.88	32.2	117.60%	10.88%	33.44	88.40%	9.20%
5% Amarillo	2312.16	28.87	105.44%	9.81%	32.13	84.93%	8.84%
3% Verde	2327.08	30.33	110.77%	10.28%	32.55	86.04%	9.00%
5% Verde	2311.76	29.99	109.53%	10.20%	31.94	84.43%	8.88%

Fuente: Fuente propia.

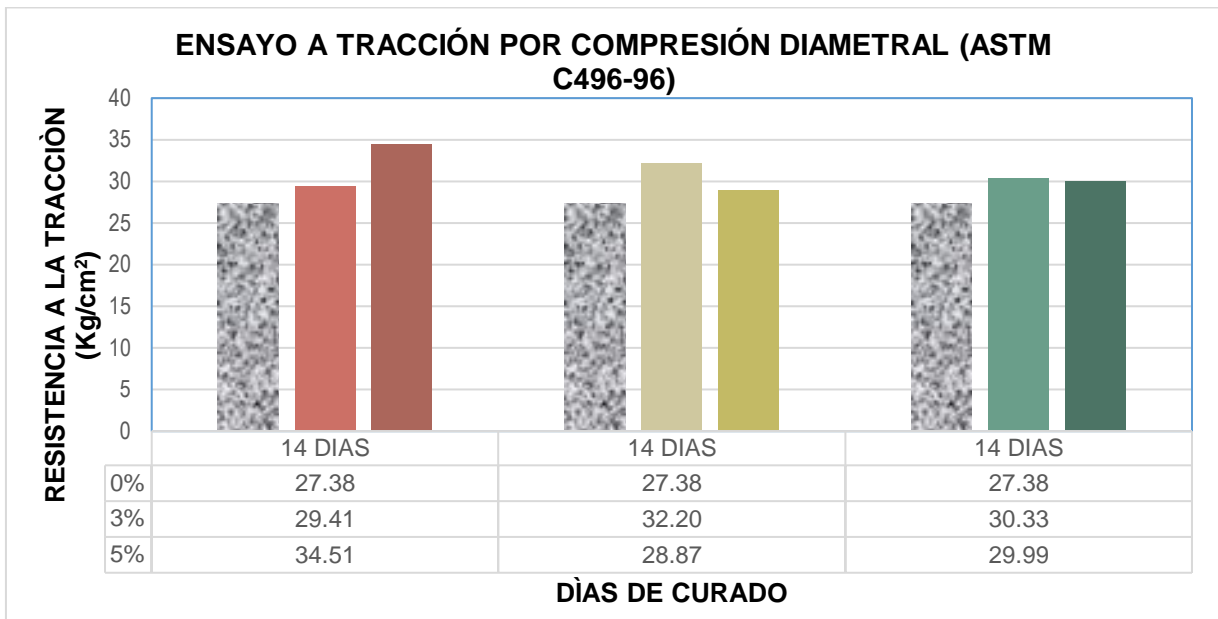
El ensayo a tracción por compresión diametral a los 14 y 28 días de curado normal, la cual se presenta en la curva de tiempo vs resistencia en el grafico 6.

Gráfico 6: Curva de ensayo a tracción por compresión diametral.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

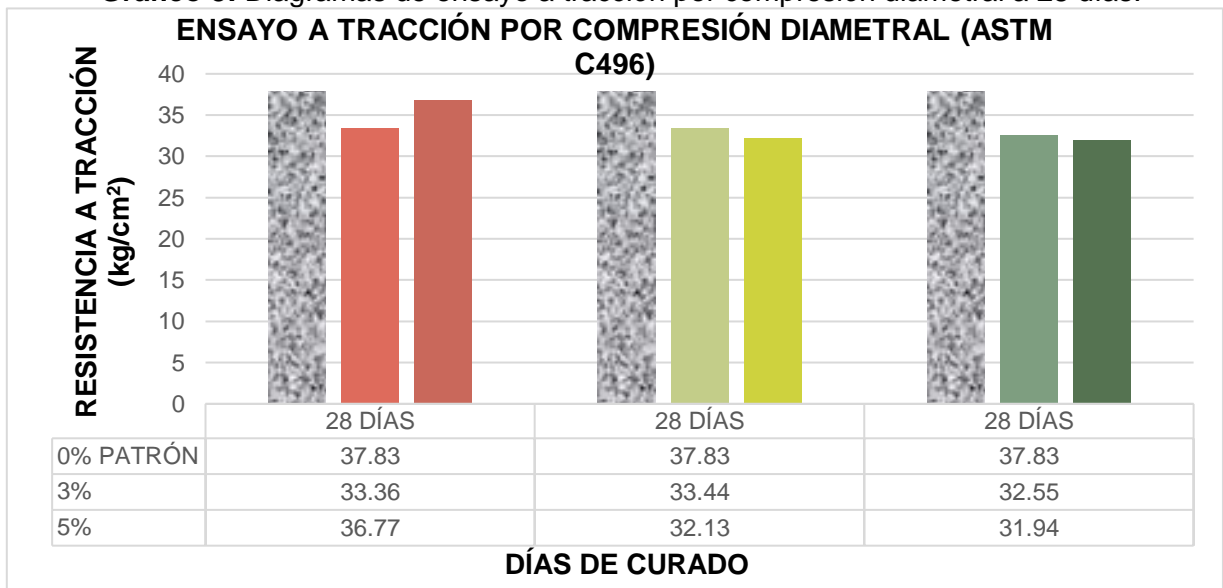
Gráfico 7: Diagramas de ensayo a tracción por compresión diametral a 14 días.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

Los resultados a tracción a los 14 días de curado representado en el gráfico 6 el concreto patrón es inferior a los concretos pigmentados.

Gráfico 8: Diagramas de ensayo a tracción por compresión diametral a 28 días.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

Los resultados a tracción a los 28 días de curado representado en el gráfico 8, el concreto patrón es superior a los concretos pigmentados rojo, amarillo y verde.

Módulo de elasticidad del concreto

El ASTM C-469 dispone ensayo para módulo de elasticidad, con la finalidad de mostrar un valor de la relación esfuerzo deformación a una relación de deformación lateral o longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad. Para la información de la investigación los resultados no se concluyeron, denominando al módulo de elasticidad con resultados teóricos usando la siguiente expresión por ACI 318:

$$E_c = W^{1.5} \cdot 4000 \cdot f'_c{}^{0.5} \quad (1)$$

Dónde E_c es el módulo de elasticidad en kg/cm^2 , w es el peso volumétrico del concreto en tn/m^3 y f'_c resistencia del concreto en kg/cm^2 .

“Investigaciones realizadas manifiestan que los valores del módulo de elasticidad denominados por el ACI sobrestiman las medidas experimentales” (Serrano y Pérez, 2010). En la tabla 20 se realizó un promedio de densidad para cada mezcla así calculando el módulo de elasticidad reemplazando en la ecuación (1).

Tabla 20: Módulos de elasticidad teóricos a los 28 días.

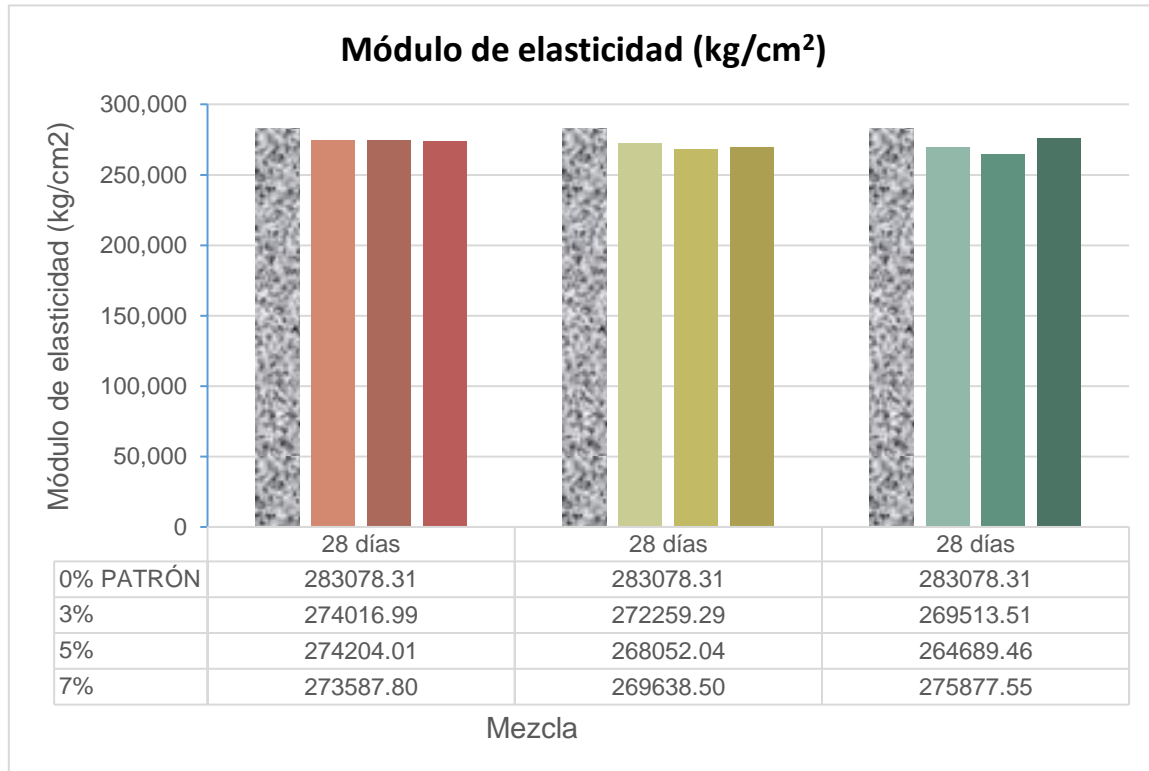
Mezcla	Densidad Promedio (kg/m^3)	Edad (días)	Módulo de elasticidad (kg/cm^2)	% Límite adquirido
0% patrón	2393.53	28 días	283078.31	100.00%
3% rojo	2345.41	28 días	274016.99	96.80%
5% rojo	2348.12	28 días	274204.01	96.87%
7% rojo	2348.35	28 días	273587.80	96.65%
3% amarillo	2335.76	28 días	272259.29	96.18%
5% amarillo	2312.16	28 días	268052.04	94.69%
7% amarillo	2321.88	28 días	269638.50	95.25%
3% verde	2324.12	28 días	269513.51	95.21%
5% verde	2300.35	28 días	264689.46	93.50%
7% verde	2365.29	28 días	275877.55	97.46%

Fuente: Elaboración por los usuarios.

El gráfico 9 muestra a los 28 días el módulo de elasticidad de la mezcla patrón y la muestra con pigmentos inorgánicos con adición al 3%, 5% y 7%. Donde se aprecia que el concreto pigmentado verde al 5% posee una diferencia de 6.5% respecto al concreto

patrón, también se observó que el concreto patrón posee el máximo módulo de elasticidad (E_c).

Gráfico 9: Diagramas en barra de Modulo de Elasticidad Teórico.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

Análisis de apariencia superficial del concreto pigmentado.

Se observó el acabado del concreto pigmentado rojo, amarillo y verde para sus diferentes porcentajes, al adicionar el pigmento a un 3% el color que se obtiene no es lo esperado mostrando un color opaco dando al color rojo un color marrón (figura 19), al adicionar el pigmento a un 5% la intensidad de los colores se incrementa (ver fig. 20). Sin embargo, se visualizó un color ideal a un 7% (ver fig.21), pero nos percatamos que el color amarillo necesita más de un 7% para incrementar su intensidad de color, las cuales el color rojo y verde presentan un acabado arquitectónico deseado para la presente investigación.

Figura 19: Concreto pigmentado rojo, amarillo y verde a 3%.



Fuente: Fotografía propia.

Figura 20: Concreto pigmentado rojo, amarillo y verde a 5%.



Fuente: Fotografía propia.

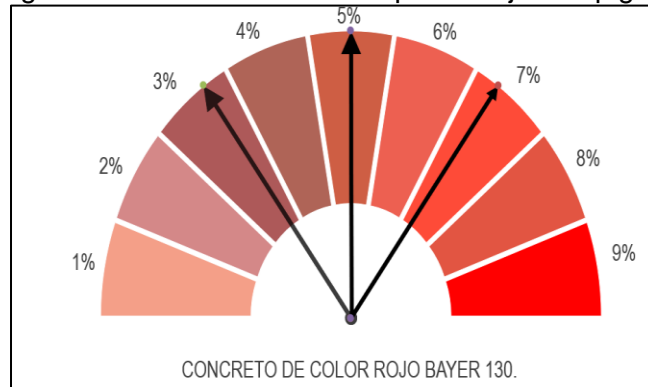
Figura 21: Concreto pigmentado rojo, amarillo y verde a 7%.



Fuente: Fotografía propia.

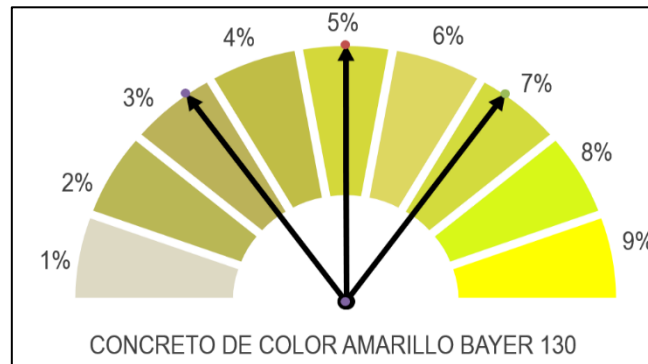
En los gráficos 10, 11 y 12 se muestra una gama de colores que pueden ser adquiridos a medida que se va adicionando el pigmento inorgánico en porcentaje respecto a la masa del cemento.

Gráfico 10: Diagrama muestra contraste de porcentajes de pigmento rojo Bayer 130.



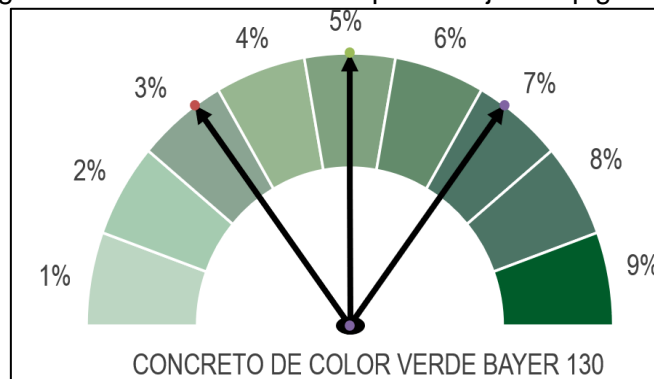
Fuente: Elaboración por los usuarios.

Gráfico 11: Diagrama muestra contraste de porcentajes de pigmento amarillo Bayer 130.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

Gráfico 12: Diagrama muestra contraste de porcentajes de pigmento amarillo Bayer 130



Fuente: Elaboración por los usuarios.

Análisis estadístico e interpretación de los resultados

Análisis de resistencia a compresión a 28 días.

Se realizó el análisis de varianza con el estadístico (ANOVA), realizando una comparación de las medias muestrales de resistencia según el color y su porcentaje añadido, añadiendo el Tukey con la finalidad de agrupar y comparar las medias del concreto pigmentado con la finalidad de identificar quien posee un menor resultado. Para comprobar la hipótesis llevando a un análisis más riguroso se tuvo que desagregar el concreto coloreado en rojo, amarillo y verde para poder comprobar respecto a sus colores en sus diferentes porcentajes añadidos al concreto todos estos resultados se procesó con el programa MINITAB versión 19. En la tabla 21 muestra el análisis de varianza por el estadístico ANOVA.

Tabla 21: Análisis de varianza de resistencia a compresión a 28 días.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN					
Mezcla	Tamaño de la muestra	Media (kg/cm ²)	Desviación estándar	95% índice de confianza	
				límite inferior	límite superior
Patrón	3	365.87	1.0416	363.28	368.46
3% rojo	5	363.73	2.4595	360.67	366.78
5% rojo	5	335.94	60.467	260.86	411.02
7% rojo	5	361.23	2.268	358.41	364.05
3% amarillo	5	363.54	2.1073	360.93	366.16
5% amarillo	5	363.30	2.7624	359.87	366.73
7% amarillo	5	363.02	0.90209	361.9	364.14
3% verde	5	344.25	38.895	295.96	392.54
5% verde	5	359.47	1.9444	357.31	362.14
7% verde	3	359.47	2.2239	353.94	364.99

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Obteniendo del estadístico ANOVA $F=0.81$ menor al valor crítico $F= 2.15$, entonces comprobando que todas las medias de las muestras son iguales. Estas se muestran en la tabla 22.

Tabla 22: Valor de Fisher estadístico para resistencia a compresión a 28 días.

ANOVA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Valor F	Valor P
Mezcla	9	4215	468.3	0.81	0.61
error	36	20800	577.8	.....	.....
total	45	25015	.....	.....	.....

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Con respecto al intervalo de nivel de confianza a 95%, demostró que la resistencia de cualquier testigo elegido al azar tendrá la resistencia al igual que un concreto patrón. La cual se demostró con el estadístico ANOVA.

La tabla 23 muestra la agrupación y comparación de las medias de las muestrales con la estadística TUKEY con la finalidad de identificar quien posee el resultado menor.

Tabla 23: *Agrupación con método de Tukey con una confianza de 95%.*

MEZCLA	N	Media (kg/cm ²)	Agrupación
PATRÓN	3	365.870	A
3% ROJO	5	363.73	A
3% AMARILLO	5	363.545	A
5% AMARILLO	5	363.30	A
7% AMARILLO	5	363.017	A
7% ROJO	5	361.23	A
5% VERDE	5	359.724	A
7% VERDE	3	359.47	A
3% VERDE	5	344.3	A
5% ROJO	5	335.9	A

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Los resultados de agrupación en la tabla 23 demuestra que todas las medias muestrales presentan relación entre sí, con la demostración que todas las muestras poseen la misma letra del abecedario "A".

En la tabla 24 se muestra que la diferencia mayor entre mezclas es entre el concreto rojo al 5% y 3% amarillo con 27.6 kg/cm² debido a que el rojo contiene un valor atípico.

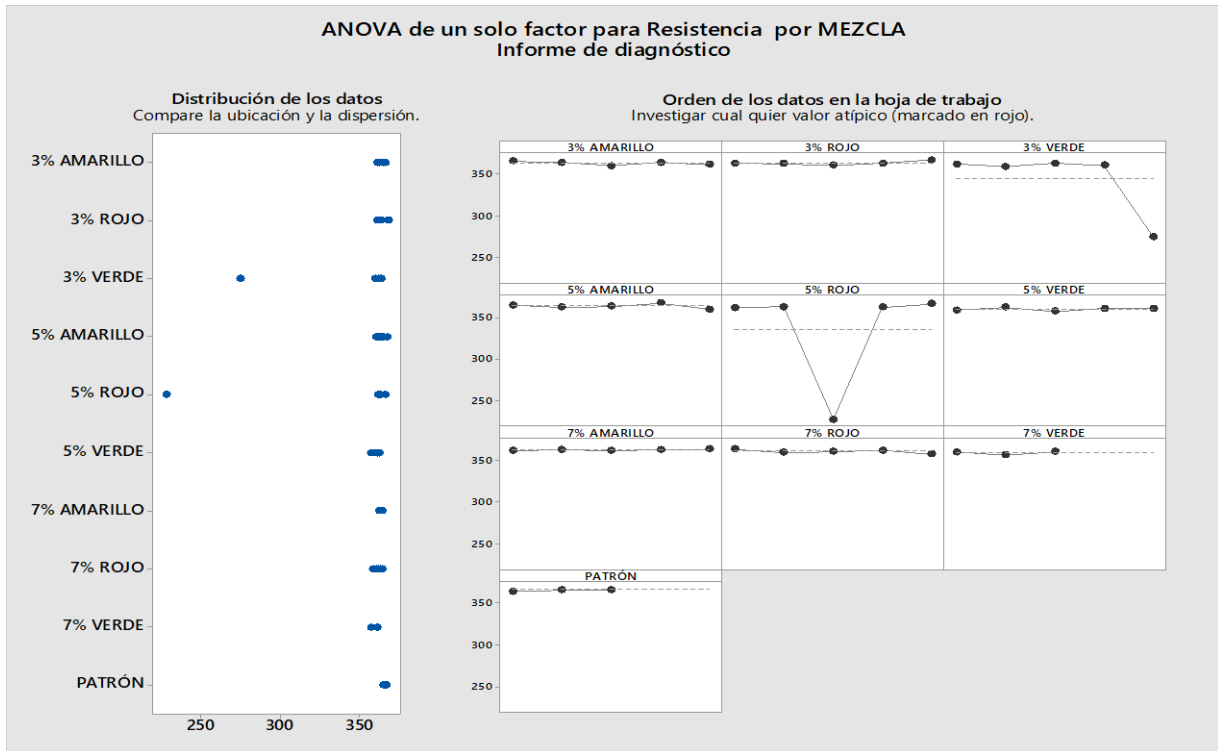
Tabla 24: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias.

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias (kg/cm ²)	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
3% ROJO - 3% AMARILLO	0.2	15.2	(-51.0; 51.4)	0.01	1.000
3% VERDE - 3% AMARILLO	-19.3	15.2	(-70.5; 31.9)	-1.27	0.954
5% AMARILLO - 3% AMARILLO	-0.2	15.2	(-51.4; 50.9)	-0.02	1.000
5% ROJO - 3% AMARILLO	-27.6	15.2	(-78.8; 23.6)	-1.82	0.721
5% VERDE - 3% AMARILLO	-3.8	15.2	(-55.0; 47.3)	-0.25	1.000
7% AMARILLO - 3% AMARILLO	-0.5	15.2	(-51.7; 50.6)	-0.03	1.000
7% ROJO - 3% AMARILLO	-2.3	15.2	(-53.5; 48.9)	-0.15	1.000
7% VERDE - 3% AMARILLO	-4.1	17.6	(-63.2; 55.0)	-0.23	1.000
PATRÓN - 3% AMARILLO	2.3	17.6	(-56.8; 61.4)	0.13	1.000
3% VERDE - 3% ROJO	-19.5	15.2	(-70.6; 31.7)	-1.28	0.952
5% AMARILLO - 3% ROJO	-0.4	15.2	(-51.6; 50.7)	-0.03	1.000
5% ROJO - 3% ROJO	-27.8	15.2	(-79.0; 23.4)	-1.83	0.714
5% VERDE - 3% ROJO	-4.0	15.2	(-55.2; 47.2)	-0.26	1.000
7% AMARILLO - 3% ROJO	-0.7	15.2	(-51.9; 50.5)	-0.05	1.000
7% ROJO - 3% ROJO	-2.5	15.2	(-53.7; 48.7)	-0.16	1.000
7% VERDE - 3% ROJO	-4.3	17.6	(-63.3; 54.8)	-0.24	1.000
PATRÓN - 3% ROJO	2.1	17.6	(-56.9; 61.2)	0.12	1.000
5% AMARILLO - 3% VERDE	19.1	15.2	(-32.1; 70.2)	1.25	0.958
5% ROJO - 3% VERDE	-8.3	15.2	(-59.5; 42.9)	-0.55	1.000
5% VERDE - 3% VERDE	15.5	15.2	(-35.7; 66.6)	1.02	0.989
7% AMARILLO - 3% VERDE	18.8	15.2	(-32.4; 69.9)	1.23	0.961
7% ROJO - 3% VERDE	17.0	15.2	(-34.2; 68.1)	1.12	0.980
7% VERDE - 3% VERDE	15.2	17.6	(-43.9; 74.3)	0.87	0.997
PATRÓN - 3% VERDE	21.6	17.6	(-37.5; 80.7)	1.23	0.962
5% ROJO - 5% AMARILLO	-27.4	15.2	(-78.5; 23.8)	-1.80	0.731
5% VERDE - 5% AMARILLO	-3.6	15.2	(-54.7; 47.6)	-0.24	1.000
7% AMARILLO - 5% AMARILLO	-0.3	15.2	(-51.5; 50.9)	-0.02	1.000
7% ROJO - 5% AMARILLO	-2.1	15.2	(-53.2; 49.1)	-0.14	1.000
7% VERDE - 5% AMARILLO	-3.8	17.6	(-62.9; 55.2)	-0.22	1.000
PATRÓN - 5% AMARILLO	2.6	17.6	(-56.5; 61.7)	0.15	1.000
5% VERDE - 5% ROJO	23.8	15.2	(-27.4; 75.0)	1.56	0.856
7% AMARILLO - 5% ROJO	27.1	15.2	(-24.1; 78.2)	1.78	0.742
7% ROJO - 5% ROJO	25.3	15.2	(-25.9; 76.5)	1.66	0.808
7% VERDE - 5% ROJO	23.5	17.6	(-35.6; 82.6)	1.34	0.937
PATRÓN - 5% ROJO	29.9	17.6	(-29.2; 89.0)	1.71	0.785
7% AMARILLO - 5% VERDE	3.3	15.2	(-47.9; 54.5)	0.22	1.000
7% ROJO - 5% VERDE	1.5	15.2	(-49.7; 52.7)	0.10	1.000
7% VERDE - 5% VERDE	-0.3	17.6	(-59.3; 58.8)	-0.01	1.000
PATRÓN - 5% VERDE	6.1	17.6	(-52.9; 65.2)	0.35	1.000
7% ROJO - 7% AMARILLO	-1.8	15.2	(-53.0; 49.4)	-0.12	1.000
7% VERDE - 7% AMARILLO	-3.6	17.6	(-62.6; 55.5)	-0.20	1.000
PATRÓN - 7% AMARILLO	2.9	17.6	(-56.2; 61.9)	0.16	1.000
7% VERDE - 7% ROJO	-1.8	17.6	(-60.8; 57.3)	-0.10	1.000
PATRÓN - 7% ROJO	4.6	17.6	(-54.4; 63.7)	0.26	1.000
PATRÓN - 7% VERDE	6.4	19.6	(-59.7; 72.5)	0.33	1.000

Fuente: Elaboración por los usuarios.

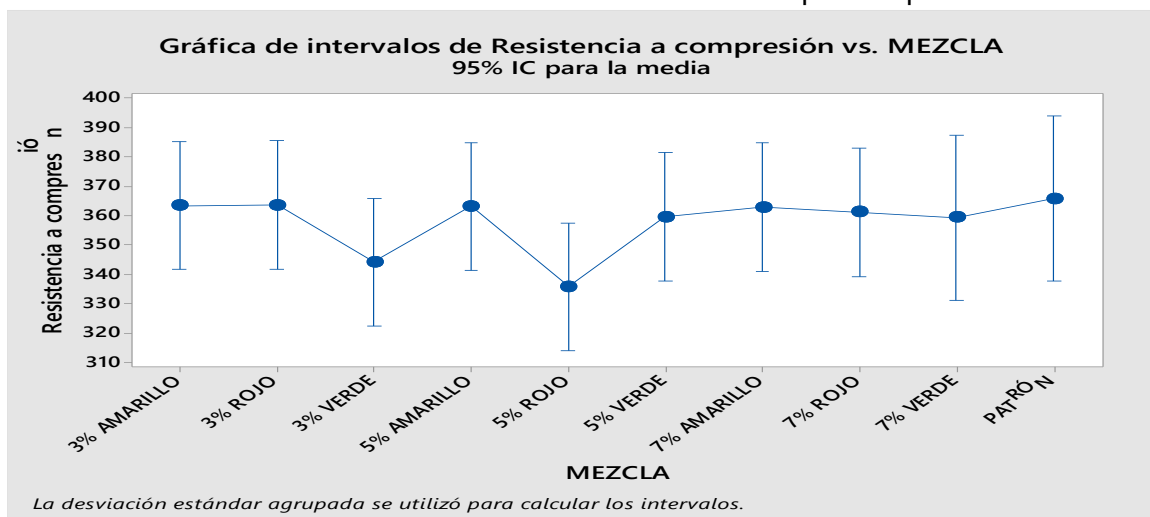
En el gráfico 13 muestra la ubicación y dispersión de la muestra para cada pigmento coloreado con sus respectivos porcentajes, se puede visualizar dos valores atípicos en el 3% verde y en el 5% rojo considerando estos valores para aumentar la muestra en estos.

Gráfico 13: Informe de diagnóstico de resistencia a compresión vs mezcla.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

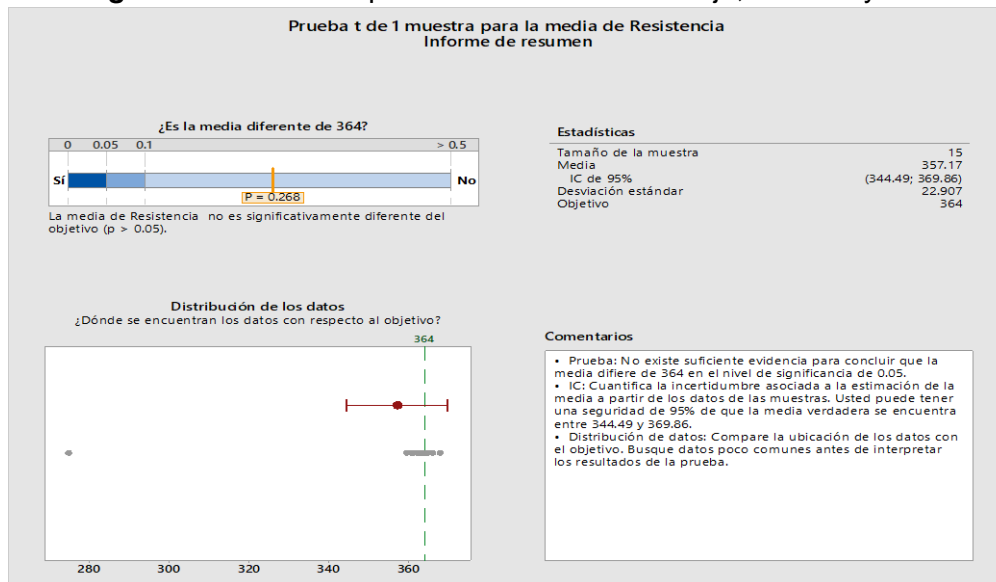
Gráfico 14: Gráfico de intervalos de resistencia a compresión por cada mezcla.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

En las siguientes tablas nos muestra un análisis estadístico por el “T” student proponiendo un objetivo de resistencia de 280 kg/cm² más un factor de corrección de diseño de 84 obteniendo la suma de 364 kg/cm². Este análisis se realizó para cada porcentaje de color añadido al concreto patrón.

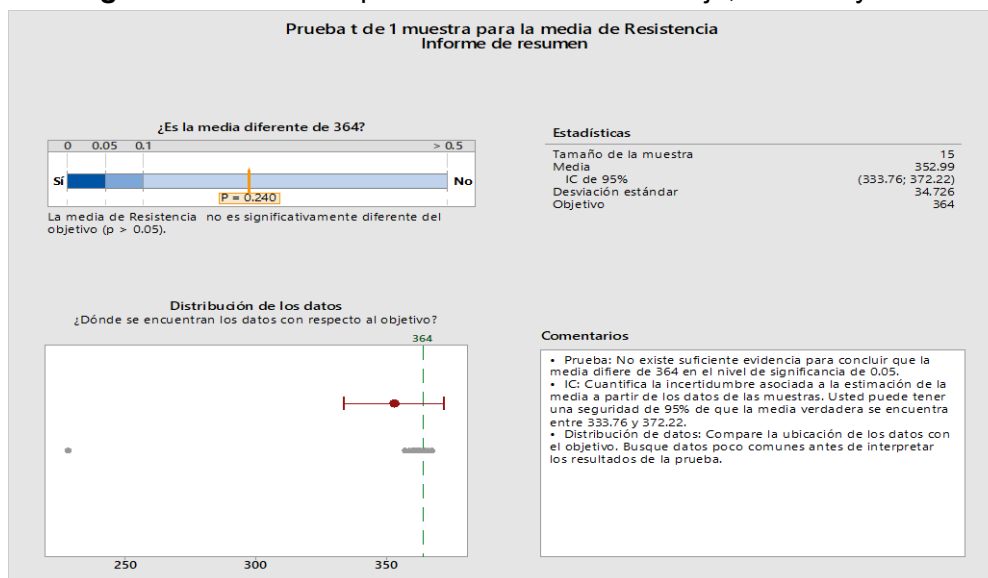
Figura 22: Prueba “t” para la media de 3% en rojo, amarillo y verde.



Fuente: Elaboración por los usuarios en el minitab.

En la figura 22 muestra la prueba “t” para el concreto pigmentado en 3% en los colores rojo, amarillo y verde denominando como objetivo 364 kg/cm², mostrando que P =0.268 es mayor a 0.05 nivel de significancia.

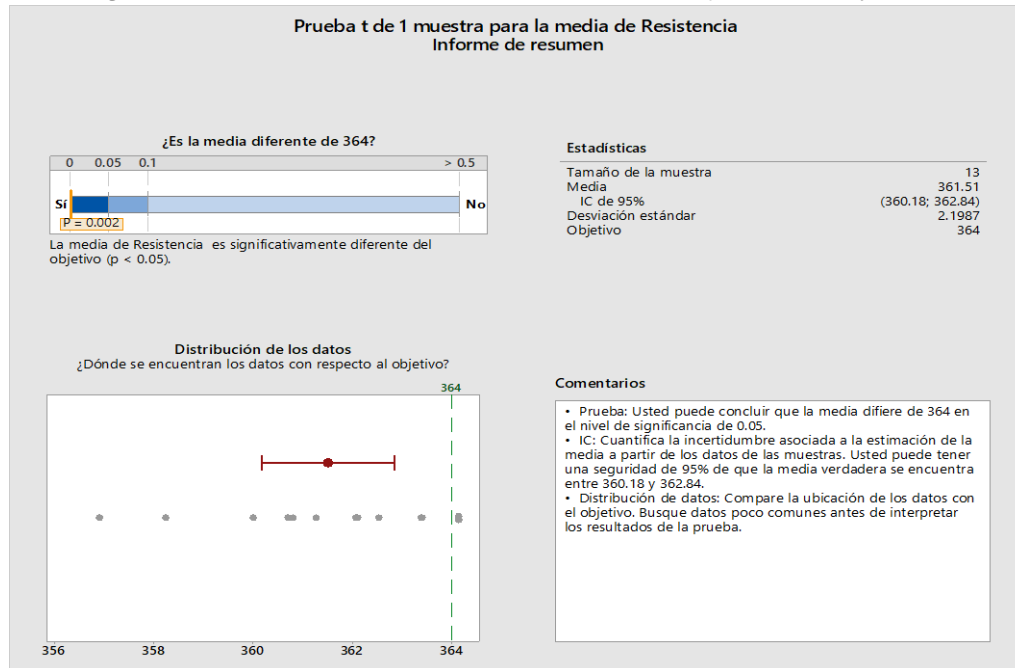
Figura 23: Prueba “t” para la media de 5% en rojo, amarillo y verde.



Fuente: Elaboración por los usuarios en el minitab.

En la figura 23 muestra la prueba “t” para el concreto pigmentado en 5% en los colores rojo, amarillo y verde denominando como objetivo 364 kg/cm², mostrando que P =0.240 es mayor a 0.05 nivel de significancia.

Figura 24: Prueba “t” para la media de 7% en rojo, amarillo y verde.



Fuente: Elaboración por los usuarios en el minitab.

En la figura 24 muestra la prueba “t” para el concreto pigmentado en 7% en los colores rojo, amarillo y verde denominando como objetivo 364 kg/cm², mostrando que P =0.002 es menor a 0.05 nivel de significancia.

Análisis estadístico de resistencia a tracción a 28 días.

Se realizó el análisis de varianza con el estadístico (ANOVA), realizando una comparación de las medias muestrales de resistencia según el color y su porcentaje añadido, plasmando la estadística de Tukey con la finalidad de agrupar y comparar las medias del concreto pigmentado con la finalidad de identificar quien posee un menor resultado. Estos resultados se procesaron con el programa MINITAB versión 19.

En la tabla 25 se muestra el análisis de varianza por el estadístico ANOVA donde se muestra el tamaño de la muestra, medias muestrales y desviación estándar.

Tabla 25: Análisis de la varianza de resistencia a tracción a 28 días.

RESISTENCIA A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL					
Mezcla	Tamaño de la muestra	Media (kg/cm ²)	Desviación estándar	95% índice de confianza	
				límite inferior	límite superior
Patrón	3	37.828	0.503	36.843	38.812
3% rojo	3	33.357	0.459	32.372	34.341
5% rojo	3	36.773	1.059	35.789	37.758
3% amarillo	3	33.44	0.364	32.456	34.424
5% amarillo	3	32.133	1.458	31.149	33.118
3% verde	3	32.553	0.266	31.569	33.538
5% verde	3	31.943	0.714	30.959	32.928

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Obteniendo del estadístico ANOVA $F=26.01$ mayor al valor crítico $F= 2.85$, entonces comprobando que todas las medias de las muestras son diferentes. (Ver tabla 26).

Tabla 26: Valor de Fisher estadístico para la resistencia a compresión a los 28 días.

ANOVA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Valor F	Valor P
Mezcla	6	98.633	16.4389	26.01	0
error	14	8.848	0.632	.....	.....
total	20	107.482	.....	.....	.....

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Con respecto al intervalo de nivel de confianza a 95%, demuestran que la resistencia de cualquier testigo elegido al azar tendrá la resistencia al igual que un concreto patrón. La tabla 27 muestra la agrupación y comparación de las medias de las muestrales con la estadística TUKEY con la finalidad de identificar quien posee el resultado menor.

Tabla 27: Agrupación con método de Tukey con una confianza de 95%.

MEZCLA T	N	Media (kg/cm ²)	Agrupación	
PATRÓN	3	37.828	A	
5% ROJO	3	36.773	A	
3% AMARILLO	3	33.440		B
3% ROJO	3	33.357		B
3% VERDE	3	32.553		B
5% AMARILLO	3	32.133		B
5% VERDE	3	31.943		B

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Los resultados de agrupación en la tabla 27 demuestra que todas las medias muestrales no presentan relación entre sí, con la división en dos grupos con dos letras del abecedario “A” y “B”.

En la tabla 28 se muestra que la diferencia mayor entre mezclas es entre el concreto patrón y 5% verde con 5.88 kg/cm².

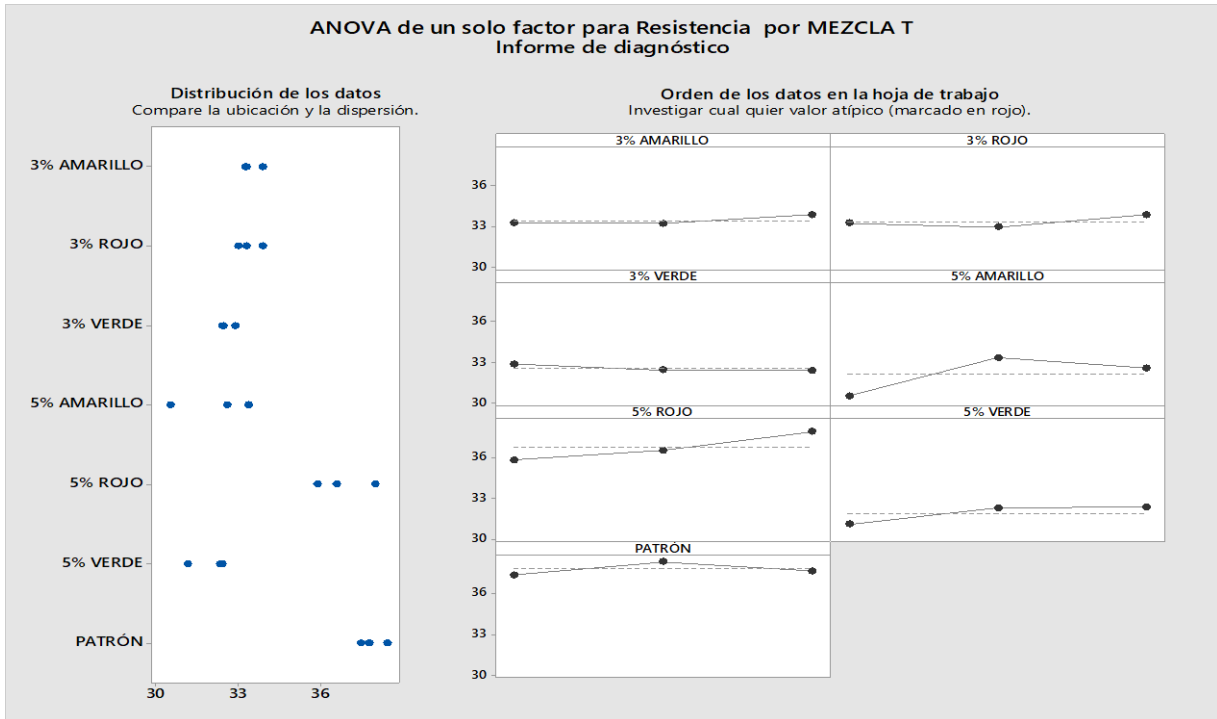
Tabla 28: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias.

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias (kg/cm ²)	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
3% ROJO - 3% AMARILLO	-0.083	0.649	(-2.300; 2.134)	-0.13	1.000
3% VERDE - 3% AMARILLO	-0.887	0.649	(-3.104; 1.330)	-1.37	0.810
5% AMARILLO - 3% AMARILLO	-1.307	0.649	(-3.524; 0.910)	-2.01	0.448
5% ROJO - 3% AMARILLO	3.333	0.649	(1.116; 5.550)	5.14	0.002
5% VERDE - 3% AMARILLO	-1.497	0.649	(-3.714; 0.720)	-2.31	0.306
PATRÓN - 3% AMARILLO	4.388	0.649	(2.171; 6.605)	6.76	0.000
3% VERDE - 3% ROJO	-0.803	0.649	(-3.020; 1.414)	-1.24	0.868
5% AMARILLO - 3% ROJO	-1.223	0.649	(-3.440; 0.994)	-1.88	0.520
5% ROJO - 3% ROJO	3.417	0.649	(1.200; 5.634)	5.26	0.002
5% VERDE - 3% ROJO	-1.413	0.649	(-3.630; 0.804)	-2.18	0.364
PATRÓN - 3% ROJO	4.471	0.649	(2.254; 6.688)	6.89	0.000
5% AMARILLO - 3% VERDE	-0.420	0.649	(-2.637; 1.797)	-0.65	0.994
5% ROJO - 3% VERDE	4.220	0.649	(2.003; 6.437)	6.50	0.000
5% VERDE - 3% VERDE	-0.610	0.649	(-2.827; 1.607)	-0.94	0.959
PATRÓN - 3% VERDE	5.274	0.649	(3.057; 7.491)	8.13	0.000
5% ROJO - 5% AMARILLO	4.640	0.649	(2.423; 6.857)	7.15	0.000
5% VERDE - 5% AMARILLO	-0.190	0.649	(-2.407; 2.027)	-0.29	1.000
PATRÓN - 5% AMARILLO	5.694	0.649	(3.477; 7.911)	8.77	0.000
5% VERDE - 5% ROJO	-4.830	0.649	(-7.047; -2.613)	-7.44	0.000
PATRÓN - 5% ROJO	1.054	0.649	(-1.163; 3.271)	1.62	0.671
PATRÓN - 5% VERDE	5.884	0.649	(3.667; 8.101)	9.07	0.000

Fuente: Elaboración por los usuarios.

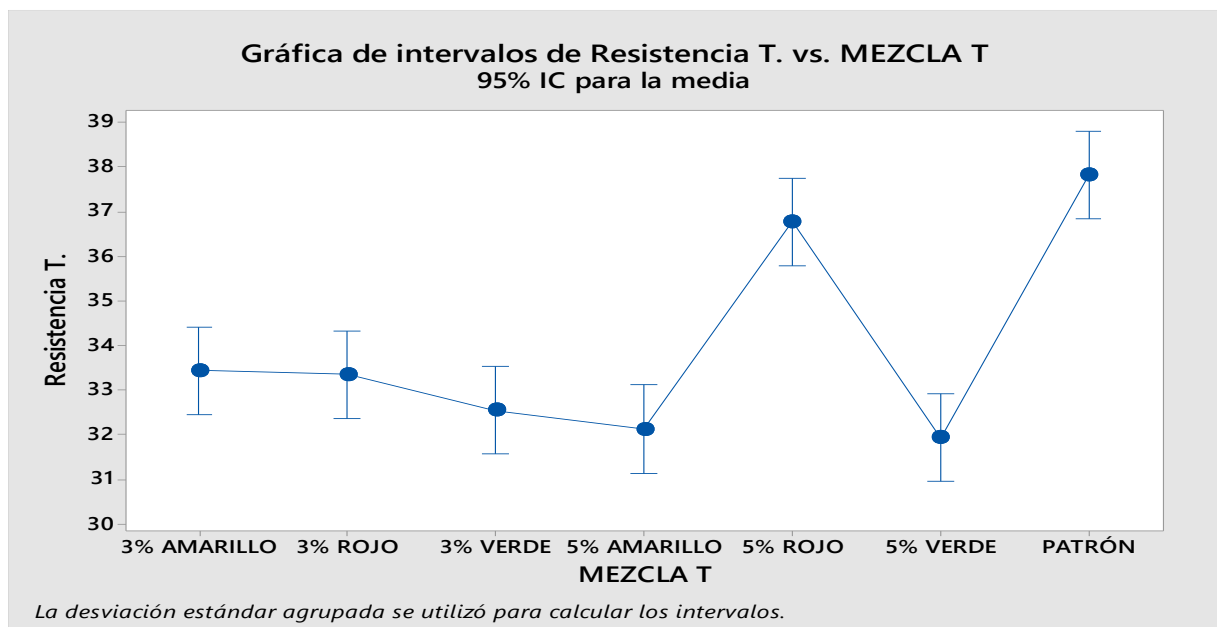
En el gráfico 15 muestra la ubicación y dispersión de la muestra para cada pigmento coloreado con sus respectivos porcentajes, no existe valores atípicos en las muestras.

Gráfico 15: Curva de resistencia mostrando el valor atípico de las medias muestrales.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

Gráfico 16: Gráfica de intervalos de resistencia a tracción.



Fuente: Elaboración por los usuarios.

En el gráfico 16 muestra las medias muestrales en intervalos de resistencia a tracción por compresión diametral vs mezcla con un nivel de confianza de 95%.

Análisis estadístico de resistencia a compresión expuesto a los sulfatos a 56 días.

Se realizó el análisis de varianza con el estadístico (ANOVA), realizando una comparación de las medias muestrales de resistencia según el color y su porcentaje añadido, plasmando la estadística Tukey con la finalidad de agrupar y comparar las medias del concreto pigmentado con la finalidad de identificar quien posee un menor resultado. Estos resultados se procesaron con el programa MINITAB versión 19.

Tabla 29: Análisis de varianza de resistencia a compresión a los 56 días.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN EXPUESTO A LOS SULFATOS					
Mezcla	Tamaño de la muestra	Media (kg/cm ²)	Desviación estándar	95% índice de confianza	
				límite inferior	límite superior
Patrón	5	358.93	2.34	355.49	362.37
3% rojo	5	363.209	1.709	360.542	365.877
5% rojo	5	363.51	4.22	360.85	366.18
3% amarillo	5	364.57	1.587	361.903	367.238
5% amarillo	5	363.51	2.44	360.73	366.06
3% verde	5	362.86	2.91	360.2	365.53
5% verde	5	361.08	3.78	358.41	363.75

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Obteniendo del estadístico ANOVA $F=1.59$ menor al valor crítico $F= 2.47$, entonces comprobando que todas las medias de las muestras son iguales. (Ver tabla 30)

Tabla 30: Valor de Fisher estadístico para resistencia a compresión a 28 días.

ANOVA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	Valor F	Valor P
Mezcla	6	80.45	13.408	1.59	0.189
error	26	218.89	8.419	.....	.....
total	32	299.34	.....	.....	.....

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Con respecto al intervalo de nivel de confianza a 95%, demuestran que la resistencia de cualquier testigo elegido al azar tendrá la resistencia al igual que un concreto patrón.

La tabla 31 muestra la agrupación y comparación de las medias de las muestrales con la estadística TUKEY con la finalidad de identificar quien posee el resultado menor.

Tabla 31: Agrupación con método de Tukey con una confianza de 95%.

MEZCLA (SULFATOS)	N	Media (kg/cm ²)	Agrupación
3% AMARILLO	5	364.570	A
5% ROJO	5	363.51	A
5% AMARILLO	5	363.40	A
3% ROJO	5	363.209	A
3% VERDE	5	362.86	A
5% VERDE	5	361.08	A
PATRÓN	3	358.93	A

Fuente: Elaboración por los usuarios.

Los resultados de agrupación en la tabla 31 demuestra que todas las medias muestrales presentan relación entre sí, con la demostración de la misma letra del abecedario "A".

Tabla 32: Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias.

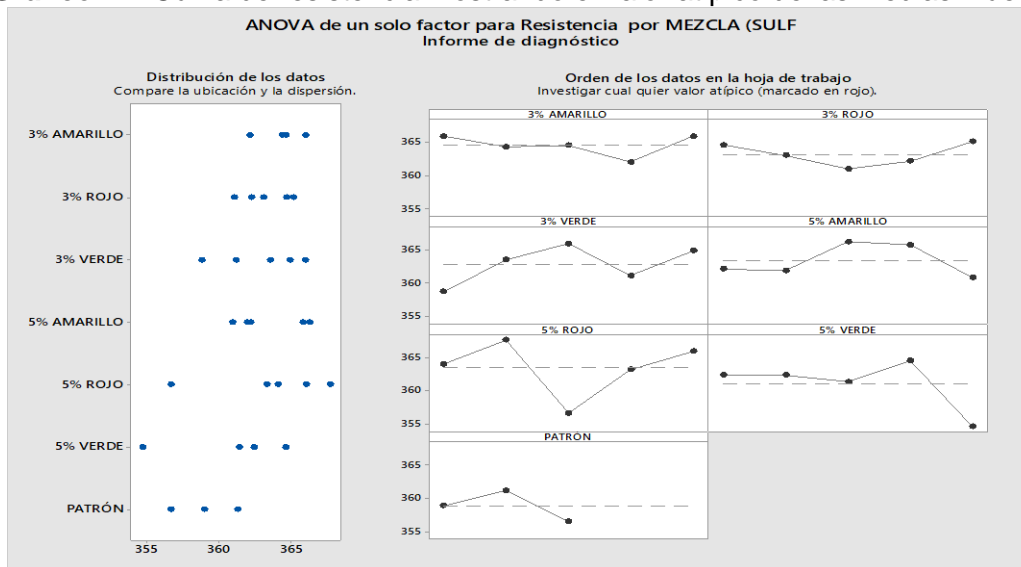
Diferencia de niveles	Diferencia de las medias (kg/cm ²)	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
3% ROJO - 3% AMARILLO	-1.36	1.84	(-7.21; 4.49)	-0.74	0.988
3% VERDE - 3% AMARILLO	-1.71	1.84	(-7.56; 4.15)	-0.93	0.964
5% AMARILLO - 3% AMARILLO	-1.18	1.84	(-7.03; 4.68)	-0.64	0.995
5% ROJO - 3% AMARILLO	-1.06	1.84	(-6.91; 4.80)	-0.58	0.997
5% VERDE - 3% AMARILLO	-3.49	1.84	(-9.34; 2.36)	-1.90	0.496
PATRÓN - 3% AMARILLO	-5.64	2.12	(-12.40; 1.12)	-2.66	0.148
3% VERDE - 3% ROJO	-0.35	1.84	(-6.20; 5.51)	-0.19	1.000
5% AMARILLO - 3% ROJO	0.19	1.84	(-5.67; 6.04)	0.10	1.000
5% ROJO - 3% ROJO	0.31	1.84	(-5.55; 6.16)	0.17	1.000
5% VERDE - 3% ROJO	-2.13	1.84	(-7.98; 3.72)	-1.16	0.902
PATRÓN - 3% ROJO	-4.28	2.12	(-11.04; 2.48)	-2.02	0.427
5% AMARILLO - 3% VERDE	0.53	1.84	(-5.32; 6.38)	0.29	1.000
5% ROJO - 3% VERDE	0.65	1.84	(-5.20; 6.50)	0.35	1.000
5% VERDE - 3% VERDE	-1.78	1.84	(-7.64; 4.07)	-0.97	0.956
PATRÓN - 3% VERDE	-3.94	2.12	(-10.69; 2.82)	-1.86	0.524
5% ROJO - 5% AMARILLO	0.12	1.84	(-5.73; 5.97)	0.07	1.000
5% VERDE - 5% AMARILLO	-2.32	1.84	(-8.17; 3.54)	-1.26	0.863
PATRÓN - 5% AMARILLO	-4.47	2.12	(-11.22; 2.29)	-2.11	0.378
5% VERDE - 5% ROJO	-2.44	1.84	(-8.29; 3.42)	-1.33	0.833
PATRÓN - 5% ROJO	-4.59	2.12	(-11.34; 2.17)	-2.16	0.348
PATRÓN - 5% VERDE	-2.15	2.12	(-8.91; 4.61)	-1.01	0.946

Fuente: Elaboración por los usuarios.

En la tabla 32 se muestra que la diferencia mayor entre mezclas es entre el concreto patrón y 5% amarillo con 4.47 kg/cm².

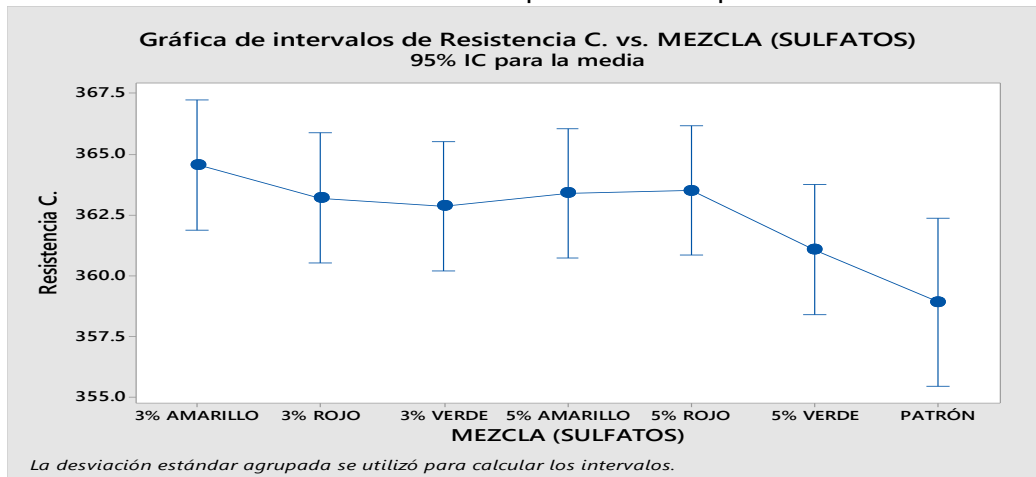
En el grafico 17 muestra la ubicación y dispersión de la muestra para cada pigmento coloreado con sus respectivos porcentajes, no existe valores atípicos en las muestras.

Gráfico 17: Curva de resistencia mostrando el valor atípico de las medias muestrales



Fuente: Elaboración por los usuarios.

Gráfico 18: Curva de resistencia a compresión media por cada mezcla a los 56 días.

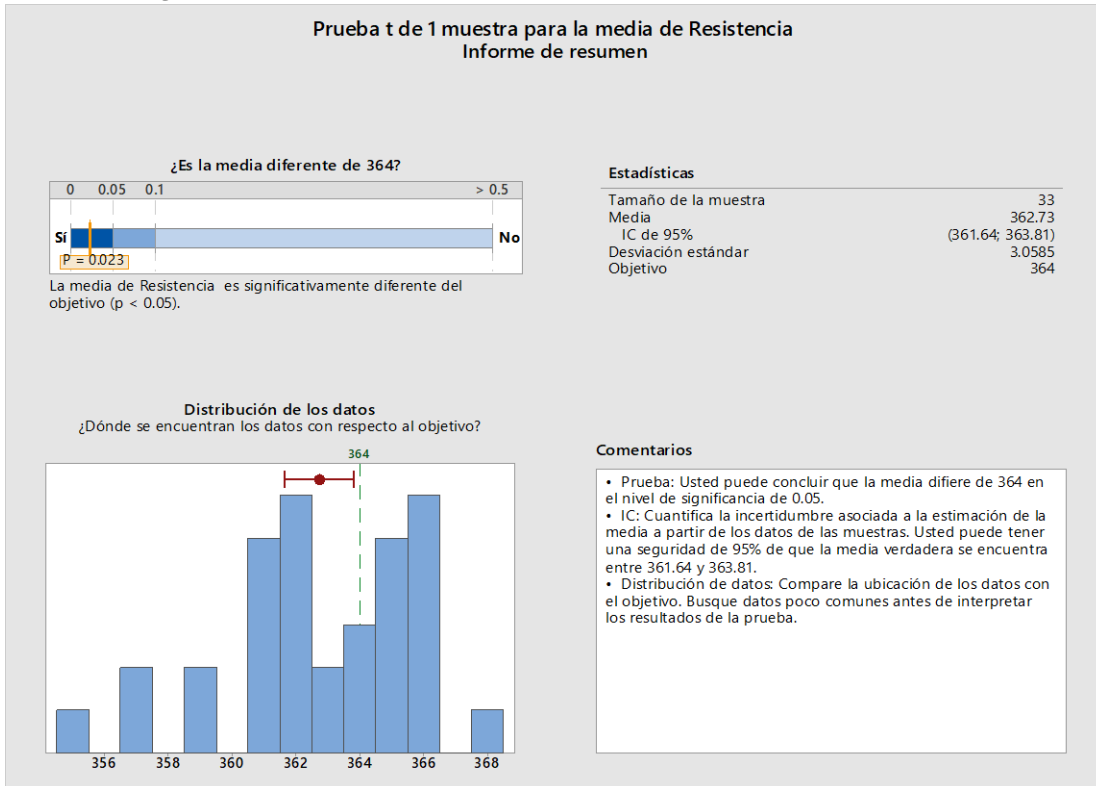


Fuente: Elaboración por los usuarios.

En el gráfico 18 el concreto patrón obtiene la menor media muestral a diferencia que los concretos pigmentados esto manifiesta que el concreto coloreado posee resistencia ante ataques de sulfatos de magnesio.

En la siguiente tabla nos muestra un análisis estadístico por el “T” student proponiendo un objetivo de resistencia de 280 kg/cm² más un factor de corrección de diseño de 84 obteniendo la suma de 364 kg/cm². Este análisis se realizó a la muestra con exposición a los sulfatos.

Figura 25: Prueba “t” para la media de muestras expuestas a los sulfatos.



Fuente: Elaboración por los usuarios en el minitab.

En la figura 25 muestra la prueba “t” para el concreto pigmentado expuesto a los sulfatos denominando como objetivo 364 kg/cm², mostrando que P =0.023 es menor a 0.05 nivel de significancia.

V. DISCUSIÓN

DG: Díaz y Romero (2014) En sus resultados de su investigación comprueban que los pigmentos inorgánicos intensifican las características físicas y mecánicas del concreto, sin embargo, en nuestra investigación se vio que la adición de pigmento inorgánico Bayer disminuye sus propiedades mecánicas a un leve porcentaje, con un máximo de 1.74% respecto al concreto patrón.

DE1: Castro (2005) Muestra en sus resultados que la adición en un 4% de pigmento inorgánico al concreto, disminuye en 2.7% la cual equivale a 6.75 kg/cm² y con la adición de 6% disminuyó la resistencia en un 12.83% que corresponde a 32.1 kg/cm², en el presente estudio se demostró que al adicionar el 3% de pigmento inorgánico en color rojo, amarillo y verde disminuye en un 0.62% la cual equivale a 2.27 kg/cm², al adicionar el 5% disminuye en un 0.91% la cual equivale a 3.24 kg/cm² y al adicionar al 7% reduce en 1.1% la cual equivale a 4.01 kg/cm² respecto al concreto patrón.

DE2: Positieri (2005) Menciona que la adición de los aditivos pigmentantes en polvo resultan favorables en los hormigones para la durabilidad, asimismo en la presente investigación se muestra que los concretos coloreados son resistentes ante los ataques de sulfatos de magnesio ya que el aumento de finos disminuye la facilidad del ingreso de los agentes agresivos al interior proporcionando un concreto menos poroso, sin embargo, se produjo una disminución de resistencia en el concreto patrón.

DE3: Díaz y Romero (2014) Indican en su investigación que el pigmento inorgánico marca argos de color rojo dio una buena coloración y superficie lisa, en la presente investigación se trabajó con el pigmento inorgánico Bayer de color rojo donde se obtuvo un color óptimo así cumpliendo con el propósito del estudio.

Los ensayos a los 28 días de resistencia a compresión nos demuestran que los concretos pigmentados inorgánicos se encuentra dentro de los límites de resistencia propuesto por el (ASTM C39/C39M) respecto al diseño requerido. Por ello la investigación presenta características del concreto pigmentado, fortaleciendo una base para implementar en las construcciones civiles el hormigón coloreado.

VI. CONCLUSIONES

CG: Los aditivos pigmentantes inorgánicos cambió las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, reduciendo la resistencia a compresión y tracción del concreto. Sin embargo, las resistencias obtenidas se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C-39 según su resistencia por edad. Lo que significa que los concretos pigmentados se puede dar uso al igual que un concreto convencional.

CE1: Se determinó los cambios que produce la adición al 3%, 5% y 7% de los aditivos pigmentantes inorgánicos en la resistencia a compresión y tracción del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, mostrando que la adición al 3% de pigmento de color rojo reduce su resistencia a compresión en 0.41% (1.51 kg/cm^2), en la adición de 3% de pigmento amarillo reduce su resistencia a compresión en 0.47% (1.70 kg/cm^2) y al 3% de pigmento verde reduce su resistencia a compresión en 0.99% (3.61 kg/cm^2). Al adicionar el 5% de pigmento de color rojo reduce en 0.62% (2.27 kg/cm^2), el amarillo reduce en 0.53% (1.94 kg/cm^2) y el verde reduce en 1.51% (5.52 kg/cm^2), por último, al adicionar el 7% de pigmento inorgánico de color rojo reduce en 1.10% (4.01 kg/cm^2), de color amarillo reduce 0.61% (2.22 kg/cm^2) y de color verde reduce 1.58% (5.77 kg/cm^2). Asimismo, se desarrolló el ensayo a tracción por compresión diametral obteniendo una reducción de 0.12% (4.47 kg/cm^2) al 3% de rojo y 0.03% (1.06 kg/cm^2) al 5% de pigmento rojo, 3% de pigmento amarillo disminuyó su resistencia a tracción en 0.12% (4.39 kg/cm^2) y 5% de amarillo 0.15% (5.70 kg/cm^2) de igual manera al adicionar el pigmento verde a un 3% reduce en 0.14% (5.28 kg/cm^2) y en 5% de pigmento reduce 0.16% (5.89 kg/cm^2). Cabe recalcar que las comparaciones se realizaron respecto al concreto patrón.

CE2: Se evaluó la alteración que produce los sulfatos en la durabilidad y resistencia a compresión del concreto pigmentado y patrón $f'c=280\text{ kg/cm}^2$; a los 56 días se obtuvo, que los concretos pigmentados expuestos los sulfatos no alteraron su resistencia a compresión debido a que disminuye su porosidad del concreto, siendo menos permeable y aumentando su durabilidad, presentando una excepción en color rojo al 3% de pigmento presentando una disminución de resistencia a 0.14% la cual equivale

a 0.52 kg/cm^2 , mientras que al agregar al 5% de pigmento rojo aumenta su resistencia a 0.15% la que equivale a 0.55 kg/cm^2 , también se observó un aumento de resistencia al adicionar el 3% de pigmento en 0.28% en el color amarillo este equivale en un 1.03 kg/cm^2 asimismo en el color verde en 0.34% la que equivale a 1.23 kg/cm^2 , al adicionar el 5% de pigmento su resistencia aumento 0.03% equivaliendo 0.09 kg/cm^2 en el color amarillo y el color verde se incrementó en un 0.38% la que equivale a 1.35 kg/cm^2 , mientras en el concreto patrón disminuyó en 3.64 kg/cm^2 en comparación a la resistencia a lo adquirida a los 28 días.

CE3: La dosificación correcta de la adición de aditivos pigmentantes inorgánicos no es en un 5%, la correcta dosificación para obtener un color óptimo es adicionar un 7% de pigmento inorgánico en polvo respecto al peso del cemento, ya que se muestra una clara diferencia de color entre los porcentajes menores (3% y 5%), encontrándose dentro los límites de resistencias establecidos por la norma, cabe mencionar que el color amarillo necesita más de un 7% de adición para poder notar su intensidad de color en el concreto.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el ensayo de módulo de elasticidad del concreto pigmentado 280 kg/cm².
2. Se recomienda realizar ensayos para medir la intensidad del color que adquiere el concreto, dependiendo al porcentaje que se añade basándose en cualquier herramienta, uno ellos es el empleo del sistema CIELAB.
3. Utilizar líquidos grasos incoloros para el interior de las probetas debido a que si usas líquidos de colores estaría afectando a la intensidad del color.
4. Se recomienda utilizar aditivos para el curado con la finalidad de mantener la apariencia del concreto pigmentado.
5. Se recomienda en la dosificación utilizar porcentajes mayores a 5% y menores a 10% con la finalidad de mantener la resistencia diseñada con la apariencia óptima, debido a que ah mayor porcentaje de pigmento inorgánico que se agrega la resistencia reduce, sin embargo, la apariencia mejora.
6. Se recomienda realizar estudios experimentales de concreto pigmentando marca BAYER con la utilización de cemento blanco para ver su intensidad de color y su comportamiento de sus propiedades mecánicas.

REFERENCIAS

- American Magazine of Construction [en línea]. USA: American's Cement Manufacturers, 2015 [fecha de la consulta: 20 de septiembre de 2020].

Disponible en: https://www.cement.org/docs/default-source/fc_mat-app_pdfs/arch-decon/white-cement-concrete-and-colored-concrete-construction-wc002.pdf?sfvrsn=4

- American Magazine of Construction [en línea]. USA: Guide To Cast-in-place Architectural Concrete practice, 2012 [fecha de la consulta: 29 de septiembre de 2020].

Disponible en: <https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/303R-12web.pdf>

- American Concrete Institute (Estados Unidos). ACI 211: Práctica estándar para seleccionar el proporcionamiento de concreto. ACI, Usa: 2002.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C136: Método de ensayo normalizado para determinación granulométrica de agregados finos y gruesos. ASTM, Usa: 2005.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C136: Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados. ASTM, Usa: 2007.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C136: Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados. ASTM, Usa: 2007.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C127: Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados gruesos. ASTM, Usa: 2004.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C188: Método de ensayo estándar para densidad del cemento hidráulico. ASTM, Usa: 1995.

- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM D2216: Método de ensayo estándar para la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelos y rocas por masa. ASTM, Usa: 1998.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C39: Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. ASTM, Usa: 2017.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C496: Método de ensayo normalizado para resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de concreto. ASTM, Usa: 2017.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C1042: Método de prueba estándar para el cambio de longitud de morteros de cemento hidráulico expuesto a una solución de sulfato. ASTM, Usa: 2018b.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C31: Práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de ensayo de concreto en la obra. ASTM, Usa: 2017.
- American Society of Testing Materials (Estados Unidos). ASTM C979: Especificación estándar para pigmentos para hormigón de color integral. ASTM, Usa: 2005.
- Borja M. Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Perú: Editorial, Chiclayo, 2016. 38pp.
- Carvallo F, "Estructuras de hormigón coloreado". En su artículo de investigación. Universidad Politécnica de Madrid- España, 2002. 41pp.
- Castro Marcela, "Hormigón con pigmentos de color". En su tesis de (titulación). Universidad Austral de Chile-Valdivia-Chile, 2005. 98 pp.
- Caicedo y Álamo, "Desarrollo de concretos fluidos coloreados a reología adaptada, aplicada a la construcción de edificaciones de concreto en Lima". En su tesis de (titulación). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas- Lima, 2015. 120pp.

- Caicedo y otros, “Evaluar la factibilidad economía para implementar la construcción de la mampostería con bloques de concreto a color”. En su artículo de investigación. Universidad Católica de Colombia- Bogotá, 2017. 52pp.
 - Chavarriaga y Restrepo, “Obtención de pigmento inorgánico para la industria cerámica por síntesis alternativa de combustión en solución”. En su artículo de investigación. Universidad Técnica de Pereira- Colombia, 2015. 7pp.
 - Cruz Cesar, “Efectos en la estabilidad y durabilidad del color a causa de factores ambientales sobre concreto coloreado para imitación del tono ladrillo, obtenido con mezcla con pigmento de óxido de hierro”. En su investigación (Magister en construcción). Universidad Nacional de Colombia- Bogotá, 2018. 165 pp.
 - Díaz Eva y Romero Stella, “Estudio comparativo entre la utilización de pigmentos de tipo orgánico y minerales en concreto estructurales arquitectónicos”. En su tesis de (titulación). Universidad de Cartagena – Cartagena de Indias – Colombia, 2014. 68pp.
 - Figueroa y Palacio, “Patologías, causas y soluciones de concreto arquitectónico en Medellín”. En su artículo de investigación. Escuela de ingeniería de Antioquia- Medellín, 2009. 10pp.
 - Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. Metodología de la investigación. 5°. ed. México: McGraw-Hill/interamericana editores, S.A. DE C.V, 2010. 656 pp.
- ISBN: 978-958-8675-94-7
- Izquierdo y Díaz, “Durabilidad de morteros adicionados con FCC expuestos a sulfatos de magnesio y sulfato de sodio”. En su artículo de investigación. Universidad Nacional de Colombia- Palmira, 2016. 15pp.
 - Norma Técnica Peruana 400.012. Diario oficial el peruano, Lima, Perú, 31 de mayo de 2001.

- ÑIÑO, Víctor, Metodología de la investigación. Colombia: Ediciones de la U. 2011. 158pp.

ISBN: 978-970-10-5753-7

- Pigmentos para cementos y hormigón [en línea]. Cymper. 24 de mayo de 2017. [fecha de consulta: 15 de septiembre de 2019].

Disponible en: <https://www.cymper.com/blog/pigmentos-para-cemento-y-hormigon/>

- Positieri María, “Propiedades fisicomecánicas y durabilidad del hormigón coloreado”. En su tesis de (titulación). Universidad Tecnológica Nacional – Córdoba – Argentina, 2005. 99 pp.
- Pasquel Enrique, “Entiendo el concreto”. En su artículo de investigación. Pontifica Universidad Católica del Perú, 2008. 6pp.
- Quijije, Miriam. “Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón tradicional y el hormigón con pigmentos naturales”. En su tesis de (titulación de ingeniera civil). Universidad Técnica De Ambato- Ecuador, 2017. 98 pp.
- Revista española de construcción de pigmentos inorgánicos [en línea]. España: Empresa Lanxess, 2011 [fecha de consulta: 24 de septiembre de 2020].

Disponible en: https://bayferrox.com.br/uploads/tx_lxsmatrix/granulados_es.pdf

- Revista cemento hormigón [en línea]. España: Empresa Chromofer, 2003 [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2020].

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/333994230/65-Pigmentos-Colorantes-Para-Cemento-Mortero-y-Hormigon-Rev-4-Modificado>

- Revista colombiana Argos [en línea]. Bogotá: Empresa Argos, 2017 [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en: <https://concretosespecializados.argos.co/color.html>

- Revista peruana de Ambientes [en línea], Lima: Universidad PUCP, 2018.

Disponible en: <https://www.archdaily.pe/pe/910808/las-posibilidades-del-concreto-pigmentado-18-edificios-impregnados-de-color>

- Revista Española de construcción [en línea]. Madrid: Instituto de investigación de Hormigón Dusseldorf, 2001 [fecha de la consulta: 25 de octubre de 2020].

Disponible en: [https://www.academia.edu/20255567/Colorear cemento](https://www.academia.edu/20255567/Colorear_cemento)

- Revista peruana de construcción [en línea]. Lima: Empresa Unicon, 2019 [fecha de la consulta: 20 de julio de 2020].

Disponible en: <https://www.unicon.com.pe/wp-content/uploads/2019/04/Coloreado.pdf>

- Revista Colombiana [en línea]. Colombia: Concreto Pigmentado, 2019 [fecha de la consulta: 08 de octubre de 2020].

Disponible en: [http://www.toxement.com.co/media/4006/eucoconcreto octubre 2019-comprimido.pdf](http://www.toxement.com.co/media/4006/eucoconcreto_octubre_2019-comprimido.pdf)

- Pérez, Mireya, “El color del concreto”. En su artículo de investigación. México, Florida, 2006. 12pp.

- Revista Mexicana [en línea]. México: Problemas, causas y solución en cemento y concretos resistentes a sulfatos, 2006 [fecha de la consulta: 22 de octubre de 2020].

Disponible en: <http://www.imcyc.com/revistact06/oct06/PROBLEMAS.pdf>

- Zamboni, Ángela, “estudio sobre a influencia da adicao de pigmentos em propriedades de durabilidade e na cromacidade do concreto de cimento portland branco”. En su investigación de (posgrado). Universidad Federal do Rio Grande do Sul-Brasil, 2009.106 pp.

ANEXOS:

ANEXO 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: "Análisis de influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm² Lima-2020."						
MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE Y DIMENSIONES		INDICADORES	
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo la influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos cambiarán en las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm²? 	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluar la influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm²? 	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> La influencia de aditivos pigmentantes inorgánico cambiará las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm². 	<p>VARIABLE I: CONCRETO f'c= 280 kg/cm² (DEPENDIENTE)</p>		<p>- Método: Hipotético deductivo</p> <p>- Tipo de estudio: Aplicada.</p> <p>- Nivel: Explicativo.</p>	
			Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> Análisis granulométrico Peso unitarios Peso específico Absorción Contenido de humedad 		<ul style="list-style-type: none"> MF (kg/m³) (gr/cm³) (%) (%)
			Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a Compresión Resistencia a tracción 		<ul style="list-style-type: none"> (kg/cm²)
			Durabilidad	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a Compresión expuesto a sulfatos (MgSO₄) 		<ul style="list-style-type: none"> (kg/cm²)
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué cambios produce la adición a 3%, 5% y 7% de los aditivos pigmentantes inorgánicos en la resistencia a compresión y tracción del concreto de f'c= 280 kg/cm²? ¿Qué alteración produce los sulfatos en la durabilidad y resistencia a compresión del concreto pigmentado y patrón f'c= 280 kg/cm²? ¿Cuál es la dosificación correcta de la adición de aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm²? 	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar los cambios que produce la adición a 3%, 5% y 7% de los aditivos pigmentantes inorgánicos en la resistencia a compresión y tracción del concreto f'c= 280 kg/cm². Evaluar la alteración que produce los sulfatos en la durabilidad y resistencia a compresión del concreto pigmentado y patrón f'c= 280 kg/cm². Proponer la dosificación correcta de la adición de aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm². 	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> El pigmento inorgánico reduce la resistencia a compresión y tracción del concreto f'c= 280 kg/cm². Los sulfatos alteran en la durabilidad y resistencia a compresión del concreto pigmentado y patrón f'c= 280 kg/cm². El 5% de aditivo pigmentado inorgánico es el adecuado en la dosificación del concreto f'c= 280 kg/cm². 	<p>VARIABLE II: ADITIVOS PIGMENTANTES (INDEPENDIENTE)</p>		<p>- Diseño de investigación: Experimental.</p> <p>- Población: Concreto f'c=280 kg/cm² con adición a 3%, 5% y 7% de pigmentos inorgánicos.</p> <p>- Muestra: 167 probetas.</p> <p>- Muestreo: No probabilístico.</p>	
			Proporción	<ul style="list-style-type: none"> 3% de la masa del cemento 5% de la masa del cemento 7% de la masa del cemento 		<ul style="list-style-type: none"> kg kg kg
			Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> Absorción Contenido de humedad Densidad 		<ul style="list-style-type: none"> (%) (%) (gr/cm³)
			Composición química	VERDE (CROMATITA)		Óxido de cromo (III)	(Cr₂O₃)
ROJO (HEMATITA)	Óxido de hierro (III)	(Fe₂O₃)				
AMARILLO (LIMONITA)	Óxido e hidróxido de hierro (III)	(Fe₂O₃H₂O)				

Fuente: Elaboración por los usuarios.

ANEXO 2: Propiedades físicas de los materiales



N°1: Tamizado del agregado fino para el ensayo de granulometría.



N°2: Material del agregado grueso para el ensayo de granulometría.



INFORME DE ENSAYO

TESISTAS: ALBERCO SAAVEDRA, DANIELA LIZ

JUSCAMAYTA RIMACHI, MIGUEL

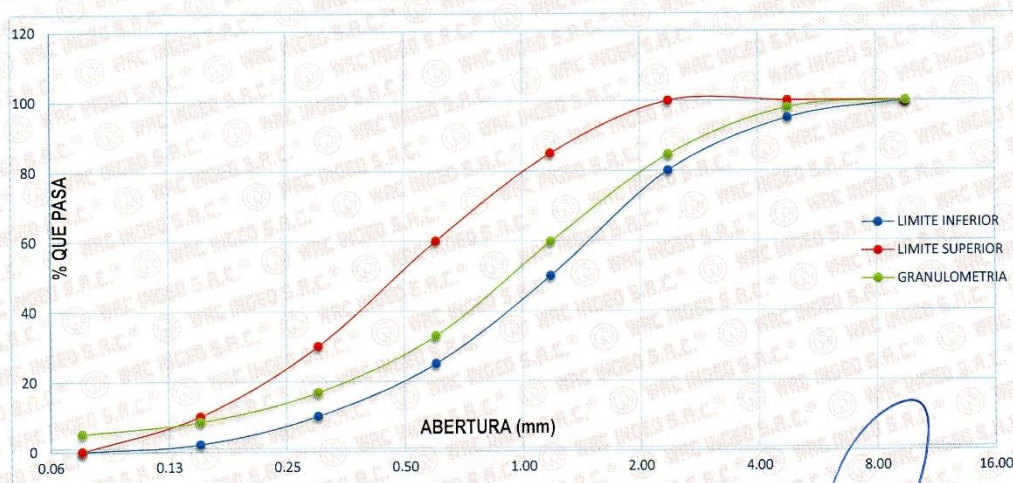
FECHA: 5/09/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

(ASTM C 136 / ASTM C 117)

TAMIZ	ABERTURA	PESO DEL TAMIZ + AGREGADO	PESO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE (%)			requisito de % (ASTM C-33)		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
					Retenido	Acumul.	Pasante			
3/8"	9.500	553	553	0	0.00	0.00	100.00	100	100	PESO MUESTRA : 300 gr Modulo de finura IDEAL 2.8 - 3.00 M.F 3.00 Observaciones
# 4	4.750	459	453	6	2.01	2.01	97.99	95	100	
# 8	2.360	490	450	40	13.42	15.44	84.56	80	100	
# 16	1.180	494	420	74	24.83	40.27	59.73	50	85	
# 30	0.600	572	492	80	26.85	67.11	32.89	25	60	
# 50	0.300	416	368	48	16.11	83.22	16.78	10	30	
# 100	0.150	364	339	25	8.39	91.61	8.39	2	10	
# 200	0.075	274	264	10	3.36	94.97	5.03	0	0	
FONDO		370	355	15	5.03	100.00	0.00			
TOTAL				298.0	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



INFORME DE ENSAYO

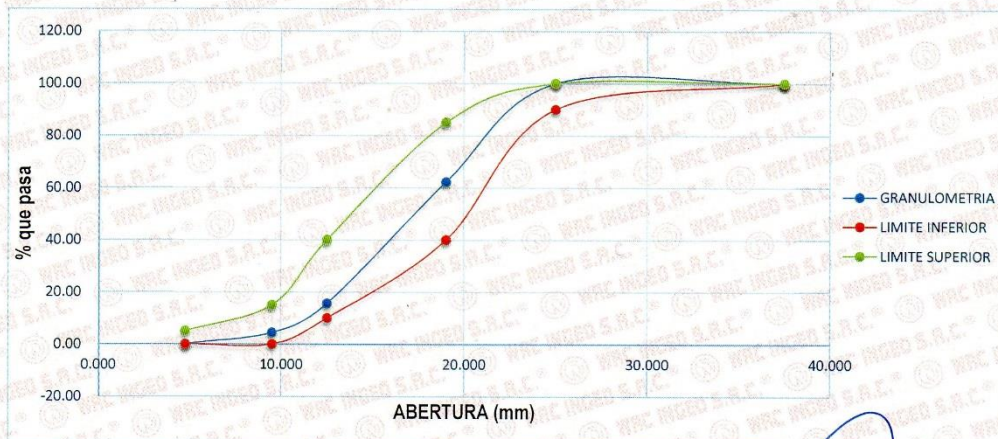
TESISTAS: ALBERCO SAAVEDRA, DANIELA LIZ
JUSCAMAYTA RIMACHI, MIGUEL

FECHA 5/09/2020

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136 / ASTM C 117)

TAMIZ	ABERTURA	PESO DEL TAMIZ + AGREGADO	PESO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO	PORCENTAJE (%)			requisito de % (ASTM C 33)		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
					Retenido	Acumul.	Pasante			
1 1/2"	37.500	588.00	588	0	0.00	0.00	100.00	100	100	PESO MUESTRA : 7000 gr HUSO: 56 M.F : 7.33 TMN : 3/4" OBSERVACIONES:
1"	25.000	448.00	448	0	0.00	0.00	100.00	90	100	
3/4"	19.000	1993.00	485	1508	37.71	37.71	62.29	40	85	
1/2"	12.500	2318.00	452	1866	46.66	84.37	15.63	10	40	
3/8"	9.500	1057.00	608	449	11.23	95.60	4.40	0	15	
# 4	4.750	625.00	452	173	4.33	99.92	0.08	0	5	
FONDO		454.00	451	3	0.08	100.00	0.00			
TOTAL				3999.0	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 66428



N° 5: En la fotografía se muestra los materiales y herramientas para realizar el ensayo de peso suelto del agregado fino.



N° 6: Agregado fino compactado y pesado en la balanza calibrada.



N° 7: Se muestra el llenado del agregado fino sin compactación para el ensayo del peso suelto.



N° 8: En la fotografía se muestra la toma de datos del peso suelto en la balanza calibrada



N° 9: Primera y segunda capa de compactación del agregado grueso.



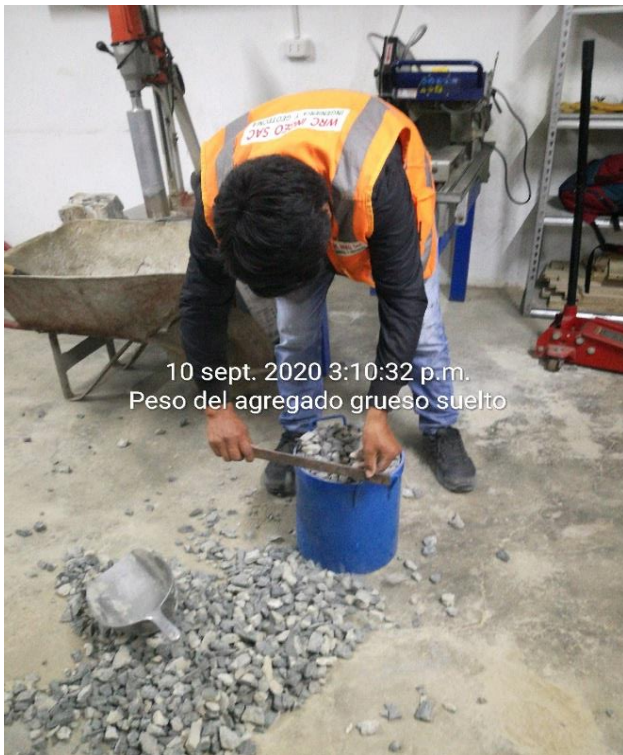
N° 10: Tercera capa de compactación del agregado grueso.



N° 11: Se muestra el agregado (piedra chancada). grueso para el ensayo del peso suelto.



N° 12: Se muestra el llenado del agregado grueso (piedra chancada) en el molde.



N° 13: Se realiza en ensado de la piedra chancada.



N° 14: En la fotografía se muestra el peso suelto del agregado grueso



INFORME DE ENSAYO

TESISTAS: ALBERCO SAAVEDRA, DANIELA LIZ
JUSCAMAYTA RIMACHI, MIGUEL

FECHA: 5/09/2020

PESOS UNITARIOS
(ASTM C 29, MTC E-203)

AGREGADO FINO						
MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
A Peso Mat.+ Molde	7380.0	7374.0	7369.0	8036.0	8040.0	8042.0
B Peso Molde	2930.0	2930.0	2930.0	2930.0	2930.0	2930.0
C Peso de Material	4450	4444	4439	5106	5110	5112
D Volumen del Molde	2928.9	2928.9	2928.9	2928.9	2928.9	2928.9
E Peso Unitario	1519	1517	1516	1743	1745	1745

PROMEDIO PUS	1517.43 kg/m3
PROMEDIO PUC	1744.48 kg/m3

AGREGADO GRUESO						
MUESTRA	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	4	5	5
A Peso Mat.+ Molde	30600.0	30650.0	30600.0	31000.0	31450.0	31300.0
B Peso Molde	7522.0	7522.0	7522.0	7522.0	7522.0	7522.0
C Peso de Material	23078	23128	23078	23478	23928	23778
D Volumen del Molde	14729.9	14729.9	14729.9	14729.9	14729.9	14729.9
E Peso Unitario	1567	1570	1567	1594	1624	1614

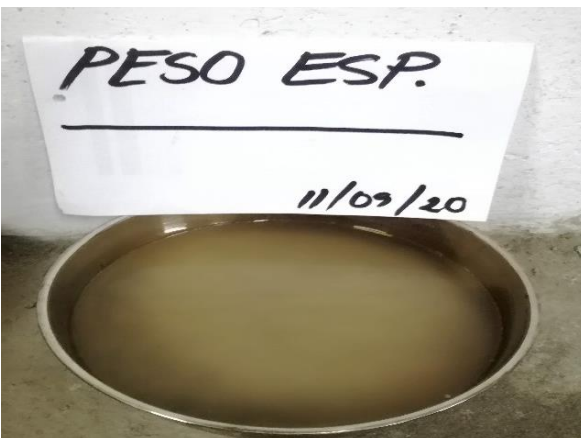
PROMEDIO PUS	1567.88 kg/m3
PROMEDIO PUC	1610.87 kg/m3



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 66428



N° 16: En las fotografías se muestran el peso del agregado fino para el ensayo del peso específico y absorción.



N° 17: Saturación del agregado fino para el ensayo del peso específico.



N° 18: Secado de arena para ensayo de densidad.



N° 19: Ensayo de cono para densidad de arena.



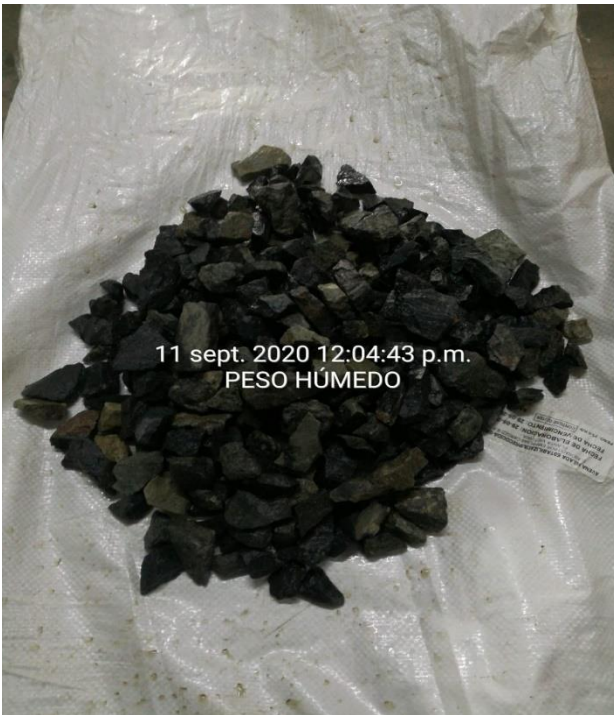
N° 20: Peso específico del agregado fino.



N° 21: Agregado grueso para el peso específico.



N° 22: Ensayo de peso específico del agregado grueso.



N° 23: Agregado grueso sumergido en el agua.



N° 24: Agregado grueso y fino sometido al horno a una temperatura de $105^{\circ} \pm 5\text{ C}$



INFORME DE ENSAYO

TESISTAS: ALBERCO SAAVEDRA, DANIELA LIZ
JUSCAMAYTA RIMACHI, MIGUEL
FECHA: 5/09/2020

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN
(ASTM C-127, MTC E 205, 206)

AGREGADO GRUESO						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE) (g)	5007.00	5005.0			
B	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA) (g)	3160	3159			
C	VOL. DE MASA + VOL. DE VACIOS (cc)	1847.00	1846.00			
D	PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	4981.00	4979.0			
E	VOL. DE MASA (g)	1821.00	1820.00			
F	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) (g./cc)	2.697	2.697			2.697
G	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) (g./cc)	2.711	2.711			2.711
H	PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) (g./cc)	2.735	2.736			2.736
I	% DE ABSORCION	0.52	0.52			0.5

AGREGADO FINO						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	PESO MAT. SSS. (g)	250.00	250.00			
B	PESO FIOLA CALIBRADA CON AGUA (g)	358.50	351.00			
C	PESO FIOLA CAL. CON AGUA + PESO MAT. SSS. (g)	608.50	601.00			
D	PESO DEL MAT. + PESO FIOLA + H2O (g)	514.70	506.60			
E	VOL DE MASA +VOL DE VACIOS (cc)	93.80	94.40			
F	PESO MAT. SECO EN HORNO (105°C) (g)	238.30	241.00			
G	VOL DE MASA (g)	82.10	85.40			
H	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) (g/cc)	2.541	2.553			2.547
I	PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) (g/cc)	2.665	2.648			2.657
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA) (g/cc.)	2.903	2.822			2.862
K	% DE ABSORCION	4.9	3.7			4.3



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIE 66428



INFORME DE ENSAYO

TESTISTAS: ALBERCO SAAVEDRA, DANIELA LIZ
JUSCAMAYTA RIMACHI, MIGUEL
FECHA: 5/09/2020

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216 / NTP 339.127)

AGREGADO FINO			
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216 / NTP 339.127 (%)			
TARRO N°	4	3	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	558.0	559.0	
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)	552.3	553.3	
PESO DEL TARRO (g)	58.0	59.0	
PESO DEL AGUA (g)	5.7	5.7	
PESO DE SUELO SECO (g)	494.3	494.3	
CONTE. DE HUMEDAD (%)	1.15	1.15	1.15

AGREGADO GRUESO			
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 / NTP 339.127 (%)			
TARRO N°	4	3	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	5,604.0	5,604.0	
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)	5,584.0	5,584.0	
PESO DEL TARRO (g)	604.0	604.0	
PESO DEL AGUA (g)	20.0	20.0	
PESO DE SUELO SECO (g)	4,980.0	4,980.0	
CONTE. DE HUMEDAD (%)	0.402	0.402	0.4

PIGMENTO AMARILLO			
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 / NTP 339.127 (%)			
TARRO N°	4	2	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	39.7	39.7	
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)	39.5	39.6	
PESO DEL TARRO (g)	9.7	9.7	
PESO DEL AGUA (g)	0.2	0.1	
PESO DE SUELO SECO (g)	29.8	29.9	
CONTE. DE HUMEDAD (%)	0.7	0.3	0.5

PIGMENTO ROJO			
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 / NTP 339.127 (%)			
TARRO N°	5	6	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	39.7	39.7	
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)	39.6	39.6	
PESO DEL TARRO (g)	9.7	9.7	
PESO DEL AGUA (g)	0.1	0.1	
PESO DE SUELO SECO (g)	29.9	29.9	
CONTE. DE HUMEDAD (%)	0.3	0.3	0.3

PIGMENTO VERDE			
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 / NTP 339.127 (%)			
TARRO N°	5	6	PROMEDIO
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	39.7	39.7	
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)	39.6	39.5	
PESO DEL TARRO (g)	9.7	9.7	
PESO DEL AGUA (g)	0.1	0.2	
PESO DE SUELO SECO (g)	29.9	29.8	
CONTE. DE HUMEDAD (%)	0.3	0.7	0.5



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



N° 27: densidad real y absorción del pigmento.



N° 28: densidad real y absorción del pigmento.



N° 29: Humectabilidad del pigmento con agua deionizada



N° 30: humectabilidad del pigmento con agua deionizada.



N° 31: Ensayo de resistencia alcalina adicionando hidróxido de sodio.



N° 32: Ensayo de porcentaje de humedad del pigmento.



INFORME DE ENSAYO

TESISTAS: ALBERCO SAAVEDRA, DANIELA LIZ
JUSCAMAYTA RIMACHI, MIGUEL

FECHA: 5/09/2020

DENSIDAD DEL PIGMENTO (ASTM C 188-95 MTC 610-2000)

DENSIDAD DEL PIGMENTO ROJO (ASTM C 188-95 MTC 610-2000)						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	MASA DEL PIGMENTO	100.00	100.00			
B	MASA DEL PIGMENTO MUESTRA	64.00	64.00			
C	VOLUMEN FINAL (Vf)	48.00	48.50			
D	VOLUMEN INICIAL (Vi)	0.50	0.50			
E	DENSIDAD REAL DEL PIGMENTO	1.35	1.33			1.34 gr/cm3
F	PESO MAT. SECO EN HORNO (110 ±5°C) (g)	99.70	99.65			99.68
G	% DE ABSORCION (ml/100g)	30.000	35.000			32.5

DENSIDAD DEL PIGMENTO AMARILLO (ASTM C 188-95 MTC 610-2000)						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	MASA DEL PIGMENTO	100.00	100.00			
B	MASA DEL PIGMENTO MUESTRA (gr)	64.00	64.00			
C	VOLUMEN FINAL (Vf) ml	78.00	76.00			
D	VOLUMEN INICIAL (Vi) ml	0.50	0.50			
E	DENSIDAD REAL DEL PIGMENTO	0.83	0.85			0.84 gr/cm3
F	PESO MAT. SECO EN HORNO (110 ±5°C) (g)	99.50	99.55			99.53
G	% DE ABSORCION (ml/100g)	50.000	45.000			47.5

DENSIDAD DEL PIGMENTO VERDE (ASTM C 188-95 MTC 610-2000)						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	MASA DEL PIGMENTO	100.00	100.00			
B	MASA DEL PIGMENTO MUESTRA (gr)	64.00	64.00			
C	VOLUMEN FINAL (Vf) ml	75.00	76.00			
D	VOLUMEN INICIAL (Vi) ml	0.50	0.50			
E	DENSIDAD REAL DEL PIGMENTO	0.86	0.85			0.85 gr/cm3
F	PESO MAT. SECO EN HORNO (110 ±5°C) (g)	99.70	99.75			99.73
G	% DE ABSORCION (ml/100g)	30.000	25.000			27.5



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



N° 34: Proceso de preparado de la mezcla (1).



N° 35: Proceso de preparado de la mezcla (2).



N° 36: Proceso de preparado de la mezcla (3).



N° 37: Proceso de preparado de la mezcla (4).



N° 38: Proceso de preparado de la mezcla (5).



N° 39: Vaciado de la mezcla del concreto pigmentado rojo.



N° 40: Vaciado del concreto patrón en cono de abrams.



N° 41: Vaciado del concreto patrón en las probetas de 4" x 8".



N° 42: Medición de slump para el concreto pigmentado rojo.



N° 43: Medición de slump para el concreto pigmentado amarillo.



N° 44: Medición de slump para el concreto pigmentado verde.



Datos:

Cemento: **Andino/Tipo I**
F'c: **280kg/cm²**
Pe cemento: **3.15gr/cm³**
Slump: **3"**
Pe agua: **1,000kg/m³**

Agregados	Fino	Grueso
Perfil	-----	Quinta
Peso unitario suelto	1,517kg/m ³	1,568kg/m ³
Peso unitario compactado	1,744kg/m ³	1,611kg/m ³
Peso específico	2,547kg/m ³	2,697kg/m ³
Modulo de fineza	3	7.33
TMN	-----	3/4
%abs	4.3%	0.50%
%w	1.15%	0.40%

PASO 1: Cálculo F'cr (resistencia promedio requerida)

F'c (kg/cm ²)	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210- 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

F'cr: 364kg/cm²

PASO 2: Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal del agregado grueso (Pulg)	Aire atrapado
3/8	3.0%
1/2	2.5%
3/4	2.0%
1	1.5%
1 1/2	1.0%
2	0.5%
3	0.3%
4	0.2%

Aire atrapado: 2.0%

Paso 3: Contenido de agua.

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para los Tamaños Máximos Nominales de Agregado Grueso y Consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
En Pulg.	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1" a 2"	207	199	189	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto Con Aire Incorporado								
En Pulg.	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	185	174	166	154	-

Sin Aire Incorporado: 205

Con Aire Incorporado: 184

Paso 4: Relación a/c (por resistencia f'cr)

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S A C
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428





f' cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto Sin Aire Incorporado	Concreto con Aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

$$\frac{400 - 364}{0.43 - a/c} = \frac{400 - 350}{0.43 - 0.48}$$

$$a/c: 0.466$$

Paso 5: Contenido de cemento.

$$\frac{a}{c} = \frac{205 \text{ L/m}^3}{c} = 0.466$$

$$c = 439.91 \text{ Kg}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{439.91 \text{ Kg}}{42.50 \text{ Kg/Bols}} = 10.35 \text{ Bols} \quad \text{NOTA EN 1M3}$$

Paso 6: Peso del agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de Agregado grueso, Seco y Varillado o Compactado, Por Unidad de Volumen del Concreto, para Diversos Módulos de Fineza del Fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.76	0.74	0.72	0.70
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.81	0.79	0.77	0.75
6	0.87	0.85	0.83	0.81

$$\text{Peso a.g.} = \frac{b}{b_0} \times \text{Peso u.s.c.} = 0.6 \times 1,611 \text{ kg/m}^3 = 966.52 \text{ Kg}$$

Paso 7: Contenido de agua



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428



V.Cemento	=	$\frac{c}{Pe\ cemento}$	=	$\frac{439,91Kg}{3,15gr/cm^3}$	=	0,140m ³
V.Agua	=	$\frac{a}{Pe\ agua}$	=	$\frac{205Kg}{1,000kg/m^3}$	=	0,205m ³
V.Aire	=	2,0%	=	$\frac{2}{100}$	=	0,020m ³
V.Agre. Grueso	=	$\frac{P.a.grueso}{Pe\ agre.grueso}$	=	$\frac{966,52Kg}{2,697Kg/m^3}$	=	0,356m ³
				Sumatoria:		0,723m ³
V.Agre. Fino	=	1m ³	-	Sumatoria		
V.Agre. Fino	=	1m ³	-	0,723m ³	=	0,277m ³

Paso 8: Calcular el peso del agregado fino

Peso a. fino	=	V.Agre. Fino	x	Pe a. fino		
Peso a. fino	=	0,277m ³	x	2,547Kg/m ³	=	705,52Kg

Paso 9: Presentación de diseño en estado seco.

Cemento	=	439,91Kg
Agregado Fino	=	705,52Kg
Agregado Grueso	=	966,52Kg
Agua	=	205Lt

Paso 10: Corrección por humedad de los agregados.

Agregado fino	=	705,52Kg	x	$\left[\frac{w\%}{100} + 1 \right]$		
				$\left[\frac{1,15}{100} + 1 \right]$		
Agregado fino	=					713,632Kg
Agregado grueso	=	966,52Kg	x	$\left[\frac{0,40}{100} + 1 \right]$		
Agregado grueso	=					970,388Kg

Paso 11: Aporte de agua a la mezcla.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 66428



$$\left[\frac{(w\% - \text{abs}\%) \times \text{Agregado seco}}{100} \right]$$

Agregado fino = $\left(\frac{1.15 - 4.30}{100.00} \right) \times 713.63\text{Kg} = -22.48\text{Lt}$

Agregado grueso = $\left(\frac{0.40 - 0.50}{100.00} \right) \times 970.39\text{Kg} = -0.97\text{Lt}$

Sumatoria: -23.45Lt

Paso 12: Agua efectiva.

Agua = 205.00Lt - (-23.45Lt) = 228.45Lt

Paso 13: Proporción de diseño para 1 m³

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
439.91Kg	713.63Kg	970.39Kg	228.45Lt

	ROJO			VERDE			AMARILLO		
Peso específico	1.34 gr/cm³			0.85 gr/cm³			0.84 gr/cm³		
% Arsonción (m/100g)	32.5			27.5			47.5		
Porcentaje	3%	5%	7%	3%	5%	7%	3%	5%	7%
% Humedad	0.3			0.5			0.5		
contenido de pigmento (kg)	13.197	21.996	30.794	13.197	21.996	30.794	13.197	21.996	30.794
corrección por humedad m³	13.237 kg	22.062 kg	30.886 kg	13.283 kg	22.106 kg	30.948 kg	13.263 kg	22.106 kg	30.948 kg
corrección de Agua m³	4.302 lt	7.170 lt	10.038 lt	3.647 lt	6.079 lt	8.511 lt	6.300 lt	10.560 lt	14.709 lt



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

ANEXO 3: Propiedades mecánicas del concreto



N° 1: Tesista Juscamayta Rimachi, Miguel.



N° 2: Tesista Alberco Saavedra, Daniela.



N° 3: Encofrado y desencofrado del concreto patrón y pigmentado.



N° 4: Curado de probetas en condiciones normales.



N° 5: Curado de probetas expuestas a sulfatos de magnesio.



N° 6: Secado de probetas para los ensayos a compresión y tracción.



N° 7: Ensayo a compresión del concreto pigmentado rojo al 3%, 5% y 7%.



N° 8: Ensayo a compresión del concreto pigmentado amarillo al 3%, 5% y 7%.



N° 9: Ensayo a compresión del concreto pigmentado verde al 3%, 5% y 7%.



N° 10: Trazo de recta lineal en el centro de la longitud de la probeta para ensayo a tracción.



N° 11: Ensayo a tracción por compresión diametral de concreto patrón, rojo amarillo y verde en porción de 3% y 5%.



N° 12: Fotografía de tesis en el laboratorio **WRC INGENIERÍA GEOTECNIA S.A.C.**

ANEXO 4: Certificados de validación.

 <p>PERUTEST S.A.C. EQUIPOS E INSTRUMENTOS</p>		<p>PERUTEST S.A.C. CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 20602182721</p>	
<p>Area de Metrología Laboratorio de Fuerza</p>		<p>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 011 - 2020</p>	
Página 1 de 2			
1. Expediente	177-2020	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.	
3. Dirección	COO. LOS JAZMINES DE NARANJALMZA - H1 LOTE 3 - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducción parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Capacidad	2000 kN	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
Marca	A&A INSTRUMENTS		
Modelo	STYE-2000		
Número de Serie	150715		
Procedencia	CHINA		
Identificación	NO INDICA		
Indicación	DIGITAL		
Marca	MC		
Modelo	LM-02		
Número de Serie	150715		
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)		
Ubicación	NO INDICA		
5. Fecha de Calibración	2020-02-05		
Fecha de Emisión	2020-02-05	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
		 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	
<p>Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe</p>			

N° 1: Certificado de la prensa de concreto. (1)

CERTIFICADO DE CALIBRACION
PT - LF - 011 - 2020

Area de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 2

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CBO. LOS JAZMINES DE NARANJAL MZA. H1 LOTE. 3A SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	56% HR	56% HR



9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PE-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE-002-20
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

N° 2: Certificado de la prensa de concreto. (2)



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACION, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACION PT - LF - 011 - 2020

Area de Metrología
 Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso) Patron de Referencia				
	F_0 (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100	99.9	99.9	99.5	99.8
20	200	200.6	200.8	200.7	200.7
30	300	300.8	301.3	301.2	301.1
40	400	401.2	401.3	401.2	401.3
50	500	501.6	501.7	501.5	501.6
60	600	601.5	601.6	601.4	601.6
70	700	701.6	701.7	701.7	701.6
80	800	801.9	802.1	802.2	802.1
90	900	901.1	900.9	900.9	901.0
100	1000	1001.0	1001.5	1001.4	1001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa d (%)	
100	0.22	0.45	0.05	0.10	0.61
200	-0.36	0.10	-0.02	0.05	0.58
300	-0.36	0.17	0.03	0.03	0.58
400	-0.30	0.02	0.04	0.03	0.58
500	-0.31	0.03	0.03	0.02	0.57
600	-0.26	0.03	-0.02	0.02	0.58
700	-0.23	0.01	0.01	0.01	0.57
800	-0.26	0.04	-0.02	0.01	0.58
900	-0.12	0.02	-0.02	0.01	0.57
1000	-0.13	0.05	0.04	0.02	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (e₀) 0.00 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

N° 3: Certificado de la prensa de concreto. (3)



Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-0058-2020

Página 1 de 3

Expediente 20-0036
Solicitante WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
Dirección Mz. H1 Lote. 3 Coo. Los Jazmines de Naranjal San Martín de Porres - Lima - Lima.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA
Marca OHAUS
Modelo PA313
Número de Serie 8332090565
Procedencia CHINA
Tipo ELECTRONICA
Identificación NO INDICA
Capacidad Máxima 310 g
División de escala (d) 0.001 g
Div. de Verificación (e) 0.001 g
Capacidad Mínima 0.1 g
Clase de Exactitud I

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Ubic. Del Instrumento LABORATORIO

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Fecha de Calibración 2020-02-01

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Edición tercera.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados en el INACAL - Laboratorio Acreditado, con certificados de calibración: LM-528-2019

Sello

Fecha de Emisión

Jefe del laboratorio de calibración
Santiago Llantop R.



2020-02-04



N° 4: Certificado de calibración de la balanza de 310 gr. (1)

Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

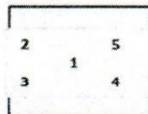
Temperatura	Inicial	27.6 °C	Final	27.5 °C
Humedad Rel.	Inicial	52 %	Final	52 %

Medición Nº	Carga L1 = 150 g			Carga L2 = 300 g		
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)
1	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
2	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
3	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
4	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
5	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
6	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
7	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
8	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
9	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005
10	150.000	0.0	0.0005	300.000	0.0	0.0005

Carga (g)	E _{max} - E _{min} (g)	e.m.p. (g)
150	0.0	0.002
300	0.0	0.003



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las Cargas

Temperatura	Inicial	27.5 °C	Final	27.6 °C
Humedad Rel.	Inicial	52 %	Final	52 %

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c					e.m.p. ± (g)
	Carga Mínima*	l (g)	Δl (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)	E _c (g)	
1		0.010	0.0	0.0005		100.000	0.0	0.0005	0.0000	0.002
2		0.010	0.0	0.0005		100.000	0.0	0.0005	0.0000	0.002
3	0.01	0.010	0.0	0.0005	100	100.001	0.0	0.0015	0.0010	0.002
4	g	0.010	0.0	0.0005	g	99.999	0.0	-0.0005	-0.0010	0.002
5		0.010	0.0	0.0005		100.000	0.0	0.0005	0.0000	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta l - l$$

$$E_c = E - E_0$$

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	27.6 °C
Humedad Rel.	Inicial	52 %

Final	27.7 °C
Final	52 %

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. ± (g)	
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)		
Eo	0.01	0.010	0.0	0.0005	0.0000	0.100	0.0	0.0005	0.0000	0.001
0.1	0.100	0.0	0.0005	0.0000	1.000	0.0	0.0005	0.0000	0.001	
1	1.000	0.0	0.0005	0.0000	10.000	0.0	0.0005	0.0000	0.001	
10	10.000	0.0	0.0005	0.0000	50.000	0.0	0.0005	0.0000	0.001	
50	50.000	0.0	0.0005	0.0000	100.000	0.0	0.0005	0.0000	0.002	
100	100.000	0.0	0.0005	0.0000	150.001	0.0	0.0015	0.0010	0.002	
150	150.000	0.0	0.0005	0.0000	200.001	0.0	0.0015	0.0010	0.002	
200	200.001	0.0	0.0015	0.0010	250.001	0.0	0.0015	0.0010	0.003	
250	250.001	0.0	0.0015	0.0010	310.001	0.0	0.0015	0.0010	0.003	
310	310.001	0.0	0.0015	0.0010						

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0.0002^2 + 0.000000056627930 R^2}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.0000223060 R$

Nota:

L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.
ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado
E_o: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicación "CALIBRADA". La clase de la balanza y la capacidad mínima fueron determinadas según NMP-003-2009. De la evaluación de los resultados se puede concluir que el equipo se encuentra APTO PARA SU USO.



Fin del documento



Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-0060-2020

Página 1 de 3

Expediente 20-0036
Solicitante WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
Dirección Mz. H1 Lote. 3 Co. Los Jazmines de Naranjal San Martín de Porres - Lima - Lima.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA
Marca OHAUS
Modelo EC30
Número de Serie 8030020197
Procedencia CHINA
Tipo ELECTRONICA
Identificación NO INDICA
Capacidad Máxima 30000 g
División de escala (d) 1 g
Div. de Verificación (e) 1 g
Capacidad Mínima 50 g
Clase de Exactitud II

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Ubic. Del Instrumento LABORATORIO

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Fecha de Calibración 2020-02-01

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I.I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Edición tercera.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados en el INACAL - Laboratorio Acreditado, con certificados de calibración: LM-528-2019; M-0925-2019; M-0926-2019; M-0188-2019; M-0189-2019; M-0727-2019.

Sello

Fecha de Emisión

Jefe del laboratorio de calibración
Santiago Llantop R.



2020-02-04



Mz. D Lt. 08 A.H. Moisés Wolf, Ventanilla, Callao, Perú Telf: (01)532-6587 / #966 955 274

N° 7: Certificado de calibración de la balanza de 30000 gr. (1)

Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERD	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

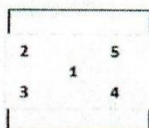
Temperatura	Inicial	28.8 °C	Final	28.9 °C
Humedad Rel.	Inicial	51 %	Final	51 %

Medición Nº	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
2	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
3	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
4	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
5	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
6	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
7	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
8	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
9	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1
10	15000	0.4	0.1	30000	0.6	-0.1

Carga (g)	Emax - Emin (g)	e.m.p. (g)
15000	0.0	2
30000	0.0	3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las Cargas

Temperatura	Inicial	28.9 °C	Final	29.1 °C
Humedad Rel.	Inicial	51 %	Final	51 %

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1		10	0.5	0.0		10000	0.6	-0.1	-0.1	2
2		10	0.5	0.0		10000	0.4	0.1	0.1	2
3	10	10	0.5	0.0	10000	10000	0.3	0.2	0.2	2
4	g	10	0.5	0.0	g	10000	0.8	-0.3	-0.3	2
5		10	0.5	0.0		10000	0.6	-0.1	-0.1	2

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_0$$

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	29.1 °C
Humedad Rel.	Inicial	51 %

Final	29.3 °C
Final	51 %

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
E ₀ 10	10	0.5	0.0						
50	50	0.6	-0.1	-0.1	50	0.5	0.0	0.0	1
500	500	0.5	0.0	0.0	500	0.5	0.0	0.0	1
1000	1000	0.8	-0.3	-0.3	1000	0.6	-0.1	-0.1	1
5000	5000	0.8	-0.3	-0.3	5000	0.4	0.1	0.1	1
10000	10000	0.8	-0.3	-0.3	10000	0.5	0.0	0.0	2
15000	15000	0.6	-0.1	-0.1	15000	0.4	0.1	0.1	2
20000	20000	0.4	0.1	0.1	20001	0.6	0.9	0.9	2
25000	25000	0.4	0.1	0.1	25001	0.9	0.6	0.6	3
30000	30000	0.6	-0.1	-0.1	30000	0.6	-0.1	-0.1	3

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_0$$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0.2343^2 + 0.000000057756600 R^2}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.0000233701 R$

Nota:

L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.
ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado
E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicación "CALIBRACIÓN".
La clase de la balanza y la capacidad mínima fueron determinadas según NMP-003-2009.
De la evaluación de los resultados se puede concluir que el equipo se encuentra APTO PARA SU USO.



Fin del documento



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

INFORME DE ENSAYO A COMPRESION (ASTM C393/39M-17 - MTC E 704)
*Análisis de influencia de los sitios pigmentados (negativos) en las propiedades mecánicas del concreto (f = 280 kg/cm² Lm = 2021).

TITULO: ALBERCO SAABERIA, DANIELA LIZ
TESISTAS: JUSCAYANTARIBICHI, WISSEL.

Muestra	Nº de ensayo	Slump	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Área del cilindro (cm ²)	Altura	Diámetro	Tipo de falla	Lectura del Dial (Rd)	Lectura del Dial (Rd)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Observación
PATRÓN	1	3.6"	17/09/2020	11/10/2020	14	10.01	20	TIPO 5	233.68	233.68	233.68	300.35		NINGUNA
	2	3.6"	20/09/2020	4/10/2020	14	10.01	20	TIPO 5	226.73	230.18	230.18	253.07	296.56	NINGUNA
	3	3.6"	20/09/2020	4/10/2020	14	10.02	20	TIPO 5	226.83	230.28	230.28	253.07		NINGUNA
3% ROJO	4	4"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	233.52	233.12	233.12	300.20		NINGUNA
	5	4"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	226.73	230.18	230.18	253.07	296.54	NINGUNA
	6	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	230.61	235.15	235.15	299.42		NINGUNA
5% ROJO	7	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	224.51	228.83	228.83	291.50		NINGUNA
	8	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10.01	20	TIPO 5	226.21	230.70	230.70	295.12		NINGUNA
	9	3.2"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	232.51	237.09	237.09	301.89	295.55	NINGUNA
7% ROJO	10	3.2"	20/09/2020	4/10/2020	14	10.02	20	TIPO 3	221.28	225.94	225.94	286.02		NINGUNA
	11	3.2"	20/09/2020	4/10/2020	14	5	20	TIPO 5	232.55	237.13	237.13	301.54		NINGUNA
	12	3.2"	20/09/2020	4/10/2020	14	5	20	TIPO 5	226.28	230.72	230.72	293.77		NINGUNA
3% AMARILLO	13	3.2"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	226.23	229.67	229.67	292.43		NINGUNA
	14	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10.02	20	TIPO 5	226.23	230.69	230.69	291.40	293.68	NINGUNA
	15	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	224.59	229.01	229.01	291.60		NINGUNA
5% AMARILLO	16	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	226.81	233.32	233.32	297.08		NINGUNA
	17	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10.02	20	TIPO 5	226.73	234.26	234.26	295.31		NINGUNA
	18	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	232.32	236.90	236.90	301.54		NINGUNA
7% VERDE	19	4"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	237.14	241.61	241.61	307.30	296.01	NINGUNA
	20	4"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	231.22	235.77	235.77	297.82		NINGUNA
	21	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	223.34	227.74	227.74	298.32		NINGUNA
5% VERDE	22	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	221.24	225.60	225.60	283.34		NINGUNA
	23	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	227.59	232.07	232.07	295.50		NINGUNA
	24	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	218.49	222.79	222.79	288.58		NINGUNA
7% VERDE	25	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 4	215.48	220.74	220.74	281.07	284.43	NINGUNA
	26	3"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	234.75	239.57	239.57	304.90		NINGUNA
	27	3"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	236.51	241.17	241.17	307.08		NINGUNA
5% VERDE	28	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	241.52	246.28	246.28	313.59		NINGUNA
	29	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	214.33	218.55	218.55	278.28	292.41	NINGUNA
	30	3"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	226.41	230.67	230.67	284.88		NINGUNA
3% VERDE	31	3"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	223.22	227.62	227.62	289.92		NINGUNA
	32	3"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 3	238.69	243.99	243.99	309.91	295.08	NINGUNA
	33	4.5"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	226.95	231.42	231.42	284.67		NINGUNA
5% VERDE	34	4.5"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	225.28	229.72	229.72	292.50		NINGUNA
	35	4.5"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	220.24	224.63	224.63	280.41		NINGUNA
	36	4.5"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 3	228.44	233.61	233.61	297.90		NINGUNA
7% VERDE	37	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	236.19	240.84	240.84	306.66		NINGUNA
	38	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	222.08	227.43	227.43	289.64		NINGUNA
	39	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 4	234.76	239.93	239.93	304.81	293.91	NINGUNA
5% VERDE	40	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 4	217.37	221.65	221.65	282.23		NINGUNA
	41	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	220.45	224.77	224.77	286.20		NINGUNA
	42	4"	20/09/2020	4/10/2020	14	10	20	TIPO 5	236.55	240.17	240.17	307.03		NINGUNA
7% VERDE	43	4"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	221.23	225.59	225.59	286.10	291.68	NINGUNA
	44	4"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	217.13	221.41	221.41	281.92		NINGUNA
	45	4"	17/09/2020	11/10/2020	14	10	20	TIPO 5	217.13	221.41	221.41	281.92		NINGUNA

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTELLO
ING. CIVIL - CIP 63423



LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

Nº 10: Resultados de los ensayos a compresión a los 14 días.



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

TITULO: "Análisis de influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto (P= 28) kg/cm² Lima 2020".
TESTISTAS: ALBERICO SAAVEDRA, DANIELA LIZ JUSCAIMAYTA RINACHI, MIGUEL

Muestra	Nombre de testigo	Stamp	Fecha de vaciado	Fecha de ruptura	Edad (días)	Área del cilindro (cm ²)		Tipo de falla	Lectura del Dial (kN)	Lectura del Dial (kg)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Observación
						Diámetro	Altura		f)	f)			
PATRON	1	3.6"	17/06/2020	15/10/2020	28	10.01	20	TIPO 5	282.03	28759.08	354.72	365.24	NINGUNA
	2	3.6"	20/06/2020	18/10/2020	28	10.01	20	TIPO 5	285.13	28871.25	356.14		NINGUNA
	3	3.6"	20/06/2020	18/10/2020	28	10.02	20	TIPO 3	284.73	29034.40	366.75		NINGUNA
	4	4"	17/06/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 2	279.84	28655.76	353.34		NINGUNA
3% ROJO	5	4"	17/06/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 2	279.62	28613.33	353.05	363.73	NINGUNA
	6	4"	20/06/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 5	288.02	28862.21	361.00		NINGUNA
	7	4"	20/06/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 5	279.97	28649.02	353.51		NINGUNA
	8	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 3	283.23	28661.44	357.74		NINGUNA
5% ROJO	9	3.2"	20/09/2020	18/10/2020	28	10.01	20	TIPO 5	279.49	28500.07	351.44	362.97	NINGUNA
	10	3.2"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 3	279.18	28469.46	352.48		NINGUNA
	11	3.2"	20/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	TIPO 5	176.87	18035.73	227.82		NINGUNA
	12	3.2"	20/09/2020	18/10/2020	28	5	20	TIPO 5	278.77	28428.65	351.95		NINGUNA
7% ROJO	13	3.2"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 5	281.89	28744.80	356.00	361.23	NINGUNA
	14	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 5	280.45	28597.95	354.13		NINGUNA
	15	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10.02	20	TIPO 5	279.46	28500.07	350.00		NINGUNA
	16	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 2	278.24	28372.61	351.26		NINGUNA
3% AMARILLO	17	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 3	279.21	28271.52	352.52	363.54	NINGUNA
	18	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10.02	20	TIPO 3	278.12	28360.37	356.23		NINGUNA
	19	4"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 2	281.64	28739.70	354.94		NINGUNA
	20	4"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 2	280.62	28515.30	354.35		NINGUNA
5% AMARILLO	21	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	TIPO 5	280.04	28556.15	360.71	363.30	NINGUNA
	22	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10.01	20	TIPO 5	281.97	28752.95	354.64		NINGUNA
	23	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10.03	20	TIPO 3	282.23	28779.47	352.03		NINGUNA
	24	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 5	280.91	28844.87	354.73		NINGUNA
7% AMARILLO	25	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10.01	20	TIPO 5	279.68	28577.80	351.92	363.02	NINGUNA
	26	3"	23/09/2020	21/10/2020	28	10.02	20	TIPO 5	281.75	28750.53	352.91		NINGUNA
	27	3"	23/09/2020	21/10/2020	28	10	20	TIPO 5	282.74	28851.48	357.10		NINGUNA
	28	3"	23/09/2020	21/10/2020	28	10.02	20	TIPO 3	279.37	28487.83	359.84		NINGUNA
3% VERDE	29	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 3	278.95	28435.85	352.07	363.02	NINGUNA
	30	3"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 2	279.97	28539.82	353.33		NINGUNA
	31	3"	23/09/2020	21/10/2020	28	10	20	TIPO 5	279.89	28438.89	352.11		NINGUNA
	32	3"	23/09/2020	21/10/2020	28	10	20	TIPO 5	279.89	28438.89	352.11		NINGUNA
5% VERDE	33	3"	23/09/2020	21/10/2020	28	10	20	TIPO 5	280.45	28507.96	353.40	361.63	NINGUNA
	34	4.5"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 5	279.12	28462.94	352.40		NINGUNA
	35	4.5"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 3	278.87	28432.50	356.48		NINGUNA
	36	4.5"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 3	279.96	28456.00	353.50		NINGUNA
7% VERDE	37	4.5"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 2	278.15	28353.43	351.15	355.72	NINGUNA
	38	4.5"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 3	271.99	27476.19	341.72		NINGUNA
	39	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10.01	20	TIPO 2	277.24	28270.63	356.53		NINGUNA
	40	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 2	278.74	28429.59	351.91		NINGUNA
5% VERDE	41	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10.03	20	TIPO 5	278.27	28376.68	357.00	359.47	NINGUNA
	42	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10	20	TIPO 5	278.67	28372.61	350.96		NINGUNA
	43	4"	20/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	TIPO 5	279.89	28540.86	360.51		NINGUNA
	44	4"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 3	278.89	28214.55	350.66		NINGUNA
7% VERDE	45	4"	17/09/2020	15/10/2020	28	10.01	20	TIPO 5	275.98	28142.15	348.94	360.81	NINGUNA
	46	4"	17/09/2020	15/10/2020	28	10	20	TIPO 5	277.89	28336.82	350.81		NINGUNA

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL (IP 69428)



LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

N° 11: Resultados de los ensayos a compresión a los 28 días.



TITULO: "Análisis de influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm² Lima 2020."
 TESIS: ALBERCO SNAVEDRA, DANIELA LIZ
 JUSCAMAYTA RIMACHI, MIGUEL

Muestra	Nombre de testigo	Slump	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Área del cilindro (cm ²)	Altura	Diametro	Tipos de falla	lectura del Dial (KN)	lectura del Dial (kg f)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Observación
PATRON	1	3.6"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 5	278.45	28190.08	358.94	360.35	NINGUNA	
	2	3.6"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 5	278.24	28172.81	357.26	360.35	NINGUNA	
	3	3.6"	15/09/2020	10/11/2020	56	10.02	20	TIPO 3	278.84	28220.85	355.59	360.35	NINGUNA	
	4	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 2	280.84	28637.73	364.64	360.35	NINGUNA	
3% ROJO	5	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 2	279.52	28513.33	353.05	363.21	NINGUNA	
	6	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 5	278.04	28352.21	351.00	363.21	NINGUNA	
	7	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 5	278.97	28447.05	362.21	363.21	NINGUNA	
	8	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 5	281.23	28677.50	365.14	363.21	NINGUNA	
5% ROJO	9	3.2"	15/09/2020	10/11/2020	56	10.01	20	TIPO 5	281.49	28704.01	364.02	363.51	NINGUNA	
	10	3.2"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 3	283.18	28875.35	367.68	363.51	NINGUNA	
	11	3.2"	15/09/2020	10/11/2020	56	10.02	20	TIPO 5	278.67	28532.80	356.62	363.51	NINGUNA	
	12	3.2"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 5	278.77	28523.62	353.25	363.51	NINGUNA	
3% AMARILLO	13	3.2"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 5	291.86	29744.80	368.00	364.57	NINGUNA	
	14	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 2	281.84	28743.70	356.94	364.57	NINGUNA	
	15	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10	20	TIPO 2	280.62	28615.30	354.35	364.57	NINGUNA	
	16	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10.02	20	TIPO 5	283.04	28882.07	364.57	364.57	NINGUNA	
5% AMARILLO	17	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10.01	20	TIPO 5	279.97	28543.02	362.05	365.40	NINGUNA	
	18	4"	15/09/2020	10/11/2020	56	10.03	20	TIPO 3	285.23	29085.36	368.93	365.40	NINGUNA	
	19	3"	15/09/2020	11/11/2020	56	10	20	TIPO 5	278.53	28442.87	362.16	365.40	NINGUNA	
	20	3"	15/09/2020	11/11/2020	56	10.01	20	TIPO 5	278.86	28537.80	361.69	365.40	NINGUNA	
3% VERDE	21	3"	15/09/2020	11/11/2020	56	10.02	20	TIPO 5	284.36	29094.66	366.26	362.86	NINGUNA	
	22	3"	15/09/2020	11/11/2020	56	10	20	TIPO 5	281.71	28728.45	365.77	362.86	NINGUNA	
	23	3"	15/09/2020	11/11/2020	56	10.02	20	TIPO 3	280.11	28569.41	360.87	362.86	NINGUNA	
	24	4.5"	15/09/2020	11/11/2020	56	10	20	TIPO 5	276.32	28176.80	358.77	362.86	NINGUNA	
5% VERDE	25	4.5"	15/09/2020	11/11/2020	56	10.01	20	TIPO 3	281.12	28592.28	363.55	362.86	NINGUNA	
	26	4.5"	15/09/2020	11/11/2020	56	10	20	TIPO 3	281.46	28624.43	363.95	362.86	NINGUNA	
	27	4.5"	15/09/2020	11/11/2020	56	10	20	TIPO 2	280.15	28553.14	361.15	362.86	NINGUNA	
	28	4.5"	15/09/2020	11/11/2020	56	10	20	TIPO 2	280.14	28553.14	361.15	362.86	NINGUNA	
5% VERDE	29	4"	15/09/2020	11/11/2020	56	10.01	20	TIPO 2	280.23	28573.53	362.33	361.08	NINGUNA	
	30	4"	15/09/2020	11/11/2020	56	10	20	TIPO 5	278.12	28489.94	361.40	361.08	NINGUNA	
	31	4"	15/09/2020	11/11/2020	56	10.03	20	TIPO 5	281.67	28722.57	361.37	361.08	NINGUNA	
	32	4"	15/09/2020	11/11/2020	56	10	20	TIPO 3	278.67	28584.43	361.58	361.08	NINGUNA	
33	4"	15/09/2020	11/11/2020	56	10.02	20	TIPO 5	275.54	28076.89	354.95	361.08	NINGUNA		

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
 JORGE ZAPATA CASTILLO
 ING. CIVIL - CIP 84428



N° 12: Resultados de los ensayos a compresión a los 56 días.



INFORME DE ENSAYO A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (ASTM C496-96 MTP 319.004)
TÍTULO: "Análisis de influencia de los aditivos pigmentados incorporados en las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm² Lima 2020."
TESISTAS: JUSCAMAYTA RIMACHA, MIGUEL

Muestra	N° de Vertigo	Stamp	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Área (cm²)		Lectura del OJO (KN)	Lectura del OJO (kgf)	Resistencia Comprimida (kg/cm²)	Resistencia promedio (kg/cm²)	Relación (pt/c)	Observación
						DIÁMETRO	LONGITUD						
PATRÓN	1	3.0"	17/05/2020	01/10/2020	14	10.01	20.02	50.44	502.60	26.11			NINGUNA
	2	3.0"	17/05/2020	01/10/2020	14	10.02	20.01	73.93	738.17	26.90	27.38	9.23	NINGUNA
	3	3.0"	20/05/2020	04/10/2020	14	10.01	20.01	98.72	1066.65	32.24			NINGUNA
5% ROJO	4	4"	17/05/2020	01/10/2020	14	16.03	20.01	69.7	670.89189	31.06	26.41	9.95	NINGUNA
	5	4"	17/05/2020	01/10/2020	14	16.34	20.01	65.52	3720.619734	27.76			NINGUNA
	6	4"	17/05/2020	01/10/2020	14	16.02	20.01	90.82	825.619444	29.41			NINGUNA
5% ROJO	7	3.0"	20/05/2020	04/10/2020	14	10.01	20.01	104.87	1107.69898	35.34	34.51	11.68	NINGUNA
	8	3.0"	20/05/2020	04/10/2020	14	10.03	20.01	109.81	1127.70955	35.08			NINGUNA
	9	3.0"	20/05/2020	04/10/2020	14	10.02	20.01	100.15	1032.46576	32.51			NINGUNA
3%	10	4"	17/05/2020	01/10/2020	14	16.03	20.01	99.7	1056.57849	32.26	32.2	10.86	NINGUNA
	11	4"	17/05/2020	01/10/2020	14	16.02	20.01	96.2	1071.62994	31.67			NINGUNA
	12	4"	17/05/2020	01/10/2020	14	16.04	20.01	69.72	856.91825	28.47			NINGUNA
5% AMARILLO	13	3"	17/05/2020	01/10/2020	14	10.02	20.01	87.7	842.91825	28.47	28.87	9.80	NINGUNA
	14	3"	17/05/2020	01/10/2020	14	10.04	20.01	69.2	466.0794	28.95			NINGUNA
	15	3"	17/05/2020	01/10/2020	14	10.02	20.01	69.9	917.2553	29.18			NINGUNA
7% AMARILLO	16	3"	17/05/2020	01/10/2020	14	10.02	20.01	83.7	658.07329	27.17	27.00	9.25	NINGUNA
	17	3"	17/05/2020	01/10/2020	14	10.02	20.01	82.2	690.07374	26.68			NINGUNA
	18	3"	17/05/2020	01/10/2020	14	10.04	20.01	83.9	659.42953	27.23			NINGUNA
5% VERDE	19	4.5"	23/05/2020	07/10/2020	14	19.02	26.01	69.71	947.87297	26.12	30.33	10.28	NINGUNA
	20	4.5"	23/05/2020	07/10/2020	14	19.01	26.01	57.89	965.110233	31.88			NINGUNA
	21	4.5"	23/05/2020	07/10/2020	14	19.05	26.01	53.04	847.44998	30.2			NINGUNA
5% VERDE	22	4"	23/05/2020	07/10/2020	14	16.04	20.01	66.71	961.68107	31.39	28.99	10.21	NINGUNA
	23	4"	23/05/2020	07/10/2020	14	16.01	20.01	66.05	820.77055	26.84			NINGUNA
	24	4"	23/05/2020	07/10/2020	14	16.02	20.01	61.34	814.66078	26.65			NINGUNA

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CIP 6642B





INFORME DE ENSAYO A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL (ASTM C496-96 NTP 339.044)

TITULO: "Análisis de influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm² Lima 2020."
TESISTAS: ALBERCA SAAVEDRA, DANIELA LIZ
JUSCAMAYTA RIMACHI, MIGUEL

Muestra	N° de testig	Slump	Fecha de vertido	Fecha de ruptura	Edad (días)	DIAMETRO	LONGITUD	Area (cm²)	Leitura del Dial (KN)	Leitura del Dial (kg)	Resistencia Obtenida	Resistencia Promedio (kg/cm²)	Relación (MPa)	Observación
PATRON	1	3.6"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.01	20.02	11750.20	118.23	11750.20	37.40	37.63	10.32	NINGUNA
	2	3.6"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	12658.15	118.25	12658.15	38.35	37.70		NINGUNA
	3	3.6"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.01	20	11942.99	116.14	11942.99	37.70	33.25		NINGUNA
3% ROJO	4	4"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.03	20	10247.00	102.45	10247.00	33.25	33.36	9.17	NINGUNA
	5	4"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.04	20	10353.19	101.53	10353.19	32.96	33.86		NINGUNA
	6	4"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	10638.67	104.31	10638.67	33.86	35.85		NINGUNA
5% ROJO	7	3.2"	20/09/2020	19/10/2020	28	10.01	20	11262.77	110.45	11262.77	35.85	36.77	10.13	NINGUNA
	8	3.2"	20/09/2020	19/10/2020	28	10.03	20	11477.53	112.56	11477.53	36.54	37.93		NINGUNA
	9	3.2"	20/09/2020	19/10/2020	28	10.02	20	11914.97	118.84	11914.97	37.93	33.25		NINGUNA
3% AMARILLO	10	4"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	10447.00	102.45	10447.00	33.25	33.44	8.61	NINGUNA
	11	4"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.03	20	10431.70	102.30	10431.70	33.21	33.86		NINGUNA
	12	4"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.04	20	10637.69	104.32	10637.69	33.86	30.51		NINGUNA
5% AMARILLO	13	3"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20.01	9661.30	93.96	9661.30	30.51	32.13	8.61	NINGUNA
	14	3"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.04	20	10468.43	102.67	10468.43	33.33	32.97	9.08	NINGUNA
	15	3"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	10228.80	100.32	10228.80	32.56	32.86		NINGUNA
7% AMARILLO	16	3"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	10615.32	103.12	10615.32	33.47	33.03		NINGUNA
	17	3"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.04	20	10176.54	101.76	10176.54	33.03	32.42		NINGUNA
	18	3"	17/09/2020	18/10/2020	28	10.02	20	9689.89	96.89	9689.89	32.86	32.42		NINGUNA
3% VERDE	19	4.5"	23/09/2020	21/10/2020	28	10.02	20.01	10321.61	101.24	10321.61	32.86	32.42	9.00	NINGUNA
	20	4.5"	23/09/2020	21/10/2020	28	10.01	20	10185.95	99.89	10185.95	32.42	32.38		NINGUNA
	21	4.5"	23/09/2020	21/10/2020	28	10.05	20	9676.76	96.76	9676.76	32.38	31.12		NINGUNA
5% VERDE	22	4"	23/09/2020	21/10/2020	28	10.04	20	9689.89	96.89	9689.89	32.38	31.12	8.84	NINGUNA
	23	4"	23/09/2020	21/10/2020	28	10.01	20	10152.30	99.56	10152.30	32.32	33.39		NINGUNA
	24	4"	23/09/2020	21/10/2020	28	10.02	20	10175.76	98.79	10175.76	33.39			NINGUNA

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 88928



N° 14: Resultados de los ensayos a tracción por compresión diametral a 28 días.

HDSM_1518

BAYER

Hoja de Datos de Seguridad



OXIDO DE HIERRO ROJO (OCRE)

Versión 1

Fecha de Revision: 12-09-2013

1.- IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA														
Nombre:	OXIDO DE HIERRO ROJO (OCRE)													
Datos de la empresa:	BAYER													
Dirección:	Calle las 15046, Calle Las Begonias 475, Cercado de Lima													
Teléfono:	961 865 960													
Teléfono:	954 68 99 90													
Fax:	954 69 28 05													
2.- IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS														
 SALUD : 1 INFLAMABILIDAD: 0 REACTIVIDAD: 0														
Indicación de protección de ojos: sí Indicación de protección de piel: sí Indicación de protección respiratoria: sí Peligro para la salud: leve Peligro al contacto: leve Riesgo de incendio: ninguno Peligro de reactividad: ninguno														
3. – COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES														
<table border="1"><thead><tr><th>Denominación</th><th>Núm. EC</th><th>Nº CAS</th><th>Contenido</th><th>Clasificación</th></tr></thead><tbody><tr><td>Oxido de Hierro Rojo</td><td>215-168-2</td><td>1309-37-1</td><td>45-50%</td><td>-</td></tr></tbody></table>	Denominación	Núm. EC	Nº CAS	Contenido	Clasificación	Oxido de Hierro Rojo	215-168-2	1309-37-1	45-50%	-				
Denominación	Núm. EC	Nº CAS	Contenido	Clasificación										
Oxido de Hierro Rojo	215-168-2	1309-37-1	45-50%	-										
Comentario sobre la composición: El contenido total de óxidos de Hierro es >97%														

Nº 15: Ficha técnica del pigmento inorgánico rojo.



Ocre Baycolor amarillo 1 kg
Lanxess 94837



FICHA TÉCNICA

Observaciones Medidas del empaque.	Características Alto poder colorante para cemento, cal, yeso, etc. Tonalidades distintas en cemento blanco y gris. Compuesto de óxido de hierro sintético. Recomendado para uso en interiores y exteriores. Para colorear paredes, pisos y fachadas.
Garantía 1 Año	Profundidad Del Producto 6 cm
Altura Del Producto 26 cm	Recomendaciones De Uso Para un buen desempeño del producto siga las instrucciones indicadas en el producto. almacenar en un lugar seco, ventilado y alejado del sol.
Modelo Baycolor 1 kg	Tipo de Producto Ocre
Ancho Del Producto 13 cm	Material Polvo
Color Amarillo	Número de piezas 1
Marca Lanxess	Rendimiento 50 kg/30 m2
Peso Del Producto 1 kg	Aplicación Espolvorear sobre la superficie húmeda, alisar con una llana, hacer movimientos leves en un mismo sentido. Previo deben mezclar el ocre con el cemento para llegar a la tonalidad deseada.
Advertencia de uso Mantener el producto fuera del alcance de los niños y animales. Usar las herramientas e implementos de seguridad adecuadas para su instalación.	Presentación Bolsa

N° 16: Ficha técnica del pigmento inorgánico amarillo.

Óxido de cromo (III) ROTI®METIC 99,9 % (3N)

número de artículo: 4498
Versión: 1.0 es

fecha de emisión: 24.08.2016

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador del producto

Identificación de la sustancia	Óxido de cromo (III)
Número de artículo	4498
Número de registro (REACH)	01-2119433951-39-xxxx
Número CE	215-160-9
Número CAS	1308-38-9

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: producto químico de laboratorio

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Carl Roth GmbH + Co KG
Schoemperlenstr. 3-5
D-76185 Karlsruhe
Alemania

Teléfono: +49 (0) 721 - 56 06 0

Fax: +49 (0) 721 - 56 06 149

e-mail: sicherheit@carloth.de

Sitio web: www.carloth.de

Persona competente responsable de la ficha de datos de seguridad : Department Health, Safety and Environment

e-mail (persona competente) : sicherheit@carloth.de

Nº 16: Ficha técnica del pigmento inorgánico verde.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO

TESIS:

"Análisis de influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Lima-2020"

I. DATOS GENERALES

1.1 ESPECIALIDAD: Ingenieros y técnicos especialistas del laboratorio WRC INGENIERÍA & GEOTECNIA S.A.C.

1.2 Título de investigación: "Análisis de influencia de los aditivos pigmentantes inorgánicos en las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Lima-2020"

1.3 Apellidos y nombres de los investigadores:

- ALBERCO SAAVEDRA, Daniela.
- JUSCAMAYTA RIMACHI, Miguel.

Nota: Para cada pregunta se considera la escala de 0 a 4 donde.

- 1.- Regular
- 2.- Bueno
- 3.- Aceptable
- 4.- Excelente

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	REGULAR 1	BUENO 2	ACEPTABLE 3	EXCELENTE 4
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.				X
2. Objetividad	Expresa el alcance de la investigación.			X	
3. Actualidad	Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.				X
4. Organización	Existe una organización lógica.			X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos de calidad.				X
6. Consistencia	Basados en aspectos técnicos científicos.				X

N° 17: Validación de instrumento de investigación juicio de expertos (1).



5. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				X
7. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.			X	
8. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.			X	

Opinión:

FAVORABLE



NO FAVORABLE



DEBE MEJORAR



III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

3.1 Apellidos y Nombres del especialista:

Jorge L. Zapata Castillo
Ing. Civil. CIP N°68428

3.2 Apellidos y Nombres del especialista:

Edgar F. Regalado Oblitas
Ing. Civil. CIP N°62719

3.3 Apellidos y Nombres del especialista:

Martin A. Correa Saldaña
Técnico de Mecánica de Suelos
Codigo N°0007001 - SENCICO

Lima 01 de octubre del 2020

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

EDGAR FERNANDO REGALADO OBLITAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 62719

Martin A. Correa Saldaña

Técnico de Mecánica de Suelos