

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

**“INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO”**

Área de investigación:
Construcción y materiales

Autor(es):
Br. Sánchez Vargas, Paolo Danilo
Br. Vivanco Guzmán, Renzo André

Jurado evaluador :

Presidente: Ing. Pérrigo Sarmiento, Félix Gilberto

Secretario: Ing. Vargas López, Segundo

Vocal: Ing. Geldres Sánchez, Carmen Lucía

Asesor:
Galicia Guarniz, William Conrad
Código Orcid: [0000-0003-4506-9290](https://orcid.org/0000-0003-4506-9290)

**TRUJILLO - PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 06/12/2021

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

**“INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO”**

Área de investigación:
Construcción y materiales

Autor(es):
Br. Sánchez Vargas, Paolo Danilo
Br. Vivanco Guzmán, Renzo André

Jurado evaluador :

Presidente: Ing. Pérrigo Sarmiento, Félix Gilberto

Secretario: Ing. Vargas López, Segundo

Vocal: Ing. Geldres Sánchez, Carmen Lucía

Asesor:
Galicia Guarniz, William Conrad
Código Orcid: [0000-0003-4506-9290](https://orcid.org/0000-0003-4506-9290)

**TRUJILLO - PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 06/12/2021

DEDICATORIA

A Dios por, por todas sus bendiciones, por darme fortaleza.

A mis amados padres Julissa Vargas Vigo y Danilo Sánchez Castillo, por su amor, paciencia y su apoyo incondicional, por inculcarme los valores que rigen tanto mi vida personal como profesional

A mi hermano, Danilo Sánchez Vargas, por motivarme a seguir adelante, por ser el brazo derecho de superación para lograr mis objetivos.

A mi abuelo, Ubaldo Vargas Amaya, quien me acompaña desde el cielo.

BR. SÁNCHEZ VARGAS, PAOLO DANILO

DEDICATORIA

A Dios por darme vida, salud y sabiduría a lo largo de mis estudios y mi carrera.

Dedico con todo mi corazón a mis padres, Ricardo y Tatiana, quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre han estado para apoyarme.

A mis maestros por el tiempo y esfuerzo que dedicaron a compartir su conocimiento.

BR. VIVANCO GUZMÁN, RENZO ANDRÉ

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por su bendición y habernos cuidado y dado salud en estos tiempos de dificultad.

Agradecer además a nuestras familias ya que son quienes nos motivan a lograr nuestras metas propuestas.

Queremos agradecer a nuestro asesor, el ing. Galicia Guarniz, William Conrad, por su apoyo y consejos que nos permitieron culminar esta tesis.

Y, por último, agradecer a la Universidad Privada Antenor Orrego, y a sus docentes, quienes nos formaron profesionalmente y nos brindaron los conocimientos para nuestra vida profesional.

RESUMEN

En el trabajo de investigación llamado “Influencia del aditivo plastificante Sika en las propiedades del concreto liviano a base de poliestireno expandido” tiene como objeto principal determinar la influencia del aditivo plastificante Sika en las propiedades del concreto liviano a base de poliestireno expandido.

Para esto se realizó la dosificación de 30 proporciones de mezcla para concreto liviano a base de poliestireno expandido, con y sin aditivo plastificante Sika, a edades de 7 y 28 días; y considerando 3 probetas por proporción, para estimar un resultado más exacto; consiguiendo un total de 180 probetas a ensayar. Los ensayos a realizar serán de compresión y slump.

El proceso para determinar la dosificación de los materiales fue mediante la norma ACI 523.3R, que nos presenta el proceso de obtención de las cantidades óptimas para concretos celulares por encima de 800 kg/m³, con densidades de hasta 1920 kg/m³. Así pues, como no se cuenta con una norma peruana para este tipo de concretos, se optó por esta norma. Siguiendo cada uno de los pasos se obtuvieron las proporciones deseadas, que en colaboración con el laboratorio de concreto GEOCYP S.R.L, se pudo determinar la resistencia a la compresión y el slump de las muestras estudiadas.

Se obtuvo como principal resultado, que la adición del aditivo plastificante Sika junto con la reducción de agua en el concreto a base de poliestireno expandido de densidad de 1600 kg/cm² permitió conseguir una resistencia 23% mayor a la resistencia del concreto sin aditivo ni reducción de agua.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, aditivo plastificante, densidad, slump

ABSTRACT

The main objective of the research work called "Influence of Sika plasticizer admixture on the properties of lightweight expanded polystyrene-based concrete" is to determine the influence of Sika plasticizer admixture on the properties of lightweight expanded polystyrene-based concrete.

For this, the dosage of 30 mixing proportions for lightweight concrete based on expanded polystyrene was carried out, with and without Sika plasticizer additive, at ages of 7 and 28 days; and considering 3 specimens per proportion, to estimate a more accurate result; achieving a total of 180 specimens to be tested. The tests to be carried out will be compression and slump.

The process to determine the dosage of the materials was by means of the ACI 523.3R standard, which presents the process of obtaining the optimal quantities for cellular concretes above 800 kg / m³, with densities of up to 1920 kg / m³. Thus, as there is no Peruvian standard for this type of concrete, this standard was chosen. Following each of the steps, the desired proportions were obtained, which in collaboration with the concrete laboratory GEOCYP S.R.L, the compressive strength and slump of the samples could be determined.

The main result was that the addition of the Sika plasticizer additive together with the reduction of water in the concrete based on expanded polystyrene with a density of 1600 kg / cm² allowed to achieve a resistance 23% greater than the resistance of concrete without additive or reduction. of water.

Keywords: Compressive strength, plasticizer additive, density, slump

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conformidad a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

“INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO”

El mismo que dejamos a su criterio para su dictamen, esperando reunir los requisitos para vuestra aprobación.

Atentamente,

Br. Sánchez Vargas, Paolo Danilo
Br. Vivanco Guzmán, Renzo André

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Problema de investigación	1
1.2.	Objetivos	1
1.3.	Justificación del estudio	2
II.	MARCO DE REFERENCIA	3
2.1.	Antecedentes del estudio	3
2.2.	Marco teórico	6
2.3.	Marco conceptual	7
2.4.	Sistema de hipótesis	7
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	10
3.1.	Tipo y nivel de la investigación.....	10
3.2.	Población y muestra de estudio	10
3.3.	Diseño de investigación	11
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación.....	12
3.5.	Procesamiento y análisis de datos:.....	12
3.5.1.	Cantera.....	12
3.5.2.	Laboratorio de concreto UPAO.....	12
3.5.3.	Ensayo agregados.....	13
3.5.4.	Poliestireno expandido modificado	23
3.5.5.	Cemento Portland.....	25
3.5.6.	Agua	25
3.5.7.	Dosificación de la mezcla	26
3.5.8.	Curado de probetas de concreto ligero a base de poliestireno expandido	32
3.5.9.	Ensayos concreto ligero a base de poliestireno expandido	33
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	36

4.1.	Análisis e interpretación de resultados.....	36
4.1.1.	Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión y slump 36	
4.1.2.	Variación de resistencia a la compresión	46
4.1.3.	Variación del slump	49
4.1.4.	Variación de la resistencia a la compresión para probetas con y sin aditivo plastificante SIKA	51
4.2.	Docimasia de hipótesis	52
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53

INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Concreto ligero a base de poliestireno expandido, densidad 1600 kg/cm ³	11
Tabla 2: Concreto ligero a base de poliestireno expandido, densidad 1700 kg/cm ³	11
Tabla 3: Concreto ligero a base de poliestireno expandido, densidad 1800 kg/cm ³	11
Tabla 4: Agregados y tamices	14
Tabla 5: Cantidad mínima de agregado NTP 400.018	16
Tabla 6: Masa mínima de la muestra de agregado NTP 339.185	20
Tabla 7: Capacidad del recipiente NTP 400.017	21
Tabla 8: Densidad del agua por temperatura	22
Tabla 9: Tabla comparativa de propiedades entre EPS y MEPS	24
Tabla 10: Valor máximo admisible de sustancias en el agua	26
Tabla 11: Proporciones de materiales dosificación 1	32
Tabla 12: Tolerancia permisible para ensayos a la compresión NTP 339.034	35
Tabla 13: Orden de proporciones para densidad de 1600 kg/cm ³	36
Tabla 14: Leyenda de cuadros de resultados.....	37
Tabla 15: Resultados de ensayos concreto con densidad de 1600 kg/cm ³	39
Tabla 16: Orden de proporciones para densidad de 1700 kg/cm ³	40
Tabla 17: Resultados de ensayos concreto con densidad de 1700 kg/cm ³	42
Tabla 18: Orden de proporciones para densidad de 1700 kg/cm ³	43
Tabla 19: Resultados de ensayos concreto con densidad de 1800 kg/cm ³	45
Tabla 20: Comparación de resistencias a la compresión para probetas con y sin aditivo plastificante con densidades de 1600 kg/cm ³	52
Tabla 21: Comparación de resistencias a la compresión para probetas con y sin aditivo plastificante con densidades de 1700 kg/cm ³	52
Tabla 22: Comparación de resistencias a la compresión para probetas con y sin aditivo plastificante con densidades de 1800 kg/cm ³	52

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Vista del molde NTP 339.035	34
Gráfico 2: Esquema de los patrones de fractura	36
Gráfico 3: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1600 kg/m ³	46
Gráfico 4: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1700 kg/m ³	46
Gráfico 5: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1800 kg/m ³	47
Gráfico 6: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la reducción de agua para densidades de 1600 kg/m ³	47
Gráfico 7: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la reducción de agua para densidades de 1700 kg/m ³	48
Gráfico 8: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la reducción de agua para densidades de 1800 kg/m ³	48
Gráfico 9: Variación del slump con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1600 kg/m ³	49
Gráfico 10: Variación del slump con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1700 kg/m ³	49
Gráfico 11: Variación del slump con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1800 kg/m ³	50
Gráfico 12: Variación del slump con respecto a la reducción de agua para densidades de 1600 kg/m ³	50
Gráfico 13: Variación del slump con respecto a la reducción de agua para densidades de 1700 kg/m ³	51
Gráfico 14: Variación del slump con respecto a la reducción de agua para densidades de 1800 kg/m ³	51

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

En nuestro país, la industria de la construcción ha pasado un incremento en los últimos años, incremento que ha ido de la mano con la investigación y aplicación de nuevas técnicas constructivas. El concreto ligero en nuestro país no es muy utilizado, siendo en otros países indispensable en la construcción de edificaciones debido a las ventajas que este genera a la estructura, siendo la principal la reducción del peso de la edificación, esto permite una reducción en el dimensionamiento de los elementos estructurales, así como un mejor comportamiento sísmico de la estructura.

En el mercado se puede encontrar una serie de aditivos (plastificantes, súper plastificantes, acelerantes, retardantes o multifuncionales) que mejoran las propiedades del concreto de distintas maneras; el aditivo plastificante tiene como característica principal la propiedad de reducir la relación a/c o mejorar la trabajabilidad del concreto, la disminución de la relación a/c es un factor de suma importancia cuando se busca obtener concretos de altas resistencias.

El uso del poliestireno expandido como material aligerante le otorga al concreto sus propiedades físicas, como la aislación térmica, acústica y eléctrica, sin embargo, su uso actualmente no está normado, por lo que la presente investigación se enfocará en la medición y variación de las propiedades físicas del concreto liviano a base de poliestireno considerando distintas cantidades de aditivo plastificante, relaciones de agua/cemento y densidades.

1.2. Objetivos

Objetivo general:

Determinar la influencia del aditivo plastificante Sika en las propiedades del concreto liviano a base de poliestireno expandido

Objetivos específicos:

- Determinar la dosificación para concretos a base de poliestireno expandido con densidades de 1800, 1700 y 1600 kg/cm²
- Establecer diseños de mezclas añadiendo diferentes tasas de aditivo plastificante Sika y reduciendo porcentajes de agua.
- Determinar el slump o trabajabilidad de las muestras de concreto estudiadas.
- Determinar la resistencia a la compresión de las muestras de concreto ensayadas en el laboratorio.
- Hacer una comparación de los datos obtenidos, tomando en cuenta los factores de densidad, poliestireno y aditivo.

1.3. Justificación del estudio

El presente proyecto, pretende determinar la influencia del aditivo plastificante Sika en las propiedades del concreto liviano a base de poliestireno expandido, el cual permitirá desarrollar una investigación que pueda expandir los conocimientos acerca de este tipo de concreto en nuestra localidad, ya que actualmente no hay suficientes estudios de este tipo de concreto, pese a haber mostrado buenos resultados en otros países, debido al poco peso que presenta y por ser un material reciclable.

Justificación práctica

Los resultados obtenidos del estudio serán utilizados como material de consulta científica y práctica en el área de materiales, con el fin de aportar datos relevantes para la dosificación del concreto liviano a base de poliestireno expandido con aditivos.

Justificación Académica

El presente proyecto de tesis nació a raíz de la investigación realizada en el año 2017 en la Universidad Nacional de Cajamarca, la cual lleva como título "Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la

prefabricación de unidades de albañilería no estructural - Cajamarca”, en la cual se recomienda realizar una investigación netamente de concreto ligero a base de poliestireno expandido con aditivos.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Antecedente Internacional:

Antecedente 1

Título : “Utilización de hormigón celular como base y subbase en la construcción de carreteras”

Autores : Luis Ramiro Mejía Espinoza

Universidad : Pontificia Universidad Católica del Ecuador

País : Ecuador

Año : 2010

(Mejía Espinoza, 2010), en su investigación “Utilización de hormigón celular como base y subbase en la construcción de carreteras”, se propuso conceptualizar lo básico sobre hormigones celulares y encontrar un material óptimo como reemplazo en la base y la subbase, para lo cual se centra en la determinación y análisis de los materiales que conforman la mezcla del hormigón celular, y así poder las determinar cuándo es conveniente el uso de dicho hormigón como reemplazo a la base o subbase, de ser el caso, optimizar el diseño y aplicación de dicho hormigón, realizando una comparación de precios unitarios. La investigación llegó al siguiente resultado, existe una relación indirecta entre la densidad y la resistencia, de forma que al aumentar la densidad aumenta la resistencia.

Aporte del antecedente: Existe una relación indirecta ente la resistencia a la compresión y la densidad. Para mejores resultados, el

módulo de finura de la arena, debe encontrarse en el rango de 1.4 y 1.7; y el porcentaje de absorción debe ser menor o igual a 2.

Antecedente Nacional:

Antecedente 1

Título : “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural - Cajamarca”

Autores : Hugo Emmanuel Rodríguez Chico

Universidad : Universidad Nacional de Cajamarca

País : Perú

Año : 2017

(Rodríguez Chico, 2017), en su investigación “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural - Cajamarca”, se propuso determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto liviano a base de poliestireno expandido, para lo cual proporcionó la dosificación óptima de concreto liviano a base de poliestireno expandido, a través de varios ensayos, tomando en cuenta las condiciones locales de agregado fino y clima, realizando diversos ensayos de laboratorio, determinó las propiedades físicas y mecánicas del concreto liviano en estado fresco y endurecido; para finalmente realizar un análisis de costos y beneficios que supone la prefabricación de bloques de concreto liviano a base de poliestireno expandido. La investigación llegó al siguiente resultado, la dosificación óptima de concreto ligero a base de poliestireno expandido se encuentra para una densidad de 1600 kg/m³, ya que se encuentra en los límites de resistencia a la compresión aceptables para dicha tesis.

Aporte del antecedente: En esta tesis realizan diversos ensayos al concreto ligero, lo cual nos da una idea general acerca de la metodología usada para calcular dichas propiedades en el concreto ligero que se quiere llegar a realizar en esta tesis.

Antecedente 2

Título : “Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante”

Autores : Jigoro Eugenio Arapa Cruz

Universidad : Universidad Andina

País : Perú

Año : 2016

(Arapa Cruz, 2016), en su investigación “Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante”, se propuso determinar y realizar una comparación entre las propiedades del concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante, para lo cual desarrolló diseños de mezcla para concreto celular haciendo una combinación entre los aditivos empleados; elaborando bloques cilíndricos de concreto para los ensayos en el laboratorio, recolectando dichos datos y comparándolos. La investigación llegó al siguiente resultado, que el concreto celular con espuma de poliestireno es el más trabajable debido a que tiene un equilibrio entre su masa, densidad y resistencia a la compresión, haciendo de este, un concreto completo y simple de manejar.

Aporte del antecedente: En esta tesis realizan ensayos de concreto celular idénticos a la tesis propuesta, adicionando un agente espumante como aditivo; lo cual nos da un enfoque más amplio sobre la incorporación de un aditivo en este tipo de concreto ligero.

2.2. Marco teórico

Los ensayos que se realizarán en las muestras concreto ligero a base de poliestireno expandido se basan en las siguientes normas:

- AS 1012 Methods of testing concrete
- ACI 213R-14 Guide for Structural Lightweight-Aggregate Concrete
- ACI 523.3R-93 Guide for cellular concretes above 50 pcf, and for aggregate concretes above 50 pcf with compressive strengths less than 2500 psi
- NTP 334.009:2005 CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos
- NTP 339.034:2008 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas
- NTP 339.035:2009 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams
- NTP 339.088:2006 HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland
- NTP 339.185:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado
- NTP 400.010:2011 AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras
- NTP 400.011:2008 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)
- NTP 400.043:2015 AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo

2.3. Marco conceptual

De acuerdo a la NTP 339.047:2006, HORMIGÓN (CONCRETO) Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados, tenemos los siguientes conceptos:

- Concreto: Mezcla de material aglomerante y agregados fino y grueso; también puede contener puzolanas, escorias y/o aditivos químicos.
- Adiciones: Materiales minerales que aumentan las propiedades hidráulicas del cemento.
- Aditivo: Producto químico que mejora las propiedades del concreto, cuando se le añade a este en pequeñas cantidades, y se encuentra forma de polvos solubles, escamas o soluciones.
- Aditivo plastificante: También conocido como aditivo reductor de agua, permite reducir la cantidad de agua de la mezcla para producir concreto de una consistencia dada
- Trabajabilidad: La facilidad que tiene la mezcla para el mezclado, colocación, moldeo y acabado
- Agregado, para hormigón (concreto): Conjunto de partículas pétreas de origen natural o artificial, que pueden ser elaboradas y sus dimensiones están fijados por la NTP 400.037
- Agregado fino: Agregado artificial que proviene de la degradación natural o artificial de rocas y que pasa por la malla 3/8
- Agregado grueso: Agregado retenido en el tamiz N.º4 y proviene de la degradación natural o artificial de rocas
- Dosificación: Proceso de medición por peso o por volumen de los ingredientes para obtener una cantidad de concreto

2.4. Sistema de hipótesis

La adición del aditivo plastificante Sika junto con la reducción de agua en el concreto a base de poliestireno expandido de densidad de 1600 kg/cm² permitirá conseguir una resistencia 10% mayor a la resistencia del concreto sin aditivo ni reducción de agua.

Variable dependiente:

- Propiedades del concreto liviano a base de poliestireno expandido

Variable independiente:

- Cantidad de poliestireno
- Porcentajes de aditivo plastificante
- Porcentajes de reducción de agua

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
Propiedades del concreto liviano a base de poliestireno expandido	Consistencia o fluidez	Longitud	cm	Regla \pm 1mm
	Resistencia a la compresión	Carga	Kg/cm ²	Máquina de ensayo \pm 0.1kN (capacidad 1000 kN)
		Área		
Cantidad de poliestireno		Peso	g	Balanza \pm 0.1g
Cantidad de aditivo plastificante Sika		Peso	ml/bolsa	Fiola 500 ml
Cantidad de reducción de agua		Peso	l/ml	Fiola 500 ml

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Aplicada

3.1.2. Nivel de la investigación

Correlacional

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

Se están considerando todos los cilindros de concreto.

3.2.2. Muestra

La muestra se consideran los 180 cilindros de concreto a ensayar.

Para esto se propuso tres tablas, donde se tomará en cuenta el porcentaje de reducción de agua y la cantidad de aditivo plastificante Sika que se empleará por bolsa de cemento.

Así pues, se ensayarán el concreto con densidades de 1800, 1700 y 1600 kg/cm². Asimismo, se utilizarán distintas tasas de aditivo plastificante (160, 260 y 360 ml por bolsa); con un porcentaje de reducción de 6, 8 y 10% de agua. Además, para contrastar los resultados se efectuarán ensayos en concreto ligero a base de poliestireno expandido sin el uso del aditivo. Con el fin de acatar lo establecido en las normas se realizarán los ensayos de compresión a los 7 y 28 días.

Densidad 1600 kg/m ³		Cantidad de aditivo plastificante por bolsa de cemento			TOTAL
% Reducción de agua	a/c	160	260	360	
6	0.43	(6)	(6)	(6)	18
8	0.42	(6)	(6)	(6)	18
10	0.41	(6)	(6)	(6)	18
TOTAL		18	18	18	54
Sin aditivo, sin reducción de agua					6
TOTAL					60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1: Concreto ligero a base de poliestireno expandido, densidad 1600 kg/cm³

Densidad 1700 kg/m ³		Cantidad de aditivo plastificante por bolsa de cemento			TOTAL
% Reducción de agua	a/c	160	260	360	
6	0.42	(6)	(6)	(6)	18
8	0.41	(6)	(6)	(6)	18
10	0.40	(6)	(6)	(6)	18
TOTAL		18	18	18	54
Sin aditivo, sin reducción de agua					6
TOTAL					60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Concreto ligero a base de poliestireno expandido, densidad 1700 kg/cm³

Densidad 1800 kg/m ³		Cantidad de aditivo plastificante por bolsa de cemento			TOTAL
% Reducción de agua	a/c	160	260	360	
6	0.41	(6)	(6)	(6)	18
8	0.40	(6)	(6)	(6)	18
10	0.39	(6)	(6)	(6)	18
TOTAL		18	18	18	54
Sin aditivo, sin reducción de agua					6
TOTAL					60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Concreto ligero a base de poliestireno expandido, densidad 1800 kg/cm³

3.3. Diseño de investigación

Nuestro proyecto satisface los requisitos para ser un diseño experimental.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Para el presente proyecto, se realizarán ensayos en el laboratorio de concreto de GEOCYP S.R.L., para determinar las siguientes propiedades de las muestras ensayadas:

- Consistencia o fluidez
- Resistencia a la compresión

3.5. Procesamiento y análisis de datos:

3.5.1. Cantera

Las canteras son conocidas como espacios para la explotación minera, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridos; por lo general se encuentran abiertas, aunque también se encuentran en lugares o espacios cerrados. Es muy recurrente la explotación de los materiales para darle uso en el campo de la construcción. (MARCO, 2020)

NTP 400.010:2011 (2011): Esta norma nos permitirá determinar si se descartan los materiales seleccionados

, con lo cual se procederá a tomar la muestra de agregado de acuerdo a los lineamientos y estándares de esta norma.

3.5.2. Laboratorio de concreto GEOCYP S.R.L.

El laboratorio de concreto GEOCYP S.R.L. será el lugar donde se desarrollarán los ensayos requeridos en este trabajo de investigación.

Cuenta con los siguientes equipos:

- Horno
- Máquina de compresión, etc.

3.5.3. Ensayo de agregados

A. Reducción de las muestras de agregados a tamaño de ensayo

NTP 400.043:2015 (2015): Se optará por el método de cuarteo para poder reducir las muestras de agregados con la finalidad de reducir la variabilidad en sus características.

La superficie a trabajar en el laboratorio es lisa, así que se procederá a realizar los siguientes pasos, establecidos por la norma:

- Ubicar la muestra obtenida de la cantera sobre un área o espacio firme, limpio y nivelado, para evitar cualquier pérdida de material, o que accidentalmente se adicionen otro tipo de materiales independientes de la muestra.
- Se debe incorporar el material en su totalidad, 3 veces por volteo. Al finalizar, en la última vuelta colocar la muestra entera apilándolo de forma cónica.
- Presionar cuidadosamente con la pala plana el apilamiento hasta lograr un diámetro y espesor adecuado, de tal manera que, a la hora de dividirlo en cuatro partes, contengan un contenido similar entre dichas partes.
- Se debe procurar que el diámetro exceda al espesor de 4 a 8 veces. Una vez obtenida las 4 partes, se debe separar las muestras fraccionadas, dejando los espacios libres, usando una brocha.
- Se debe repetir este proceso hasta obtener la muestra del tamaño requerido.

A partir de ahora todos los ensayos se realizarán efectuando el siguiente método (método de cuarteo).

B. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

NTP 400.043:2015 (2015): De esta norma se extraerán los datos de los tamices a usar para realizar el análisis granulométrico.

Agregado	Tamices normalizados
FINO	150 μm (N° 100) 300 μm (N° 50) 600 μm (N° 30) 1,18 mm (N° 16) 2,36 mm (N° 8) 4,75 mm (N° 4)
GRUESO	9,50 mm (3/8) 12,5 mm (1/2) 19,0 mm (3/4) 25,0 mm (1) 37,5 mm (1 1/2) 50,0 mm (2) 63,0 mm (2 1/2) 75,0 mm (3) 90,0 mm (3 1/2) 100,0 mm (4)

Tabla 4: Agregados y tamices

NTP 400.012 (2001): Con esta norma podremos determinar la distribución por tamaño de partículas del agregado grueso, fino y global por tamizado.

De esta manera, se requerirán los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza con aproximación de 0.1g
- Tamices normalizados
- Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

PROCEDIMIENTO:

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Escoger los tamices necesarios y correspondientes a la muestra representativa que faciliten la obtención de información que se requiera de acuerdo al material a ensayar.

- c. Se procederá a lavar y pesar los tamices a usar.
- d. Acoplar los tamices en orden decreciente desde la tapa hasta el fondo y acomodar la muestra sobre el tamiz que se encuentra en la parte superior.
- e. Agitar los tamices manualmente durante 1 minuto.

C. Módulo de fineza

NTP 400.012 (2001): Se hará uso de la misma norma (análisis granulométrico) para determinar el módulo de fineza.

Para tal, se procederá a realizar el siguiente cálculo, en base a los datos obtenidos anteriormente:

Sumar el porcentaje acumulado retenido de material de los siguientes tamices y dividir la suma entre 100:

- 150 μm (Nº 100)
- 300 μm (Nº 50)
- 600 μm (Nº 30)
- 1,18 mm (Nº 16)
- 2,36 mm (Nº 8)
- 4,75 mm (Nº 4)
- 9,5 mm (3/8 de pulgada)
- 19,0 mm (3/4 de pulgada)
- 37,5 mm (1 1/2 pulgada)

Según la norma ASTM la arena debe tener un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. (Abanto, 2016)

D. Material que pasa por el tamiz normalizado Nº 200

NTP 400.018 (2002): De esta manera, se requerirán los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza con aproximación de 0.1g
- Tamices normalizados #200 y #16
- Recipiente

- Rociador de agua
- Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

PROCEDIMIENTO:

- a. Secar la muestra de ensayo a peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Determinar la cantidad con una aproximación al 0.1%.

Tamaño máximo nominal del agregado	Cantidad mínima (g)
4.75 mm (#4) o menor	300
9.5 mm (3/8")	1000
19 mm (3/4")	2500
37.5mm (1/2") o mayor	5000

Cantidad mínima de muestra

Tabla 5: Cantidad mínima de agregado NTP 400.018

- b. Luego de secar y haber determinado la masa, se debe acomodar el espécimen en el recipiente, para luego incorporar agua hasta poder cubrir el tope.
- c. Agitar la muestra enérgicamente de tal manera que se separen las partículas más finas de las más gruesas, consiguiendo la suspensión del material más fino.
- d. Inmediatamente vaciar el agua que se usó en el lavado, ya que esta contiene sólidos suspendidos. Colocar el tamiz más grueso arriba.
- e. Adicionar agua una vez más a la muestra, agitar y repetir este proceso hasta que el color del agua sea más puro o limpio.
- f. Usar el rociador de agua para regresar el material retenido. Secar la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Los cálculos se realizarán con una aproximación al 0.1%.

CÁLCULO:

Calcular la cantidad de material que pasa el tamiz #200 por vía húmeda tal como sigue:

$$A = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

Donde:

A = Porcentaje de material más fino que pasa por el tamiz normalizado #200 por vía húmeda

P_1 = Peso seco de la muestra original (g)

P_2 = Peso seco de la muestra ensayada (g)

E. Peso específico y absorción

NTP 400.022 (2013): De esta manera, se requerirán los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza
- Picnómetro
- Cono y barra compactadora
- Secador
- Horno de laboratorio

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

- a. Colocar la muestra de en el horno a una temperatura $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.
- b. Se debe dejar reposar la muestra, para que se enfríe y se pueda manipular (50 °C), una vez conseguido, cubrir con agua, hasta conseguir por lo menos un 6% de humedad del agregado fino y dejar reposar por los menos 24 h.
- c. Retirar el agua sobrante con mucho cuidado. Colocar la muestra sobre una superficie limpia, no olvidar que se debe mover repetitivamente con el fin de asegurar un secado uniforme.
- d. El ensayo para humedad superficial se debe realizar cuando no se ha secado o absorbido el agua en su totalidad.

Prueba de humedad superficial:

- e. Colocar el molde encima de una superficie limpia.
- f. Colocar una porción del agregado fino suelto parcialmente seco en el molde, procurar llenar el molde hasta el tope y acomodar una pila de material adicional por encima del molde.
- g. Apisonar con la barra compactadora, 25 golpes. Tener en cuenta que cada golpe debe de ser de 5mm por encima de la parte superficial.
- h. La barra compactadora debe caer por acción de la gravedad, se debe reajustar la elevación debido a que los golpes hundan el material.
- i. Retirar la arena suelta de la base y levantar el molde en dirección vertical. Se consigue el estado de superficie seca si el agregado fino no se cae abruptamente, y solo existe una ligera caída del mismo.

CÁLCULOS:

- a. Símbolos:

A = masa de la muestra seca al horno, g

B = masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, g

C = masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración, g

S = masa de la muestra de saturado superficialmente seca, g

- b. Densidad relativa (gravedad específica):

- Densidad relativa (gravedad específica)

$$OD = \frac{A}{B + S - C}$$

- Densidad relativa saturado superficialmente seca:

$$SSD = \frac{S}{B + S - C}$$

- Densidad relativa aparente:

$$Densidad\ relativa\ aparente = \frac{A}{B + A - C}$$

c. Densidad

En este caso se multiplicará por 997.5 los resultados anteriormente obtenidos, convirtiendo sus unidades a kg/m³, resultando de esta manera:

- Densidad

$$OD = \left(\frac{A}{B + S - C} \right) \times 997.5$$

- Densidad saturada superficialmente seca:

$$SSD = \left(\frac{S}{B + S - C} \right) \times 997.5$$

- Densidad aparente:

$$\text{Densidad relativa aparente} = \left(\frac{A}{B + A - C} \right) \times 997.5$$

d. Absorción

$$\text{Absorción (\%)} = 100 \times \left(\frac{S - A}{A} \right)$$

F. Contenido de humedad

NTP 339.185 (2013): De esta manera, se requerirán los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza con aproximación de 0.1g
- Recipiente para la muestra
- Cuchara de metal o espátula
- Horno de laboratorio

PROCEDIMIENTO:

- a. Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (No. 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 1/2)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 1/2)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 1/2)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

Tabla 6: Masa mínima de la muestra de agregado NTP 339.185

- b. Secar la muestra completamente en el recipiente a temperatura uniforme de 110 ° C
- c. Los cálculos obtenidos tendrán una aproximación del 0.1%.
- d. Se considerará que la muestra está suficientemente seca cuando al aplicar calor sobre esta, la pérdida de masa sea menor del 0.1%.

CÁLCULO:

Emplear la siguiente fórmula para determinar el contenido de humedad:

$$P = \frac{100 \times (W - D)}{D}$$

Donde:

- P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje
- W = Masa de la muestra húmeda original en gramos
- D = Masa de la muestra seca en gramos

G. Peso unitario

NTP 400.017 (2011): De esta manera, se requerirán los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza con aproximación de 0.1g
- Varilla de apisonado
- Pala o cucharón
- Recipiente cilíndrico de metal, provisto de astas

Tamaño nominal máx. del agregado		Capacidad del recipiente	
mm	pulg	m ³	p ³
12,5	1/2	0,0028 (2,8)	1/10
25,0	1	0,0093 (9,3)	1/3
37,5	1 ½	0,0140 (14)	1/2
75	3	0,0280 (28)	1
100	4	0,0700 (70)	2 ½
125	5	0,1000 (100)	3 ½

Tabla 7: Capacidad del recipiente NTP 400.017

Para calibrar el recipiente se requerirá de los siguientes equipos y herramientas:

- Placa de vidrio, de al menos 6mm de espesor y 25mm mayor que el diámetro del recipiente.
- Grasa
- Termómetro
- Balanza con aproximación de 0.1g

Temperatura		Kg/m3	lb/p3
°C	°F		
15,6	60	999,01	62,366
18,3	65	998,54	62,336
21,1	70	997,97	62,301
23,0	73	997,54	62,274
23,9	75	997,32	62,261
26,7	80	996,59	62,216
29,4	85	995,83	62,166

Tabla 8: Densidad del agua por temperatura

PROCEDIMIENTO PARA PESO SUELTO:

- Llenar el recipiente hasta el tope, evitar que el agregado exceda en 5cm el borde.
- Agarrar y pasar la espátula por la superficie para nivelar.
- Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, los valores obtenidos se medirán con una aproximación de 0.05 kg.

PROCEDIMIENTO DE APISONADO:

- Adicionar el material hasta alcanzar un tercio del recipiente, se procede a nivelar la superficie para poder apisonar. Usar la varilla de apisonado para realizar un total de 25 golpes.
- Repetir el mismo procedimiento a los 2/3 del recipiente. Al final, se llenará por encima del tope del recipiente para apisonar.
- Agarrar y pasar la espátula por la superficie para nivelar.
- Realizar los mismos cálculos que en el procedimiento anterior, registrando los valores con la misma aproximación o exactitud.

CÁLCULO:

- Densidad de masa:

$$M = \frac{G - T}{V}$$

$$F = \frac{1}{M}$$

M = Densidad de masa del agregado, kg/m³

G = M, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m³

F = Factor para el recipiente, 1/m³

b. Contenido de vacíos:

$$\%Vacíos = 100 \times \frac{(S \times W) - M}{S \times W}$$

M = Densidad de masa del agregado, kg/m³

S = Gravedad específica de masa (Base seca) de conformidad con el método NTP 400.021 o con el método NTP 400.022

W = Densidad del agua, 998 kg/m

3.5.4. Poliestireno expandido modificado

A. Preparación y obtención del MEPS

El proceso de fabricación del MEPS, se obtiene mediante la trituración del EPS a partículas de tamaño uniforme, las cuales se expondrán a temperaturas determinadas en un horno. (de Brito & Saikia, 2013)

De Brito & Saikia (2013) pudieron concluir que, para conseguir la optimización del proceso de modificación de EPS, se requiere colocar el EPS en el horno durante 15 minutos a una temperatura de 130 °C.

Propiedades	EPS	MEPS
Densidad (kg/m ³)	10	32.7
Resistencia a la compresión (Mpa)	0.12	8.29
Conductividad térmica (W/mk)	0.0369	0.0555
Absorción máxima % por volumen	< 3	0.58

Tabla 9: Tabla comparativa de propiedades entre EPS y MEPS
Fuente: (de Brito & Saikia, 2013)

De Brito & Saikia (2013) precisa que el poliestireno se somete a tratamientos de temperatura para que este pueda aumentar su densidad, y de esta manera se pueda obtener un material con mayor resistencia a la compresión, que a su vez aumentará la resistencia de la mezcla dosificada. Para esto, se realizará el siguiente procedimiento:

- Uso de papel aluminio sobre la bandeja.
- Pre calentamiento de horno y bandeja.
- Control del tiempo y temperatura de cocción.

B. Cálculos

La densidad del poliestireno expandido modificado se calculará de la siguiente manera:

$$D = \frac{P_1 - P_2}{V}$$

D = Densidad del poliestireno, kg/m³

P1 = Masa del recipiente con poliestireno, kg

P2 = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m³

3.5.5. Cemento Portland

NTP 334.009 (2005), define al cemento Portland como cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda.

Existen cuatro tipos de cementos Portland que se encuentran establecidos en la NTP 334.009, éstos están clasificados de acuerdo a sus propiedades específicas.

- Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo
- Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación
- Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales
- Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación
- Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

En el presente trabajo de investigación usaremos el cemento Tipo I, fabricado por Cementos Pacasmayo, que presenta las siguientes propiedades: alta resistencia a todas las edades. Su fórmula con clinker reforzado disminuye los poros de concreto volviéndolo más resistente.

3.5.6. Agua

Abanto (2016), define que el agua es un factor determinante en la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

A. Requisitos que debe cumplir

Abanto (2016) , afirma que se debe cumplir los siguiente:

- El agua deberá cumplir con estándares de limpieza, estando libre de cualquier sustancia que pueda ser perjudicial para el concreto o acero.
- Para evitar cualquier duda, se puede realizar un análisis químico, lo cual nos permitirá descartar la presencia de sustancias químicas por encima del valor máximo admisible que se muestra en la siguiente tabla:

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Tabla 10: Valor máximo admisible de sustancias en el agua

- Estos estándares o lineamientos también se aplicarán para el agua de curado del concreto.

3.5.7. Dosificación de la mezcla

La ACI 523.3R (2014), nos otorga un método para el cálculo de la dosificación de materiales para concretos celulares, siendo esta la única diferencia con la tesis presentada, se consideró como la más óptima para realizar los cálculos pertinentes.

Se elaborarán mezclas de concreto ligero a base de poliestireno expandido para densidades de 1600, 1700 y 1800 kg/cm³. Las propiedades de los materiales a emplear son los siguientes:

- Densidad del poliestireno expandido modificado (γ_p): 154.17 kg/m³

- Gravedad específica del cemento (G_c): 3.15
- Gravedad específica del agregado fino (G_{af}): 2.736
- Absorción de la arena (A_a): 0.70%
- Peso específico del agua (γ_a): 1000 kg/m³

Se realizará el proceso de cálculo de la dosificación para el concreto ligero a base de poliestireno expandido con una densidad de 1600 kg/cm³, con una adición de aditivo plastificante SIKA de 160 ml/bls de cemento, y una reducción de agua del 6% ($a/c=0.43$); siendo esta la primera proporción de la población mostrada previamente.

PASO 1: Calculamos la resistencia a la compresión deseada utilizando la siguiente fórmula

$$f'c = 0.34 \times e^{0.0022 \times \gamma_f}$$

Donde:

$\gamma_f =$ *Peso unitario en estado endurecido del concreto celular*

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$f'c = 0.34 \times e^{0.0022 \times (1600)} = 11.49 \text{ Mpa}$$

PASO 2: Estimamos la relación a/c

Donde:

$a/c =$ *Relación agua/cemento*

Para este caso, consideraremos una relación a/c de 0.43

PASO 3: Calculamos la relación af/c.

$$af/c = (\gamma_f - 673)/345$$

Donde:

$af/c =$ *Relación agregado fino/cemento*

$\gamma_f =$ *Peso unitario en estado endurecido del concreto celular*

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$af/c = (1600 - 673)/345 = 2.69$$

PASO 4: Calculamos el peso unitario en estado endurecido del Concreto Ligero a base de poliestireno expandido modificado usando la siguiente ecuación:

$$D = \gamma_f - 122$$

Donde:

γ_f = *Peso unitario en estado endurecido del concreto celular*

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$D = 1600 - 122 = 1478 \text{ kg/m}^3$$

PASO 5: Calculamos la cantidad de cemento a emplear:

$$C = \frac{\gamma_f}{1 + a/c + af/c}$$

Donde:

C = *Contenido de cemento*

γ_f = *Peso unitario en estado endurecido del concreto celular*

a/c = *Relación agua/cemento*

af/c = *Relación agregado fino/cemento*

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$C = \frac{1600}{1 + 0.43 + 2.69} = 388.64 \text{ kg/m}^3$$

PASO 6: Calculamos la cantidad de agregado fino a utilizar:

$$af = af/c \times C$$

Donde:

af = *Agregado fino*

af/c = *Relación agregado fino/cemento*

C = *Contenido de cemento*

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$af = 2.69 \times 388.64 \text{ kg/m}^3$$

PASO 7: Calculamos la cantidad de agua a utilizar:

$$a = a/c \times C$$

Donde:

a = Cantidad de agua sin corrección

C = Contenido de cemento

a/c = Relación agua/cemento

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$a = 0.43 \times 388.64 = 167.11 \text{ kg/m}^3$$

PASO 8: Calculamos la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y agregados por unidad de volumen de concreto

$$V_a = \frac{C}{G_c \times \gamma_a} + \frac{a}{\gamma_a} + \frac{af}{G_{af} \times \gamma_a}$$

Donde:

V_a = Suma de los volúmenes absolutos por m^3

C = Contenido de cemento

G_c = Gravedad específica de cemento

γ_a = Peso específico del agua

a = Cantidad de agua sin corrección

af = Agregado fino

G_{af} = Gravedad específica del agregado fino

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$V_a = \frac{388.64}{3.15 \times 999.01} + \frac{167.11}{999.01} + \frac{1044.25}{2.736 \times 999.1} = 0.67 \text{ kg}$$

PASO 9: Calculamos el volumen de aire por unidad de volumen de concreto

$$A_v = 1 - V_a$$

Donde:

$A_v =$ Volumen de aire por m^3

$V_a =$ Suma de los volúmenes absolutos por m^3

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$A_v = 1 - 0.67 = 0.33 \text{ kg}$$

PASO 10: Calculamos el volumen de aire final corregido

$$V_f = \frac{A_v}{\phi_A}$$

Donde:

$V_f =$ Volumen de aire final por m^3

$A_v =$ Volumen de aire por m^3

$\phi_A =$ Factor de corrección

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$V_f = \frac{0.33}{0.95} = 0.34 \text{ k}$$

PASO 11: Calculamos el peso del poliestireno expandido (EPS) requerido

$$F = V_f \times \gamma_p$$

Donde:

$F =$ Cantidad de poliestireno expandido modificado requerido

$V_f =$ Volumen de aire final por m^3

$\gamma_p =$ Peso específico del poliestireno expandido modificado

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$F = 0.34 \times 154.17 = 53.10 \text{ kg/m}^3$$

PASO 12: Calculamos la cantidad de aditivo en kg/m^3

$$S = \frac{A_s \times C}{42.5}$$

Donde:

S = Cantidad de aditivo en kg/m^3

A_s = Cantidad de aditivo por bolsa de cemento

C = Contenido de cemento

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$S = \frac{160 \times 388.64}{42.5 \times 1000} = 1.46 \text{ kg/m}^3$$

PASO 13: Ajuste de la cantidad de agua de diseño debido al contenido de humedad en el agregado fino

$$A_{af} = af \times \left(\frac{w - A_a}{100} \right)$$

Donde:

A_{af} = Ajuste de la cantidad de agua

af = Agregado fino

w = Porcentaje de agua en el agregado fino (%)

A_a = Absorción de la arena (%)

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$A_{af} = 1044.25 \times \left(\frac{2 - 0.7}{100} \right) = 13.58 \text{ kg/m}^3$$

PASO 14: Calculamos el agua al final de la mezcla

$$A = a - A_{af} - S$$

Donde:

A = Cantidad de agua al final de la mezcla

a = Cantidad de agua sin corrección

A_{af} = Cantidad de aditivo en kg/m^3

S = Cantidad de aditivo en kg/m^3

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$A = 167.11 - 13.58 - 1.46 = 152.08 \text{ kg/m}^3$$

PASO 15: Cantidad de agregado fino corregido

$$A_f = af + A_{af}$$

Donde:

A = Cantidad de agua al final de la mezcla

af = Agregado fino

A_{af} = Ajuste de la cantidad de agua

Reemplazando este valor obtendremos lo siguiente:

$$A_f = 1044.25 + 13.58 = 1057.82 \text{ kg/m}^3$$

Las proporciones de la mezcla para el concreto ligero a base de poliestireno expandido con una densidad de 1600 kg/cm³, con una adición de aditivo plastificante SIKA de 160 ml/bls de cemento, y una reducción de agua del 6% (a/c=0.43), son:

Cemento	388.64 kg/m ³
Agua de mezcla	152.08 kg/m ³
Agregado fino	1057.82 kg/m ³
Poliestireno	53.10 kg/m ³
Aditivo	1.46 kg/m ³

Tabla 11: Proporciones de materiales dosificación 1

3.5.8. Curado de probetas de concreto ligero a base de poliestireno expandido

AS 1012 (2015): Se optó por seguir esta norma. Por lo tanto, se seguirá con el procedimiento siguiente:

- Mantener las probetas en un baño de agua con una temperatura de $23 \pm 5^\circ\text{C}$ por 3 días.
- Luego, colocar las probetas dentro de bolsas de plástico, para simular un ambiente con condiciones de humedad.

3.5.9. Ensayos concreto ligero a base de poliestireno expandido

A. Consistencia o fluidez de la mezcla

NTP 339.035 (2009): Pese a que la norma no estipula hacer estos ensayos en el concreto liviano a base de poliestireno expandido, se le considera necesarios, por cuanto se trata de un material en el cual se quiere lograr una resistencia a la compresión mayores a 175 kg/cm², haciendo de este un material liviano, pero estructural. Se ha considerado esta norma como la más adecuada para medir la consistencia de dicho concreto.

De esta manera, se requerirán los siguientes equipos y herramientas:

- Dispositivo de medida: Una regla, cinta métrica de metal o instrumento similar rígido o semirrígido de por lo menos 30cm
- Cucharón
- Barra compactadora: Barra cilíndrica de acero liso, de 16mm de diámetro y 60 cm de longitud.
- Molde: Deberá seguir las especificaciones de la imagen a continuación

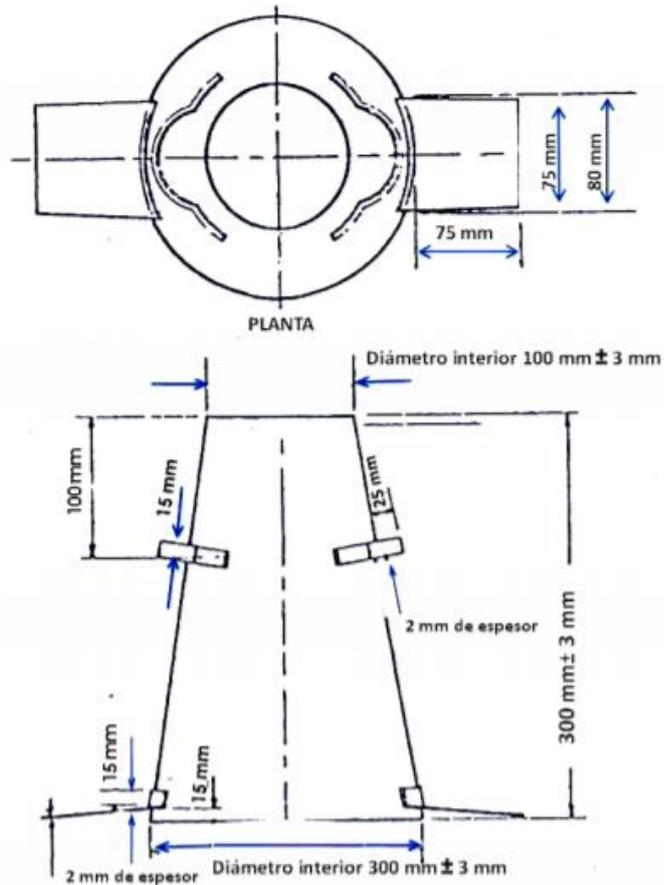


Gráfico 1: Vista del molde NTP 339.035

PROCEDIMIENTO:

- El primer paso es humedecer el molde, para luego ubicarlo sobre una superficie plana. A la hora de realizar el llenado, se deben pisar las aletas para asegurar que las abrazaderas estén fijadas a la placa de la base.
- Se llena el molde vaciando el concreto a la tercera parte del molde, se deberá mover el cucharón en el perímetro del molde, asegurando de esta manera la mínima segregación en la distribución del concreto. Este proceso se repetirá para los 2 tercios y la totalidad del volumen del recipiente.
- Se compactará haciendo uso de la barra compactadora, realizando un total de 25 golpes por capa. Al ser 3 capas se compactará de manera diferente; en la primera capa se

compactará rodeando el perímetro del molde, para esto la barra debe estar un poco inclinada, y poco a poco de forma espiral llegar al centro del molde. Para la segunda y tercera capa se compactará completamente hasta que la barra ingrese levemente en la capa contigua debajo.

- No olvidar que la última capa se llena en exceso, ya que al compactar el nivel superficial disminuirá. Al finalizar este proceso se procede a nivelar rodando la barra compactadora, retirando todo el concreto sobrante.
- Se retira inmediatamente el molde del concreto levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Se levanta el molde una altura de 300 mm en $5s \pm 2s$ con un movimiento ascendente firme, evitándose los movimientos laterales o torsionales.
- Levantar el molde cuidadosamente en dirección vertical, evitando movimiento bruscos y laterales o torsionales.
- Se desechará el ensayo si se encuentra presente alguna falla por corte.

B. Resistencia a la compresión

NTP 339.034 (2005): Se hará uso de la máquina de compresión del laboratorio de concreto GEOCYP S.R.L.

- Los ensayos de compresión de las probetas de concreto se realizarán teniendo en cuenta una tolerancia permisible de acuerdo a la edad de ensayo, tal como lo describe la siguiente tabla:

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24h	$\pm 0,5h$ o 2,1%
3d	$\pm 2h$ o 2,8%
7d	$\pm 6h$ o 3,6%
28d	$\pm 20h$ o 3,0%
90d	$\pm 48h$ o 2,2%

Tabla 12: Tolerancia permisible para ensayos a la compresión NTP 339.034

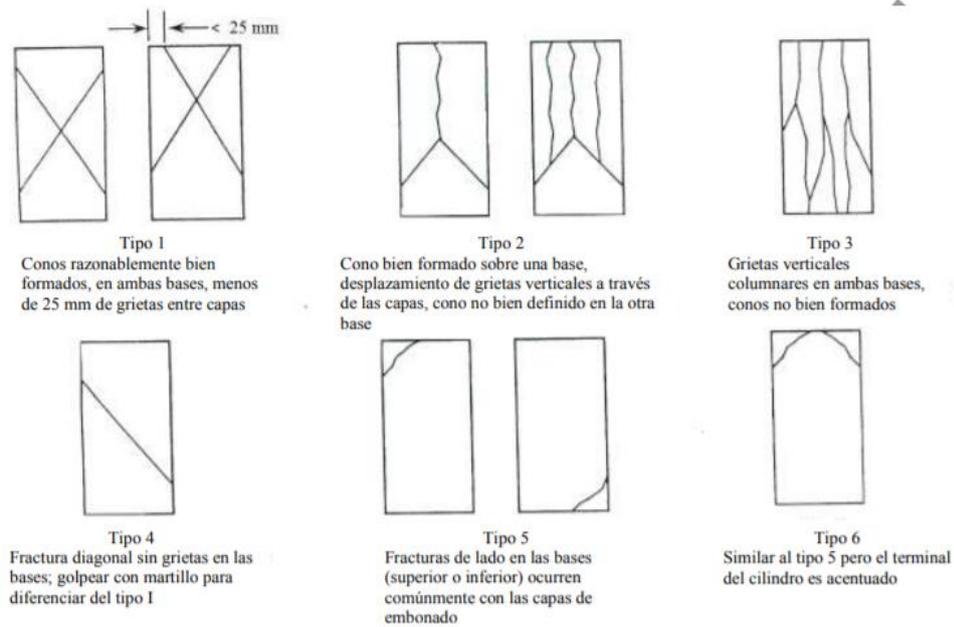


Gráfico 2: Esquema de los patrones de fractura

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión y slump

a) Densidad 1600 kg/cm³

Densidad 1600 kg/m ³		Cantidad de aditivo plastificante por bolsa de cemento		
% Reducción de agua	a/c	160	260	360
6	0.43	1	4	7
8	0.42	2	5	8
10	0.41	3	6	9
Sin aditivo, sin reducción de agua				10

Tabla 13: Orden de proporciones para densidad de 1600 kg/cm³

El siguiente cuadro representa el orden de las proporciones realizadas de acuerdo a la dosificación.

En los siguientes cuadros se presentará la proporción de la mezcla y los resultados de los ensayos realizados, considerando la siguiente leyenda:

PROMEDIO DE RESULTADOS	PROMEDIO
COMPRESIÓN A 7 DÍAS	7 DÍAS
COMPRESIÓN A 21 DÍAS	21 DÍAS
SLUMP (cm)	SLUMP (cm)

Tabla 14: Leyenda de cuadros de resultados

PROPORCIÓN 01	144.84	241.4
	141.42	239.7
	145.50	242.5
21.5	143.92	241.20
Cemento	388.64	kg/m3
Agua de mezcla	152.08	kg/m3
Agregado fino	1057.82	kg/m3
Poliestireno	53.10	kg/m3
Aditivo	1.46	L/m3
PROPORCIÓN 02	135.60	222.3
	133.02	221.7
	134.34	223.9
21.2	134.32	222.63
Cemento	389.58	kg/m3
Agua de mezcla	148.55	kg/m3
Agregado fino	1060.40	kg/m3
Poliestireno	53.57	kg/m3
Aditivo	1.47	L/m3
PROPORCIÓN 03	143.58	239.3
	146.03	239.4
	142.48	241.5
20.8	144.03	240.07
Cemento	390.53	kg/m3
Agua de mezcla	145.01	kg/m3
Agregado fino	1062.99	kg/m3
Poliestireno	53.94	kg/m3
Aditivo	1.47	L/m3
PROPORCIÓN 04	145.08	241.8
	146.82	240.7
	146.03	239.4
21.8	145.98	240.63
Cemento	388.64	kg/m3
Agua de mezcla	151.16	kg/m3

Agregado fino	1057.82	kg/m3
Poliestireno	53.20	kg/m3
Aditivo	2.38	L/m3
PROPORCIÓN 05	134.75	228.4
	134.22	227.5
	135.34	229.4
21.5	134.77	228.43
Cemento	389.58	kg/m3
Agua de mezcla	147.63	kg/m3
Agregado fino	1060.40	kg/m3
Poliestireno	53.57	kg/m3
Aditivo	2.38	L/m3
PROPORCIÓN 06	141.42	239.7
	146.644	240.4
	146.827	240.7
21.2	144.96	240.27
Cemento	390.53	kg/m3
Agua de mezcla	144.09	kg/m3
Agregado fino	1062.99	kg/m3
Poliestireno	53.94	kg/m3
Aditivo	2.39	L/m3
PROPORCIÓN 07	141.89	240.5
	145.60	238.7
	143.88	239.8
22.1	143.79	239.67
Cemento	388.64	kg/m3
Agua de mezcla	150.25	kg/m3
Agregado fino	1057.82	kg/m3
Poliestireno	53.20	kg/m3
Aditivo	3.29	L/m3
PROPORCIÓN 08	143.04	234.5
	142.55	233.7
	143.89	235.9
21.9	143.16	234.70
Cemento	389.58	kg/m3
Agua de mezcla	146.72	kg/m3
Agregado fino	1060.40	kg/m3
Poliestireno	53.57	kg/m3
Aditivo	3.30	L/m3
PROPORCIÓN 09	145.68	242.8
	142.01	240.7
	141.48	239.8
21.6	143.06	241.10
Cemento	390.53	kg/m3
Agua de mezcla	143.17	kg/m3

Agregado fino	1062.99	kg/m ³
Poliestireno	53.94	kg/m ³
Aditivo	3.31	L/m ³
PROPORCIÓN 10	109.44	182.4
	108.42	180.7
	106.08	179.8
19.2	107.98	180.97
Cemento	386.76	kg/m ³
Agua de mezcla	160.53	kg/m ³
Agregado fino	1052.71	kg/m ³
Poliestireno	52.48	kg/m ³
Aditivo	0.00	L/m ³

Tabla 15: Resultados de ensayos concreto con densidad de 1600 kg/cm³

Para mantener una fiabilidad en los resultados mostrados previamente, se realizaron un total de 3 ensayos por edad (7 y 28 días); de esta manera se podrá comprobar la veracidad y fiabilidad de los resultados.

Asimismo, se decidió escoger las edades de 7 y 28 días para poder estimar el % de resistencia a edades tempranas.

Los resultados del slump mostrados, solo representan a las proporciones, ya que no es factible realizarlo para cada tanda evaluada en los ensayos de compresión.

b) Densidad 1700 kg/cm³

Densidad 1700 kg/m ³		Cantidad de aditivo plastificante por bolsa de cemento		
% Reducción de agua	a/c	160	260	360
6	0.42	11	14	17
8	0.41	12	15	18
10	0.40	13	16	19
Sin aditivo, sin reducción de agua				20

Tabla 16: Orden de proporciones para densidad de 1700 kg/cm³

En los siguientes cuadros se presentará la proporción de la mezcla y los resultados de los ensayos realizados, considerando la leyenda mostrada en la Tabla 14.

PROPORCIÓN 11	143.59	235.4
	138.53	234.8
	142.08	236.8
20.5	141.4	235.67
Cemento	386.64	kg/m ³
Agua de mezcla	145.97	kg/m ³
Agregado fino	1165.93	kg/m ³
Poliestireno	47.74	kg/m ³
Aditivo	1.46	L/m ³
PROPORCIÓN 12	141.84	236.4
	142.68	237.8
	140.89	238.8
20.3	141.8	237.67
Cemento	387.53	kg/m ³
Agua de mezcla	142.43	kg/m ³
Agregado fino	1168.59	kg/m ³
Poliestireno	48.11	kg/m ³
Aditivo	1.46	L/m ³
PROPORCIÓN 13	144.9	245.6
	144.37	244.7
	143.66	243.5
20.1	144.31	244.60
Cemento	388.41	kg/m ³
Agua de mezcla	138.87	kg/m ³
Agregado fino	1171.26	kg/m ³
Poliestireno	48.48	kg/m ³

Aditivo	1.46 L/m3	
PROPORCIÓN 14	140.17	229.8
	136.11	230.7
	137.29	232.7
20.8	137.86	231.07
Cemento	386.64	kg/m3
Agua de mezcla	145.06	kg/m3
Agregado fino	1165.93	kg/m3
Poliestireno	47.74	kg/m3
Aditivo	2.37	L/m3
PROPORCIÓN 15	143.28	238.8
	139.06	235.7
	146.82	240.7
20.6	143.05	238.40
Cemento	387.53	kg/m3
Agua de mezcla	141.52	kg/m3
Agregado fino	1168.59	kg/m3
Poliestireno	48.11	kg/m3
Aditivo	2.37	L/m3
PROPORCIÓN 16	150.12	250.2
	151.15	247.8
	147.44	249.9
20.3	149.57	249.30
Cemento	388.41	kg/m3
Agua de mezcla	137.96	kg/m3
Agregado fino	1171.26	kg/m3
Poliestireno	48.48	kg/m3
Aditivo	2.38	L/m3
PROPORCIÓN 17	150.09	254.4
	151.44	252.4
	149.74	253.8
21.1	150.42	253.53
Cemento	386.64	kg/m3
Agua de mezcla	144.15	kg/m3
Agregado fino	1165.93	kg/m3
Poliestireno	47.74	kg/m3
Aditivo	3.28	L/m3
PROPORCIÓN 18	151.52	248.4
	146.82	244.7
	148.14	246.9
20.8	148.83	246.67
Cemento	387.53	kg/m3
Agua de mezcla	140.61	kg/m3
Agregado fino	1168.59	kg/m3
Poliestireno	48.11	kg/m3

Aditivo	3.28 L/m3	
PROPORCIÓN 19	145.92	243.2
	143.78	243.7
	147.86	242.4
20.5	145.85	243.10
Cemento	388.41	kg/m3
Agua de mezcla	137.04	kg/m3
Agregado fino	1171.26	kg/m3
Poliestireno	48.48	kg/m3
Aditivo	3.29	L/m3
PROPORCIÓN 20	111.30	185.5
	112.02	186.7
	112.42	184.3
18.7	111.91	185.50
Cemento	384.02	kg/m3
Agua de mezcla	157.95	kg/m3
Agregado fino	1158.03	kg/m3
Poliestireno	46.65	kg/m3
Aditivo	0.00	L/m3

Tabla 17: Resultados de ensayos concreto con densidad de 1700 kg/cm³

Para mantener una fiabilidad en los resultados mostrados previamente, se realizaron un total de 3 ensayos por edad (7 y 28 días); de esta manera se podrá comprobar la veracidad y fiabilidad de los resultados.

Asimismo, se decidió escoger las edades de 7 y 28 días para poder estimar el % de resistencia a edades tempranas.

Los resultados del slump mostrados, solo representan a las proporciones, ya que no es factible realizarlo para cada tanda evaluada en los ensayos de compresión.

c) Densidad 1800 kg/cm³

Densidad 1800 kg/m ³		Cantidad de aditivo plastificante por bolsa de cemento		
% Reducción de agua	a/c	160	260	360
6	0.41	21	24	27
8	0.40	22	25	28
10	0.39	23	26	29
Sin aditivo, sin reducción de agua				30

Tabla 18: Orden de proporciones para densidad de 1800 kg/cm³

En los siguientes cuadros se presentará la proporción de la mezcla y los resultados de los ensayos realizados, considerando la leyenda mostrada en la Tabla 14

PROPORCIÓN 21	145.42	238.4
	142.68	237.8
	141.42	239.7
19.5	143.17	238.63
Cemento	384.89	kg/m ³
Agua de mezcla	140.01	kg/m ³
Agregado fino	1273.65	kg/m ³
Poliestireno	42.27	kg/m ³
Aditivo	1.45	L/m ³
PROPORCIÓN 22	140.36	237.9
	144.26	236.5
	145.66	238.8
19.2	143.43	237.73
Cemento	385.71	kg/m ³
Agua de mezcla	136.45	kg/m ³
Agregado fino	1276.38	kg/m ³
Poliestireno	42.64	kg/m ³
Aditivo	1.45	L/m ³
PROPORCIÓN 23	143.59	235.4
	143.60	235.4
	137.88	233.7
18.9	141.69	234.83
Cemento	386.54	kg/m ³
Agua de mezcla	132.88	kg/m ³
Agregado fino	1279.12	kg/m ³
Poliestireno	43.01	kg/m ³

Aditivo		1.46 L/m3
PROPORCIÓN 24	141.84	236.4
	143.77	235.7
	144.99	237.7
19.9	143.53	236.60
Cemento		384.89 kg/m3
Agua de mezcla		139.11 kg/m3
Agregado fino		1273.65 kg/m3
Poliestireno		42.27 kg/m3
Aditivo		2.35 L/m3
PROPORCIÓN 25	139.38	228.5
	140.17	229.8
	138.42	230.7
19.6	139.32	229.67
Cemento		385.71 kg/m3
Agua de mezcla		135.55 kg/m3
Agregado fino		1276.38 kg/m3
Poliestireno		42.64 kg/m3
Aditivo		2.36 L/m3
PROPORCIÓN 26	134.82	224.7
	138.77	227.5
	133.40	218.7
19.4	135.66	223.63
Cemento		386.54 kg/m3
Agua de mezcla		131.97 kg/m3
Agregado fino		1279.12 kg/m3
Poliestireno		43.01 kg/m3
Aditivo		2.36 L/m3
PROPORCIÓN 27	142.74	234
	140.22	233.7
	141.30	235.5
20.2	141.42	234.40
Cemento		384.89 kg/m3
Agua de mezcla		138.20 kg/m3
Agregado fino		1273.65 kg/m3
Poliestireno		42.27 kg/m3
Aditivo		3.26 L/m3
PROPORCIÓN 28	131.04	85.2
	130.03	220.4
	129.90	216.5
19.9	130.32	218.45
Cemento		385.71 kg/m3
Agua de mezcla		134.64 kg/m3
Agregado fino		1276.38 kg/m3
Poliestireno		42.64 kg/m3

Aditivo	3.27 L/m3	
PROPORCIÓN 29	128.52	214.2
	126.74	110.7
	129.56	212.4
19.6	128.27	213.30
Cemento	386.54	kg/m3
Agua de mezcla	131.06	kg/m3
Agregado fino	1279.12	kg/m3
Poliestireno	43.01	kg/m3
Aditivo	3.27	L/m3
PROPORCIÓN 30	114.01	186.9
	113.27	185.7
	115.7	81.7
18.1	114.33	186.30
Cemento	381.63	kg/m3
Agua de mezcla	155.53	kg/m3
Agregado fino	1262.85	kg/m3
Poliestireno	40.81	kg/m3
Aditivo	0.00	L/m3

Tabla 19: Resultados de ensayos concreto con densidad de 1800 kg/cm³

Para mantener una fiabilidad en los resultados mostrados previamente, se realizaron un total de 3 ensayos por edad (7 y 28 días); de esta manera se podrá comprobar la veracidad y fiabilidad de los resultados.

Asimismo, se decidió escoger las edades de 7 y 28 días para poder estimar el % de resistencia a edades tempranas. Los resultados del slump mostrados, solo representan a las proporciones, ya que no es factible realizarlo para cada tanda evaluada en los ensayos de compresión.

Se escogió la densidad de 1800 kg/m³, ya que la ACI 213R (2014) considera concreto liviano con una densidad desde 320 kg/m³ hasta 1920 kg/m³, encontrándose en los límites de esta dosificación, y de los gráficos y cuadros que explican en la respectiva norma.

4.1.2. Variación de resistencia a la compresión

a) Con respecto a la adición de aditivo plastificante SIKA

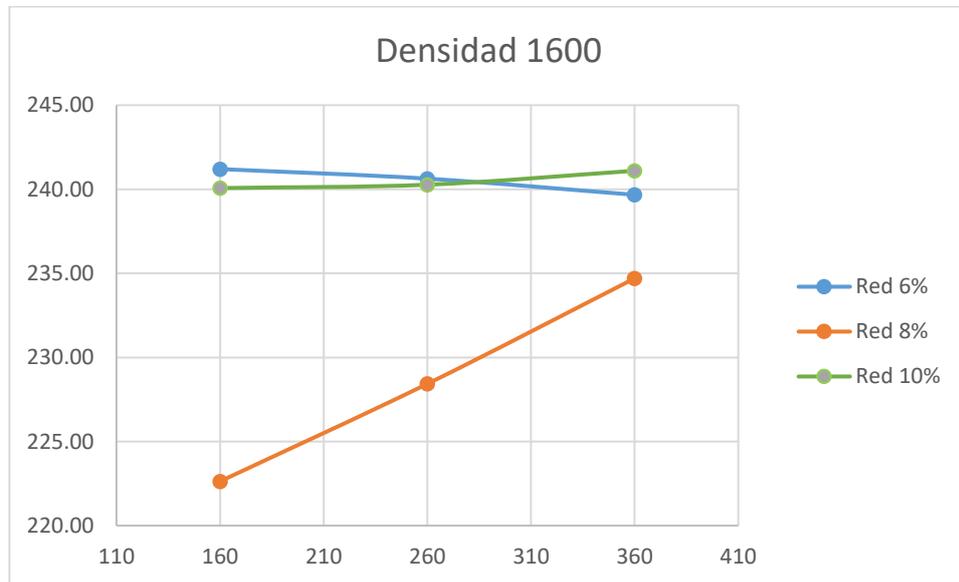


Gráfico 3: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1600 kg/m³

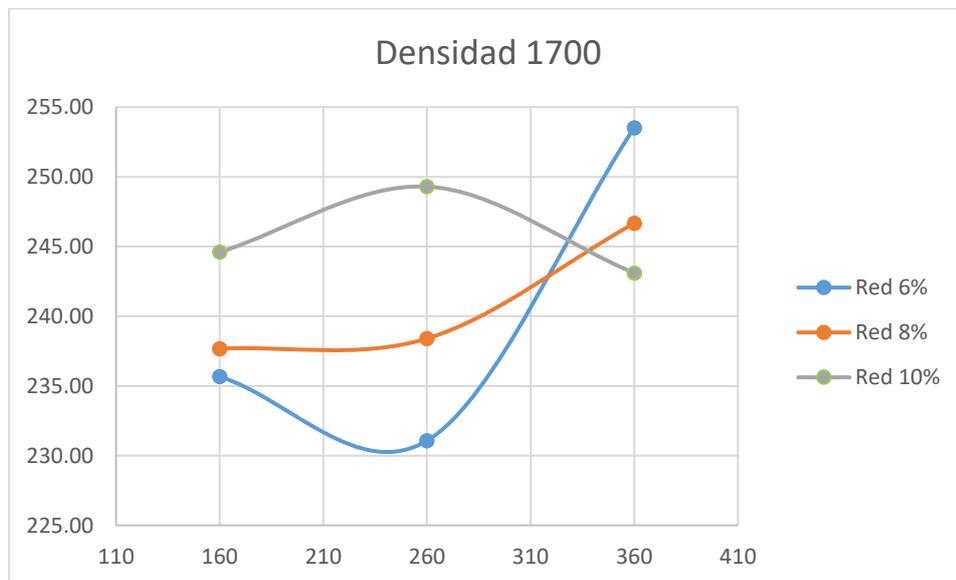


Gráfico 4: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1700 kg/m³

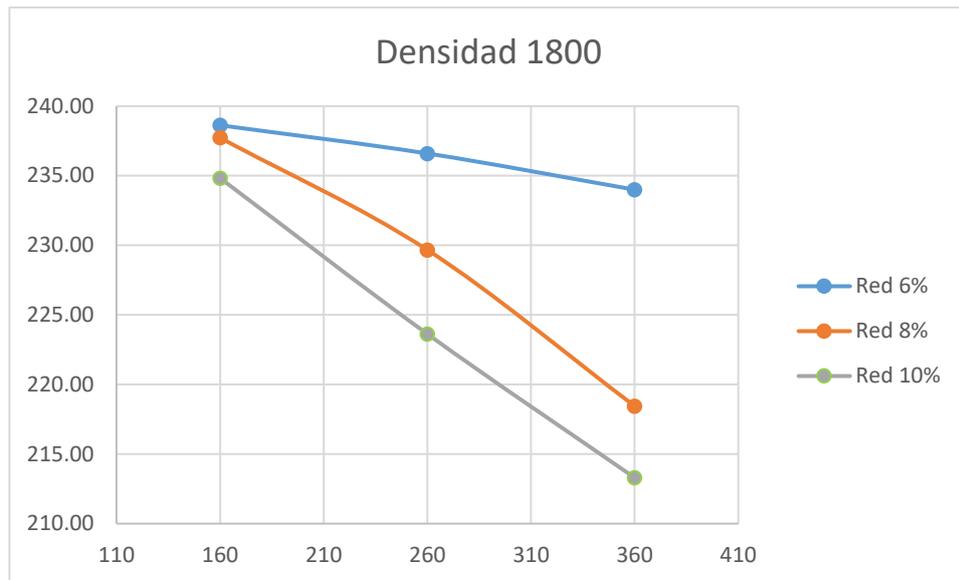


Gráfico 5: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1800 kg/m³

Guiándonos de la leyenda al costado del gráfico podemos visualizar la variación de las resistencias a la compresión de las muestras ensayadas para la variable de aditivo plastificante SIKA, considerando 160, 260 y 360 ml/bls de cemento.

b) Con respecto a la reducción de agua

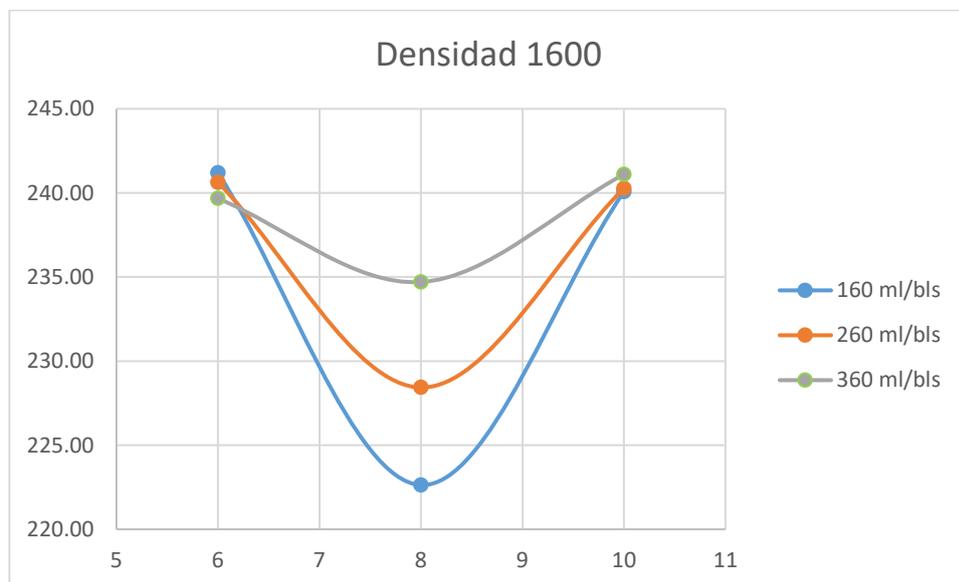


Gráfico 6: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la reducción de agua para densidades de 1600 kg/m³

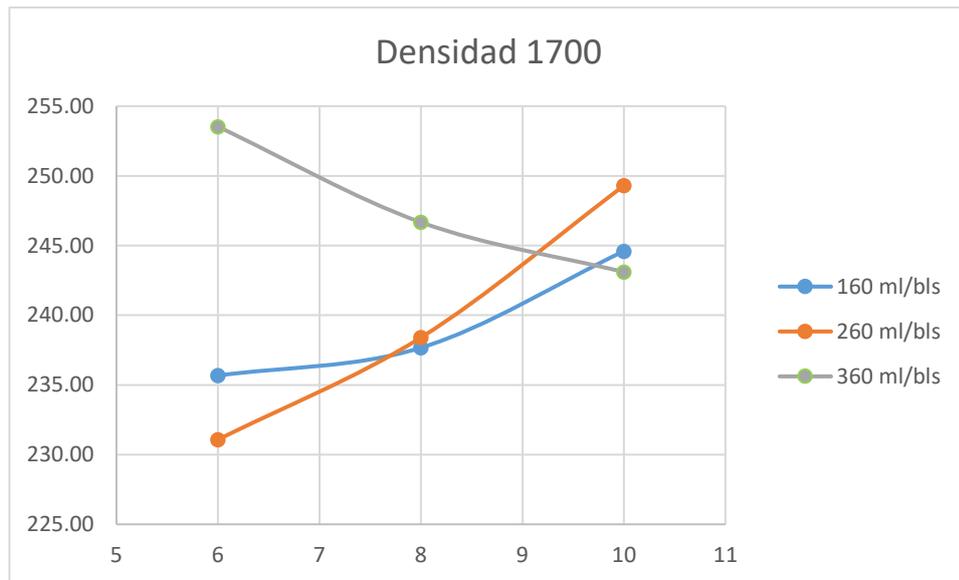


Gráfico 7: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la reducción de agua para densidades de 1700 kg/m³

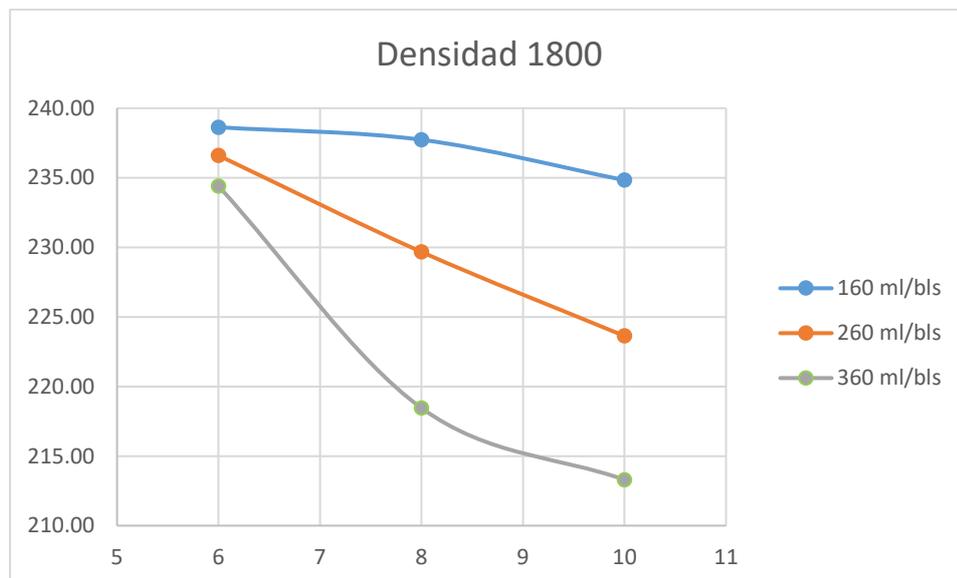


Gráfico 8: Variación de la resistencia a la compresión con respecto a la reducción de agua para densidades de 1800 kg/m³

Guiándonos de la leyenda al costado del gráfico podemos visualizar la variación de las resistencias a la compresión de las muestras ensayadas para la variable de reducción de agua, considerando 6, 8 y 10%. Esto repercute directamente en la relación a/c de las proporciones en la dosificación.

4.1.3. Variación del slump

a) Con respecto a la adición de aditivo plastificante SIKA

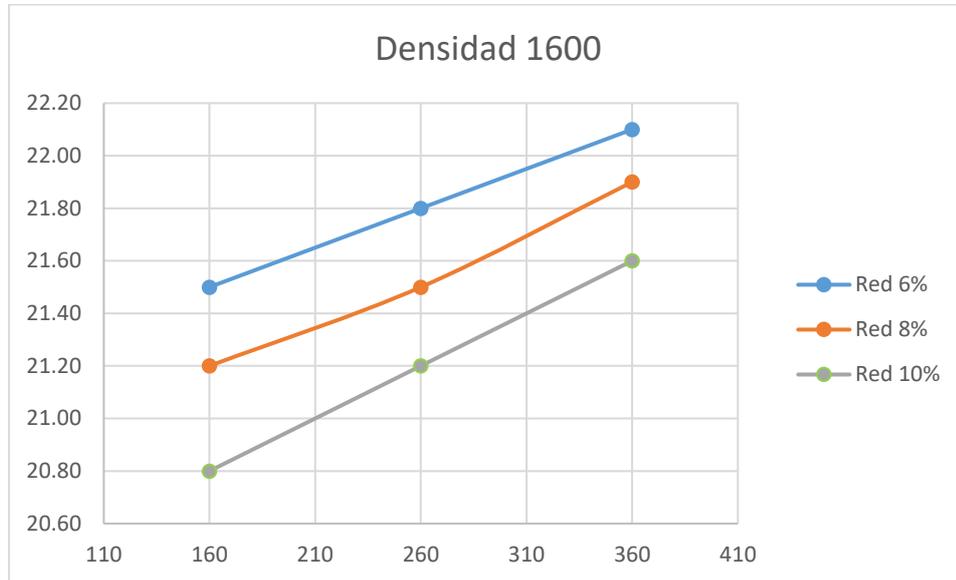


Gráfico 9: Variación del slump con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1600 kg/m³



Gráfico 10: Variación del slump con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1700 kg/m³

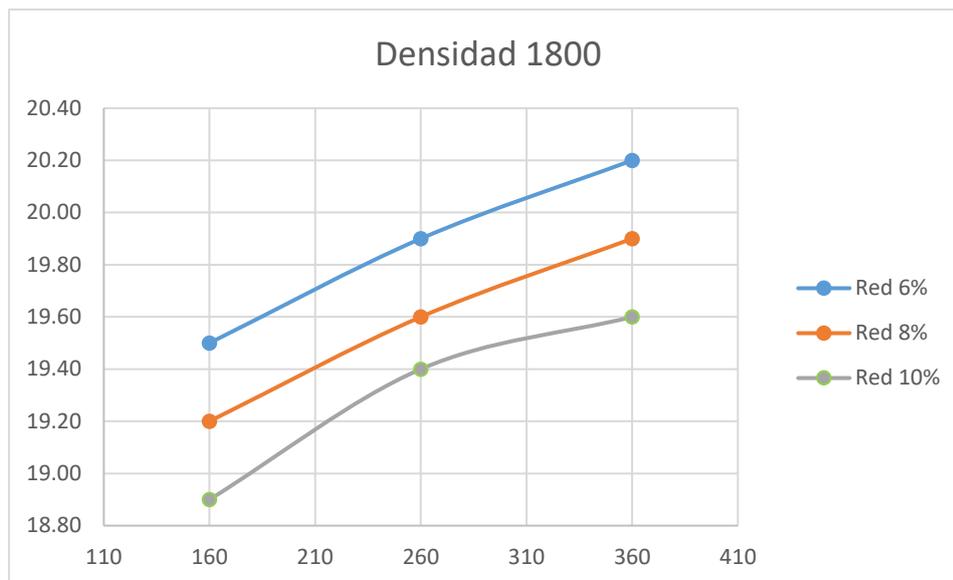


Gráfico 11: Variación del slump con respecto a la adición de aditivo plastificante para densidades de 1800 kg/m³

Guiándonos de la leyenda al costado del gráfico podemos visualizar la variación del slump de las muestras ensayadas para la variable de adición de aditivo plastificante SIKA, considerando 160, 260 y 360 ml/bls de cemento.

b) Con respecto a la reducción de agua

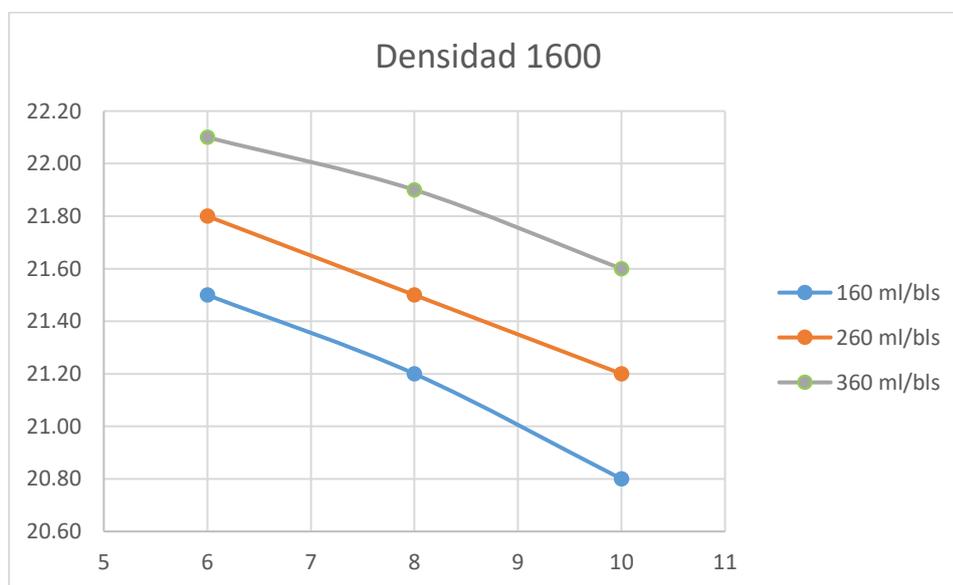


Gráfico 12: Variación del slump con respecto a la reducción de agua para densidades de 1600 kg/m³

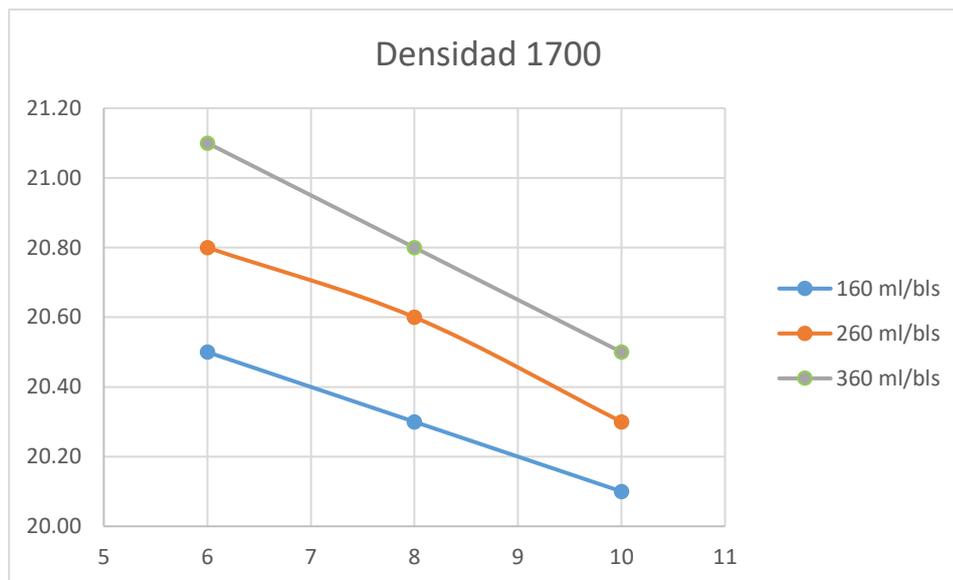


Gráfico 13: Variación del slump con respecto a la reducción de agua para densidades de 1700 kg/m³

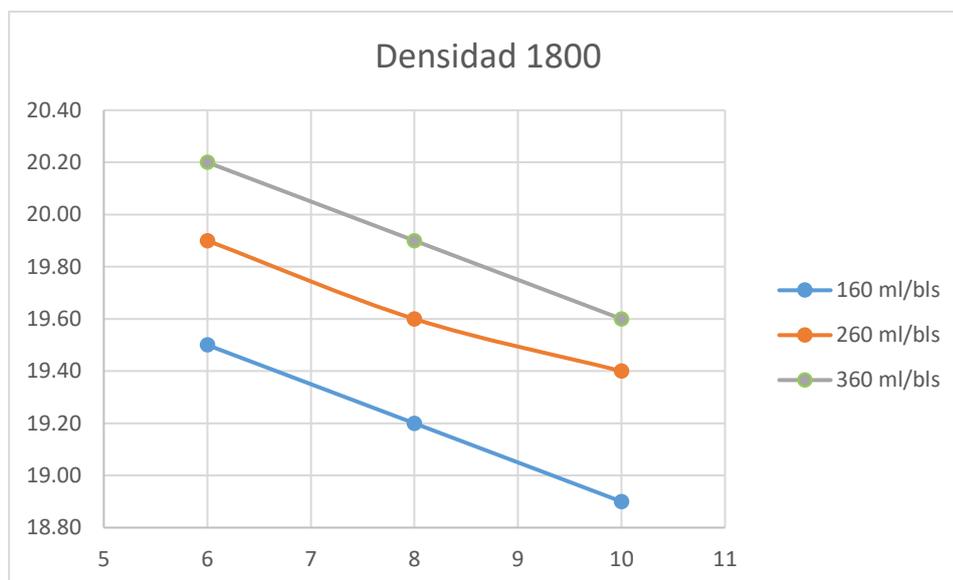


Gráfico 14: Variación del slump con respecto a la reducción de agua para densidades de 1800 kg/m³

Guiándonos de la leyenda al costado del gráfico podemos visualizar la variación del slump de las muestras ensayadas para la variable de reducción de agua, considerando 6, 8 y 10%. Esto repercute directamente en la relación a/c de las proporciones en la dosificación.

4.1.4. Variación de la resistencia a la compresión para probetas con y sin aditivo plastificante SIKA

DENSIDAD	RESISTENCIA		VARIACIÓN
1600	Promedio c/aditivo	236.52	31%
	Mínima c/ aditivo	222.63	23%
	Sin aditivo	180.97	

Tabla 20: Comparación de resistencias a la compresión para probetas con y sin aditivo plastificante con densidades de 1600 kg/cm³

DENSIDAD	RESISTENCIA		VARIACIÓN
1700	Promedio c/aditivo	242.22	31%
	Mínima c/ aditivo	231.07	25%
	Sin aditivo	185.50	

Tabla 21: Comparación de resistencias a la compresión para probetas con y sin aditivo plastificante con densidades de 1700 kg/cm³

DENSIDAD	RESISTENCIA		VARIACIÓN
1800	Promedio c/aditivo	229.65	23%
	Mínima c/ aditivo	213.30	14%
	Sin aditivo	186.30	

Tabla 22: Comparación de resistencias a la compresión para probetas con y sin aditivo plastificante con densidades de 1800 kg/cm³

4.2. Docimasia de hipótesis

La adición del aditivo plastificante Sika junto con la reducción de agua en el concreto a base de poliestireno expandido de densidad de 1600 kg/cm² permitirá conseguir una resistencia 10% mayor a la resistencia

del concreto sin aditivo ni reducción de agua, se establece como un determinante positivo, ya que se ha logrado demostrar que permite conseguir una resistencia como mínimo 23% mayor con esta densidad.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Los ensayos de compresión realizados, nos demuestran la influencia del aditivo plastificante Sika, ya sea para las densidades de 1600, 1700 y 1800 kg/m³, se obtuvieron resultados mayores que aquellos ensayados sin el aditivo plastificante Sika.
- Se observó que para la densidad de 1800 kg/m³, los resultados bajan notablemente, e incluso tienden a fallar, como lo fue con las probetas de las proporciones 28, 29 y 30, donde se obtuvieron resistencias entre 80 y 115 kg/m³, que difieren ampliamente del resto de resultados.
- La resistencia a la compresión mayor se encontró en la proporción 17, llegando a un máximo de 254.4 kg/m³ y un promedio de 253.53 kg/m³.
- Para el caso del slump, el mayor resultado lo encontramos en la proporción 7, con 22.1 cm.

CONCLUSIONES

- a) La adición del aditivo plastificante Sika mejora las propiedades del concreto liviano a base de poliestireno expandido.
- b) La dosificación presentada en la norma ACI 523.3R, para concretos livianos a base de poliestireno expandido, es factible para densidades no mayores a 1800, donde comienzan a fallar las probetas en los ensayos de compresión.
- c) Los resultados más óptimos se obtienen para densidades de 1700 kg/m³, donde se encuentra tanto resistencia a la compresión alta, como un slump óptimo.
- d) La adición del aditivo Sika en concretos livianos a base de poliestireno expandido, permite pueda cumplir un rol estructural, debido a los altos

esfuerzos que resisten, siendo el máximo, de una resistencia a la compresión de 254.4 kg/m³.

- e) Se puede observar un aumento en el slump, con la adición del aditivo plastificante Sika, así como una reducción del mismo, al haber una reducción de agua.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar ensayos de tracción y compresión, como parte de elementos estructurales, tales como vigas o columnas.
- Se recomienda hacer ensayos que impliquen demostrar las ventajas del concreto liviano a base de poliestireno expandido como son: aislante térmico, aislante acústico, resistencia al fuego, entre otros.
- Se recomienda hacer un análisis de costos en obra, con los materiales dosificados, así como un estudio de factibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2016). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO (TEORIA Y PROBLEMAS)* (San Marcos (ed.); 3rd ed.).
- ACI 213R. (2014). *Guide for Structural Lightweight-Aggregate Concrete. American Concrete Institute.*
- ACI 523.3R. (2014). *Guide for cellular concretes above 50 pcf, and for aggregate concretes above 50 pcf with compressive strengths less than 2500 psi. American Concrete Institute.*
- Arapa Cruz, J. E. (2016). *Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante.*
- AS 1012. (2015). *Methods of testing concrete. Standards Association of Australia.*
- de Brito, J., & Saikia, N. (2013). *Recycled Aggregate in Concrete. Use of Industrial, Construction and Demolition Waste* (Springer (ed.)).
- MARCO. (2020). *Canteras, Explotación Minera.*
- Mejía Espinoza, L. R. (2010). *Utilización de hormigón celular como base y subbase en la construcción de carreteras.*
- NTP 334.009. (2005). CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 339.034. (2005). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 339.035. (2009). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 339.047. (2006). HORMIGÓN (CONCRETO) Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados, tenemos los siguientes conceptos. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*

- NTP 339.185. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 400.010. (2011). AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 400.012. (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 400.017. (2011). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 400.018. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N°200) por lavado de agregados. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 400.022. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- NTP 400.043. (2015). AGREGADOS. Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo. *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.*
- Rodríguez Chico, H. E. (2017). *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural - Cajamarca.*

ANEXOS

1. Fotos















































2. Pesos unitarios de los agregados



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : PAOLO DANILO SANCHEZ VARGAS - RENZO ANDRE VIVANCO GUZMAN
OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
CANTERA : LA CUMBRE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : ENERO DEL 2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	6028	6022	6015
Peso de molde	1642	1642	1642
Peso de muestra	4386	4380	4373
Volumen de molde	2775	2775	2775
Peso unitario	1581	1578	1576
Peso unitario prom.	1578		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	6589	6626	6615
Peso de molde	1642	1642	1642
Peso de muestra	4947	4983	4973
Volumen de molde	2775	2775	2775
Peso unitario	1783	1796	1792
Peso unitario prom.	1790		

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 29.

NOTA : La muestra fue traída por los interesados.



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 50226

Celular: 975489080 - 992512283 / calman50@hotmail.com

3. Gravedad específica y absorción



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

SOLICITA : PAOLO DANILO SANCHEZ VARGAS - RENZO ANDRE VIVANCO GUZMAN
OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : LA CUMBRE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : ENERO DEL 2021

P.E. Bulk (Base Seca)	:	2.736
P.E. Bulk (Base Saturada)	:	2.755
P.E. Aparente (Base Seca)	:	2.789
Absorción (%)	:	0.70

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

NOTA: : La muestra fue traída por los interesados.



GEOCYP S.R.L.
Celso Manríquez Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90225

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

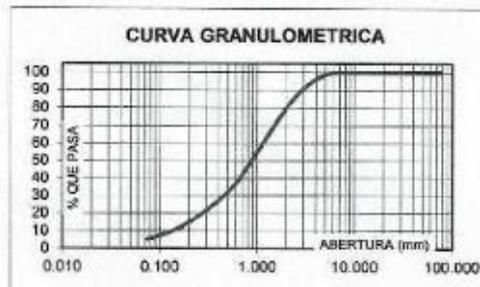
ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITA : PAOLO DANILO SANCHEZ VARGAS - RENZO ANDRE VIVANCO GUZMAN
OBRA : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
FECHA : ENERO DEL 2021 CANTERA : LA CUMBRE MATERIAL : ARENA GRUESA

PESO SECO INICIAL	583.4
PESO SECO LAVADO	646.80
PESO PERDIDO POR LAVADO	35.80

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	10.80	1.59	1.59	98.41
N° 8	2.360	90.70	13.27	14.87	85.13
N° 16	1.180	163.00	23.85	38.72	61.28
N° 30	0.600	165.20	24.17	62.89	37.11
N° 50	0.300	104.00	15.22	78.11	21.89
N° 100	0.150	73.10	10.70	88.81	11.19
N° 200	0.075	39.70	5.81	94.62	5.38
PLATO		36.80	5.38	100.00	0.00
TOTAL		683.40	100.00		

MODULO DE FINEZA : 2.85



ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 136.

NOTA : La muestra fue traída por los interesados.



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 30226

Celular: 975489080 - 992512383 / celman50@hotmail.com

5. Ensayos de compresión (muestras representativas)



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 04 DE JULIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD	PESO	DIAM.	CARGA	ÁREA	RESISTENCIA
		Elemento	PROPORCIÓN 29 – DENSIDAD 1800	Moldeo	Rotura						
	9	Und	POR 1 M ³								
		kg	386.54	11/06/21	09/07/21	28	12.795	15.38	39790	185.8	214.2
		L	131.98								
		kg	1279.12								
		kg	43.01								
		L	3.27								

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 04 DE JULIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	N.º	Elemento	Moldeo	Rotura							
8	PROPORCIÓN 28 – DENSIDAD 1800		11/06/21	09/07/21	28	12.795	15.38	16000	185.8	85.2	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									385.71
	Agua	L									134.84
	Agregado	kg									1276.38
	Poliestireno modificado	kg									42.54
Aditivo Sika	L	3.27									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 60226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 04 DE JULIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
7	PROPORCIÓN 27 – DENSIDAD 1800		11/06/21	09/07/21	28	12.795	15.38	43410	185.8	234.0	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									384.89
	Agua	L									138.20
	Agregado	kg									1273.09
Poliestireno modificado	kg	42.27									
Aditivo Sika	L	3.26									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 60226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 04 DE JULIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²
	Elemento		Moldeo	Rotura						
6	PROPORCIÓN 26 – DENSIDAD 1800		11/06/21	09/07/21	28	12.795	15.38	41100	185.8	224.7
		Unid. POR 1 M ³								
	Cemento	kg 386.54								
	Agua	L 131.97								
	Agregado	kg 1279.12								
	Poliestireno modificado	kg 43.01								
Aditivo Sika	L 2.38									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 10 DE JUNIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	N.º	TESTIGO	FECHA		EDAD	PESO	DIAM.	CARGA	ÁREA	RESISTENCIA
			Moldeo	Rotura						
	5	PROPORCIÓN 25 – DENSIDAD 1800								
		Unid								
		kg								
		L								
		kg								
		kg								
		L								

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 10 DE JUNIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD	PESO	DIAM.	CARGA	ÁREA	RESISTENCIA
		Elemento	PROPORCIÓN 24 – DENSIDAD 1800	Moldeo	Rotura						
	4	Und	POR 1 M ³								
		kg	364.89	10/05/21	07/06/21	28	12.795	15.38	43748	185.8	236.4
		L	139.11								
		kg	1273.05								
		kg	42.27								
		L	2.35								

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 10 DE JUNIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²
	Elemento		Moldeo	Rotura						
3	PROPORCIÓN 23 – DENSIDAD 1800		10/05/21	07/06/21	28	12.795	15.38	44300	185.8	235.4
		Unid. POR 1 M ³								
Cemento	kg	386.54								
Agua	L	132.88								
Agregado	kg	1279.12								
Poliestireno modificado	kg	43.01								
Aditivo Sika	L	1.48								

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornejo
INGENIERO CIVIL
CIF 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 10 DE JUNIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
2	PROPORCIÓN 22 – DENSIDAD 1800		10/05/21	07/06/21	28	12.795	15.38	43910	185.8	237.9	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									385.71
	Agua	L									136.46
	Agregado	kg									1276.39
	Poliestireno modificado	kg									42.54
Aditivo SIKI	L	1.46									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 10 DE JUNIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO Elemento	FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²		
		Moldeo	Rotura								
1	PROPORCIÓN 21 – DENSIDAD 1800		10/05/21	07/06/21	28	12.795	15.38	44400	185.8	238.4	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									384.89
	Agua	L									140.31
	Agregado	kg									1273.80
	Poliestireno modificado	kg									42.27
Aditivo SIKI	L	1.40									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Matrigue Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90228

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN

Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH

Fecha : 16 DE MAYO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²
	Elemento		Moldeo	Rotura						
10	PROPORCIÓN 20 – DENSIDAD 1700		05/04/21	06/05/21	28	12.795	15.38	34780	185.8	185.5
	Und	POR 1 M ³								
	Cemento	kg								
	Agua	L								
	Agregado	kg								
	Poliestireno modificado	kg								
	Aditivo SIKI	L								

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 16 DE MAYO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	N.º	TESTIGO	FECHA		EDAD	PESO	DIAM.	CARGA	ÁREA	RESISTENCIA	
			Moldeo	Rotura							Días
	9	PROPORCIÓN 19 – DENSIDAD 1700									
		Elemento									
		Und									
		Por 1 m ³									
		Cemento	kg	388.41							
		Agua	L	137.04							
		Agregado	kg	1171.26							
		Poliestireno modificado	kg	48.48							
		Aditivo Sika	L	3.29							
				05/04/21	06/05/21	28	12.795	15.38	45120	185.8	243.2

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Enrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 16 DE MAYO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	N.º	Elemento	Moldeo	Rotura							
8	PROPORCIÓN 18 – DENSIDAD 1700		05/04/21	06/05/21	28	12.795	15.38	46450	185.8	248.4	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									387.53
	Agua	L									140.91
	Agregado	kg									1358.59
	Poliestireno modificado	kg									48.11
Aditivo Sika	L	3.28									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90228

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 16 DE MAYO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
7	PROPORCIÓN 17 – DENSIDAD 1700		05/04/21	06/05/21	28	12.795	15.38	47760	185.8	254.4	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									388.84
	Agua	L									144.18
	Agregado	kg									1355.93
	Poliestireno modificado	kg									47.74
Aditivo Sika	L	3.28									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 16 DE MAYO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
6	PROPORCIÓN 16 – DENSIDAD 1700		05/04/21	06/05/21	28	12.795	15.38	46970	185.8	250.2	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									388.41
	Agua	L									137.96
	Agregado	kg									1171.26
	Poliestireno modificado	kg									48.46
Aditivo Sika	L	2.38									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP/90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 22 DE ABRIL DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
5	PROPORCIÓN 15 - DENSIDAD 1700		05/03/21	05/04/21	28	12.795	15.38	43440	185.8	238.8	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									387.53
	Agua	L									141.52
	Agregado	kg									1358.99
	Poliestireno modificado	kg									48.11
Aditivo Sika	L	2.37									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 22 DE ABRIL DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO Elemento	FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²
		Moldeo	Rotura						
4	PROPORCIÓN 14 – DENSIDAD 1700	Und	POR 1 M ³	05/03/21	12.795	15.38	43300	185.8	229.8
		kg	389.84						
		L	143.36						
		kg	1355.93						
		kg	47.74						
		L	2.37						

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 22 DE ABRIL DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO Elemento	FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²		
		Moldeo	Rotura								
3	PROPORCIÓN 13 – DENSIDAD 1700		05/03/21	05/04/21	28	12.795	15.38	45270	185.8	245.6	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									388.41
	Agua	L									138.87
	Agregado	kg									1171.26
	kg	48.48									
	L	1.48									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 22 DE ABRIL DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO Elemento	FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²		
		Moldeo	Rotura								
2	PROPORCIÓN 12 – DENSIDAD 1700		05/03/21	05/04/21	28	12.795	15.38	43460	185.8	236.4	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									387.53
	Agua	L									142.43
	Agregado	kg									1358.59
Poliestireno modificado	kg	45.11									
Aditivo Sika	L	1.48									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 22 DE ABRIL DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
1	PROPORCIÓN 11 – DENSIDAD 1700		05/03/21	05/04/21	28	12.795	15.38	43170	185.8	235.4	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									389.64
	Agua	L									145.97
	Agregado	kg									1355.93
	Poliestireno modificado	kg									47.74
Aditivo SIKI	L	1.48									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



Celso Manrique Corsetti
GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Corsetti
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 27 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
10	PROPORCIÓN 10 – DENSIDAD 1600		05/02/21	05/03/21	28	12.795	15.38	33840	188.2	182.4	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									386.76
	Agua	L									160.33
	Agregado	kg									1052.71
	Poliestireno modificado	kg									52.48
Aditivo Sika	L	0									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornejo
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 27 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	N.º	Elemento	Moldeo	Rotura							
9	PROPORCIÓN 9 - DENSIDAD 1600		05/02/21	05/03/21	28	12.795	15.38	44120	185.8	242.8	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									390.53
	Agua	L									143.17
	Agregado	kg									1052.09
	Poliestireno modificado	kg									53.94
Aditivo Sika	L	3.31									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 27 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	N.º	Elemento	Moldeo	Rotura							
8	PROPORCIÓN 8 - DENSIDAD 1600		05/02/21	05/03/21	28	12.795	15.38	42890	187.7	234.5	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									389.58
	Agua	L									148.72
	Agregado	kg									1060.40
	kg	53.57									
Poliestireno modificado											
Aditivo Sika	L	3.30									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 27 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²
	Elemento		Moldeo	Rotura						
7	PROPORCIÓN 7 – DENSIDAD 1600		05/02/21	05/03/21	28	12.795	15.38	44850	185.5	240.5
Cemento	kg	388.84								
Agua	L	150.25								
Agregado	kg	1057.92								
Poliestireno modificado	kg	53.20								
Aditivo SIKI	L	3.20								

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 27 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD	PESO	DIAM.	CARGA	ÁREA	RESISTENCIA	
		Elemento		Moldeo	Rotura							Días
	6	PROPORCIÓN 6 – DENSIDAD 1600										
		Und	POR 1 M ³									
		Cemento	kg	390.53								
		Agua	L	144.99	05/02/21	05/03/21	28	12.795	15.38	44010	187.7	239.7
		Agregado	kg	1052.99								
		Poliestireno modificado	kg	53.94								
		Aditivo Sika	L	2.39								

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Renzo Enrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 03 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP.	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	N.º	Elemento	Moldeo	Rotura							
5	PROPORCIÓN 5 – DENSIDAD 1600		04/01/21	01/02/21	28	12.795	15.38	41940	181.9	228.4	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									369.58
	Agua	L									147.83
	Agregado	kg									1050.40
	Poliestireno modificado	kg									53.57
Aditivo Sika	L	2.38									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Márquez Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celmar50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 03 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
4	PROPORCIÓN 4 – DENSIDAD 1600		04/01/21	01/02/21	28	12.795	15.38	45040	188.4	241.8	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									388.84
	Agua	L									151.18
	Agregado	kg									1057.82
Poliestireno modificado	kg	53.20									
Aditivo Sika	L	2.38									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 03 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
3	PROPORCIÓN 3 – DENSIDAD 1600		04/01/21	01/02/21	28	12.795	15.38	45030	188.2	239.3	
		Unid									POR 1 M ³
	Cemento	kg									390.53
	Agua	L									148.91
	Agregado	kg									1052.59
Poliestireno modificado	kg	53.94									
Aditivo Sika	L	1.47									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 03 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
2	PROPORCIÓN 2 – DENSIDAD 1600		04/01/21	01/02/21	28	12.795	15.38	41350	186	222.3	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									369.58
	Agua	L									148.55
	Agregado	kg									1080.40
	Poliestireno modificado	kg									53.57
Aditivo Sika	L	1.47									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 03 DE MARZO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²	
	Elemento		Moldeo	Rotura							
1	PROPORCIÓN 1 – DENSIDAD 1600		04/01/21	01/02/21	28	12.795	15.38	44850	185.8	241.4	
		Und									POR 1 M ³
	Cemento	kg									388.84
	Agua	L									152.38
	Agregado	kg									1057.82
	Poliestireno modificado	kg									53.10
Aditivo Sika	L	1.48									

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celmar: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASPALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

INFORME

Solicitante : PAOLO DANILO SÁNCHEZ VARGAS – RENZO ANDRÉ VIVANCO GUZMÁN
Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE SIKI EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
Lugar : CHIMBOTE – PROVINCIA DE ANCASH – DEPARTAMENTO DE ANCASH
Fecha : 04 DE JULIO DE 2021

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

Normas técnicas: MTC E-704, ASTM C-39, AASHTO T-22

ESP. N.º	TESTIGO		FECHA		EDAD Días	PESO kg	DIAM. cm	CARGA kg	ÁREA cm ²	RESISTENCIA kg/cm ²
	Elemento		Moldeo	Rotura						
10	PROPORCIÓN 30 – DENSIDAD 1800		11/06/21	09/07/21	28	12.795	15.38	35180	185.8	186.9
	Unid	POR 1 M ³								
Cemento	kg	381.63								
Agua	L	158.53								
Agregado	kg	1252.89								
Poliestireno modificado	kg	40.81								
Aditivo Sika	L	0								

Nota: Los testigos de concreto fueron elaborados y ensayados por el personal técnico de este laboratorio



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com