



UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**

TESIS

**“INFLUENCIA DEL ADITIVO SikaPlast-740 PE, EN LAS
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO
ARENA, OBTENIDO A PARTIR DE ARENA DE LA CANTERA LA
RINCONADA DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA, LORETO, PERÚ.
2021”.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES: ESTRADA CHAPOÑAN JESÚS ANTONIO
MONGE SANDOVAL ALEJANDRO**

ASESOR: MG. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

COASESOR: ING. CLAUDIA DE JESÚS MORALES AQUITUARI

Iquitos, Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres que con sus ayuda no lo habría podido lograr, a mis hermanos que siempre son los que me motivan, me dan su cariño y me ayudan a ser mejor, y todas aquellas personas que siempre han estado ahí para ayudarme a crecer y desarrollarme.

Jesús Antonio Estrada Chapoñan

Dedicado a todas aquellas personas interesadas en conocer los resultados expuestos en la presente tesis de investigación en cuanto a la influencia de este aditivo plastificante en el mortero estructural, tanto en su estado fresco como en su resistencia en el estado endurecido.

Alejandro Monge Sandoval

AGRADECIMIENTO

Para realizar este trabajo he recurrido a muchas personas que me han colaborado con tiempo, ideas, sugerencias que al final se ven plasmado en mi trabajo y darles las gracias por todo.

También agradecer a los ingenieros que me ayudaron a formarme profesionalmente por todo el conocimiento compartido en las aulas.

Jesús Antonio Estrada Chapoñan

A mi familia por su noble apoyo, a los diferentes investigadores que me precedieron, ya que con sus aportes enriquecen lo plasmado en la presente. Y a todas aquellas personas que influyeron para el desarrollo de la presente.

Alejandro Monge Sandoval

HOJA DE APROBACIÓN



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°144-2021-UCP-FCEI de fecha 25 de marzo de 2021 y modificada con Resolución Decanal N°904-2022-UCP-FACEI de fecha 24 de marzo del 2022. La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| • Ing. Felix Wong Ramírez, M.Sc. | Presidente |
| • Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg | Miembro |
| • Ing. Liliana Bautista Serpa, M. Sc. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M. Sc.

Como Co Asesor: Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituarí, M.Sc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 14:00 horas del día 17 de junio del 2022, en las instalaciones de la sala de audiencias de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SikaPlast-740 PE, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO ARENA, OBTENIDO A PARTIR DE ARENA DE LA CANTERA LA RINCONADA DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA, LORETO, PERÚ, 2021".

Presentado por los sustentantes:

**JESÚS ANTONIO ESTRADA CHAPOÑAN y
ALEJANDRO MONGE SANDOVAL**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

 _____ Miembro	 _____ Presidente	 _____ Miembro
---	--	--

Contáctanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.3

Filial Tarapoto – Perú
42 - 38 5638 / 42 - 38 5640
Leoncio Prado 1070 / Martínez de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

HOJA DE ANTIPLAGIO



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

"INFLUENCIA DEL ADITIVO SikaPlast-740 PE, EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CEMENTO ARENA, OBTENIDO A PARTIR DE ARENA DE LA CANTERA LA RINCONADA DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA, LORETO, PERÚ. 2021"

De los alumnos: ESTRADA CHAPOÑAN JESÚS ANTONIO Y MONGE SANDOVAL ALEJANDRO, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de 16% de plagio.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 08 de Febrero del 2022.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

CIRA/16-a
60-2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
HOJA DE APROBACIÓN	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XII
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes del estudio.....	3
1.2. Bases teóricas.....	12
1.2.1. Concreto	12
1.2.2. Cemento	15
1.2.3. Agregados	18
1.2.4. Agregado fino	18
1.2.5. Aditivo plastificante (reductor del agua)	25
1.2.6. Aditivo reductor de agua de alto rango SikaPlast-740 PE .	28
1.2.7. Propiedades del concreto en estado fresco	29
1.2.8. Propiedades del concreto en estado endurecido	33
1.3. Definición de términos básicos.	37

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	40
2.1. Descripción del problema.	40
2.2. Formulación del problema.	42
2.2.1. Problema general.	42
2.2.2. Problemas específicos.....	43
2.3. Objetivos.....	44
2.3.1. Objetivo general.	44
2.3.2. Objetivos específicos.....	44
2.4. Hipótesis.....	45
2.5. Variables.....	45
2.5.1. Identificación de variables.....	45
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.....	45
2.5.3. Operacionalización de las variables.....	48
CAPITULO III: METODOLOGÍA	49
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	49
o Tipo de Investigación	49
o Diseño de Investigación.....	49
3.2. Población y muestra.....	50
o Población.....	50
o Muestra	50

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.....	50
o Técnicas de Recolección de Datos.....	50
o Instrumentos de Recolección de datos.....	50
o Procedimientos de Recolección de Datos.....	50
3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	51
CAPITULO IV: RESULTADOS	52
4.1. Resultados de los ensayos del agregado fino	52
a. Granulometría De Agregado fino (NTP 400.012)	52
b. Módulo de fineza (NTP 400.011).....	54
c. Superficie Específica	55
d. Peso unitario (NTP 400.017).....	56
f. Material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018)	56
g. Peso específico (NTP 400.022).....	57
h. Resumen de los resultados del agregado fino y revisión del cumplimiento de las especificaciones de la norma ASTM C-33.....	58
4.2. Diseños de mezcla de los concretos.....	58
4.3. Propiedades del Concreto Fresco	66
4.4. Propiedades del Concreto Endurecido	67
a. Resistencia a la compresión	67
b. Resistencia a la flexión.....	73
c. Tracción indirecta	74

d. Módulo de elasticidad y módulo de Poisson.....	80
4.5. Resumen y análisis de los resultados	80
CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1. Discusión.....	88
5.2. Conclusiones.....	91
5.3. Recomendaciones	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características químicas del Cemento Sol tipo I.....	17
Tabla 2. Características físicas del cemento Portland Tipo I – Sol	17
Tabla 3. Límites granulométricos según normas NTP 400.037 y ASTM C – 33	20
Tabla 4 - Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado fino....	52
Tabla 5 - Análisis granulométrico de la muestra N° 02 del agregado fino....	53
Tabla 6 - Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino....	54
Tabla 7 - Peso unitario suelto del agregado fino.....	56
Tabla 8 - Peso unitario compactado del agregado fino	56
Tabla 9 - Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino.....	56
Tabla 10 - Peso específico y absorción del agregado fino	57
Tabla 11 - Tabla resumen del agregado fino.....	58
Tabla 12 - Tabla resumen de los diseños sin aditivo	58
Tabla 13 - Tabla resumen de los diseños con aditivo	59
Tabla 14 – Resultados de los ensayos del concreto fresco.....	66
Tabla 15 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación $A/C=0.92$ sin aditivo.....	67
Tabla 16 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación $A/C=0.92$ con aditivo	68
Tabla 17 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación $A/C=0.76$ sin aditivo.....	69
Tabla 18 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación $A/C=0.76$ con aditivo	70

Tabla 19 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación A/C=0.62 sin aditivo.....	71
Tabla 20 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación A/C=0.62 con aditivo	72
Tabla 21 – Resultados de la resistencia a la flexión.....	73
Tabla 22 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.92 sin aditivo.....	74
Tabla 23 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.92 con aditivo.....	75
Tabla 24 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.76 sin aditivo.....	76
Tabla 25 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.76 con aditivo.....	77
Tabla 26 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.62 sin aditivo.....	78
Tabla 27 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.62 con aditivo.....	79
Tabla 28 - Resultados de los ensayos del módulo elástico a los 28 días.....	80
Tabla 29 - Resultados de los ensayos del módulo de Poisson a los 28 días.	80
Tabla 30 - Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión durante 28 días.	80
Tabla 31 - Porcentajes de progresión de la resistencia a la compresión durante 28 días.	81
Tabla 32 – Dispersión entre testigos.	82

Tabla 33 - Los coeficientes de variación para resultados de la resistencia a la compresión durante 28 días.....	83
Tabla 34 – Dispersión entre testigos.....	83
Tabla 33 - Resumen de los resultados de los concretos cemento-arena.....	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado fino	52
Gráfico 2 - Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado fino	53
Gráfico 3 - Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado fino	54
Gráfico 4 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.92 sin aditivo	60
Gráfico 5 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.92 sin aditivo	60
Gráfico 6 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.92 con aditivo	61
Gráfico 7 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.92 con aditivo	61
Gráfico 8 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.76 sin aditivo	62
Gráfico 9 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.76 con aditivo	63
Gráfico 10 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.76 con aditivo	63
Gráfico 11 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.62 sin aditivo	64
Gráfico 12 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.62 sin aditivo	64
Gráfico 13 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.62 con aditivo	65

Gráfico 14 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.62 con aditivo.....	65
Gráfico 15 - Progresión de la resistencia a la compresión para testigos sin aditivo.	84
Gráfico 16 - Progresión de la resistencia a la compresión para testigos sin aditivo.	84
Gráfico 17 - Resistencia a la compresión versus relación agua-cemento. ..	86
Gráfico 18 - Resistencia a la compresión versus cantidad de cemento.....	86
Gráfico 19 - Cantidad de aire atrapado en la mezcla del concreto vs relación agua cemento.....	87
Gráfico 20 - Resistencia a la flexión versus relación agua-cemento.....	87

RESUMEN

Iquitos, la ciudad de la Amazonía peruana, es un lugar aislado del resto del país. Ninguna vía terrestre le conecta con las otras ciudades del Perú. Los agregados para el uso en la construcción consisten solamente en arenas de bajo módulo de fineza. Los agregados gruesos solamente se transportan a la ciudad vía fluvial, resultando que su precio es alto. Arena se emplea, por lo general, en el concreto cemento-arena, el cual es preparado solo con agregado fino. La arena presenta alto valor de superficie específica y por consiguiente mayor requerimiento del agua y en efecto también del cemento.

El objetivo de la tesis es investigar el agregado de la cantera La Rinconada ubicada en la orilla del Río Nanay en cercanía del centro poblado Santa Clara del distrito de San Juan Bautista y la influencia del aditivo plastificante SikaPlast 740 en el concreto cemento-arena con este agregado. El cemento corresponde al TIPO I marca SOL. Se preparó tres mezclas patrón sin aditivo con diferentes relaciones agua cemento y tres mezclas empleando el aditivo SikaPlast 740. Se usó tres relaciones agua-cemento con valores de 0.92, 0.76 y 0.62 sin aditivo y con aditivo. Luego se comparó las propiedades mecánicas de los concretos obtenidos.

Los resultados de las propiedades del agregado arrojaron un valor muy bajo del módulo de fineza de la arena que fue 0.91, por consiguiente en los diseños de mezcla se apreció un requerimiento de agua muy alto. Concretos con el aditivo plastificante SikaPlast 740 mostraron disminución en la cantidad del cemento empleado 14.42% (1.37 bolsas), 13.70% (1.50 bolsas) y 7.14% (0.94 bolsas) para relaciones 0.92, 0.76 y 0.62 respectivamente. Aunque se logró disminuir la cantidad del cemento y del agua de amasado, la resistencia a la compresión a los 28 días se vio afectada en los casos de relaciones agua-cemento de 0.92 y 0.76 disminuyendo en 17.86% y 13.68%. En el caso de 0.62 hubo un aumento de la resistencia en 8.10%.

Palabras Clave: Plastificante, reductor del agua, concreto cemento-arena, mortero estructural, diseño de mezcla.

ABSTRACT

Iquitos, the city in the Peruvian Amazon, is a place isolated from the rest of the country. No land route connects it with the other cities of Peru. Aggregates for use in construction consist only of low-modulus fineness sands. Coarse aggregates are only transported to the city by river, resulting in a high price. Sand is generally used in sand-cement concrete, which is prepared with only fine aggregate. The sand has a high value of specific surface and therefore a higher requirement of water and, in effect, also of cement.

The objective of the thesis is to investigate the aggregate of the La Rinconada quarry located on the banks of the Nanay River near the Santa Clara populated center in the district of San Juan Bautista and the influence of the SikaPlast 740 plasticizer additive in the cement-sand concrete with this aggregate. The cement corresponds to TYPE I brand SOL. Three standard mixtures without additive were prepared with different water-cement ratios and three mixtures using the SikaPlast 740 additive. Three water-cement ratios were used with values of 0.92, 0.76 and 0.62 without additive and with additive. Then the mechanical properties of the obtained concretes were compared.

The results of the properties of the aggregate showed a very low value of the fineness modulus of the sand, which was 0.91, therefore, in the mix designs, a very high water requirement was observed. Concrete with the SikaPlast 740 plasticizer additive showed a decrease in the amount of cement used 14.42% (1.37 bags), 13.70% (1.50 bags) and 7.14% (0.94 bags) for ratios 0.92, 0.76 and 0.62, respectively. Although the amount of cement and mixing water was reduced, the compressive strength at 28 days was affected in the cases of water-cement ratios of 0.92 and 0.76, decreasing by 17.86% and 13.68%. In the case of 0.62 there was an increase in resistance at 8.10%.

Keywords: Plasticizer, water reducer, cement-sand concrete, structural mortar, mix design.

CAPITULO I: Marco Teórico

1.1. Antecedentes del estudio.

Aching, del Castillo (2018) en su trabajo de tesis “Influencia del plastificante reductor de agua sika-cem en el concreto cemento-arena-lquitos, 2018” se usó plastificante SikaCem. Se obtuvieron resultados para tres relaciones agua-cemento usando la misma cantidad de agua.

Para relación agua cemento 0.62 el asentamiento sin aditivo fue 3 ½” y con aditivo 10”. Resistencia a la compresión a los 28 días del curado fue 240 kg/cm² sin aditivo y 276 kg/cm² con aditivo.

Para relación agua cemento 0.58 el asentamiento de la mezcla sin aditivo fue 4 ½” y con aditivo 10 ¼”, resistencia a la compresión a los 28 días del curado fue 286 kg/cm² sin aditivo y 337 kg/cm² con aditivo.

Para relación agua cemento 0.54 el asentamiento de la mezcla sin aditivo fue 3 ¼” y con aditivo 10 ¾”, resistencia a la compresión a los 28 días del curado fue 318 kg/cm² sin aditivo y 340 kg/cm² con aditivo.

Ari Queque (2002), en su trabajo de tesis “Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland tipo I”, utilizó el aditivo superplastificante y retardador de fraguado “Sika Viscocrete – 1” basado en Poli carboxilatos Modificados, cemento portland tipo I Andino y agregados de las canteras “Cerro Camote” (agregado fino con módulo de finura de 2.51 y con 11.30% de material más fino que pasa la malla N° 200) y “Jicamarca” (agregado grueso como piedra chancada de tamaño nominal máximo 3/4” y tamaño máximo 1”) con el objetivo de determinar en qué medida se mejoran las propiedades del concreto, especialmente en lo referente a la ganancia de resistencia a la compresión

del concreto endurecido y retardar el tiempo de fraguado, para su uso en zonas cálidas.

Este estudio efectuado para tres relaciones agua/cemento ($a/c=0.40$, 0.45 y 0.50) y tres dosificaciones de aditivo para cada relación a/c : 1.0% , 1.2% y 1.4% del peso de cemento (los cuales equivalen a $386\text{cm}^3/\text{bol}$, $464\text{cm}^3/\text{bol}$ y $541\text{cm}^3/\text{bol}$ de cemento respectivamente). Encontró que el mayor beneficio es para la relación $a/c=0.50$, esto es por la variación existente entre el beneficio en la obtención de incremento de resistencia y el costo del concreto, pues para las tres relaciones a/c indicadas se aplicó $541\text{ cm}^3/\text{bol}$ de cemento de aditivo (1.4% de aditivo) obteniéndose a los 42 días un beneficio de resistencia y un incremento en el costo de 107.3% y 64.3% , respectivamente para la primera relación a/c ; y, para la segunda de 10.5% y 62.7% , respectivamente; y, para la relación $a/c=0.50$ obtuvo un beneficio en la resistencia de 96.6% y un incremento en el costo de 48.0% (Ari Queque, 2002). Y para las mismas relaciones $a/c = 0.40$, 0.45 y 0.50 en el diseño patrón (sin aditivo) obtuvo a los 42 días, resistencias a la compresión de 497.2 kg/cm^2 , 430.8kg/cm^2 y 420.8 kg/cm^2 , respectivamente; y, correspondientemente módulos elásticos de $138\ 960.21\text{ kg/cm}^2$, $215\ 968.31\text{kg/cm}^2$ y $260\ 577.77\text{kg/cm}^2$, respectivamente; sin embargo, para las tres relaciones a/c al aplicárselas $541\text{ cm}^3/\text{bol}$ de cemento de aditivo obtuvo los siguientes valores de módulos elásticos estáticos: $152\ 814.92\text{ kg/cm}^2$, $188\ 960.89\text{kg/cm}^2$ y $195\ 036.44\text{ kg/cm}^2$, respectivamente (Ari Queque, 2002).

Yzquierdo (2015), en su tesis para optar el título de ingeniero civil por la Universidad de Cajamarca, sobre "Influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con agregados grueso y fino con cemento Pacasmayo y cemento Inka, llegó a las siguientes conclusiones:

- "La dosis óptima de aditivo encontrada es de 425 mililitros por bolsa de cemento con la cual se obtuvo una resistencia a la compresión de 162.709 kg/cm^2 el cual representa el 77.48% del 100% (210 kg/cm^2), con cemento Pacasmayo Tipo I y con

cemento Inka Tipo I Co, se obtuvo una resistencia de 115.873 kg/cm², que es el 55.18% del 210 kg/cm², a los tres días de curado”.

- “La incorporación del aditivo Cherna Estruct, hace que incremente en 40.42% más la resistencia a la compresión en el cemento Pacasmayo Tipo I que el cemento Inka Tipo I Co, a los tres días”.
- “Al incorporar aditivo Cherna Estruct a la mezcla de concreto en la proporción de 425 mililitros por bolsa incrementa la resistencia a la compresión en un 20.57% con cemento Pacasmayo Tipo I, a los tres días”. Y, en la misma proporción por bolsa de cemento, la resistencia a la compresión se incrementa en 12.79% a los 28 días.
- “Cuando se incorpora aditivo Cherna Estruct en la proporción de 425 mililitros por bolsa de cemento a la mezcla de concreto incrementa la resistencia a la compresión en 10.56% con cemento Inka Tipo I Co, a los 28 días”.
- “La resistencia promedio a la compresión de especímenes de concreto elaborados sin aditivo Cherna Estruct a los 28 días, dio como resultado de 232.00 kg/cm² con cemento Pacasmayo Tipo I y con cemento Inka Tipo I Co, fue de 225.680 kg/cm²”.
- “La resistencia promedio a la compresión de especímenes de concreto elaborados con aditivo Cherna Estruct a los 28 días, dio como resultado de 258.586 kg/cm² con cemento Pacasmayo Tipo I y con cemento Inka Tipo I Co, fue de 239.990 kg/cm²”.
- “La desviación estándar de los 30 especímenes con cemento Pacasmayo Tipo I sin aditivo a los 28 días es de 14.482 kg/cm²”. “La desviación estándar de los 30 especímenes con

cemento Pacasmayo Tipo I con aditivo a los 28 días es de 12.373 kg/cm²".

- El coeficiente de variación de los 30 especímenes con cemento Inka Tipo I Co sin aditivo a los 28 días es de 27.27%. El coeficiente de variación de los 30 especímenes con cemento Inka Tipo I Co con aditivo a los 28 días es de 23.34%.
- La resistencia a flexión a los 7 días con cemento Pacasmayo Tipo I sin aditivo es de 13.509 kg/cm² el cual es el 10% de la resistencia a la compresión.
- La resistencia a tracción directa a los 7 días con cemento Pacasmayo Tipo I sin aditivo es de 16.587 kg/cm² el cual es el 14% de la resistencia a la compresión. (Yzquierdo, 2015)

Calderón (2016), en su tesis para optar el título de ingeniero civil por la Universidad Andina de Juliaca – Perú "Influencia del poliestireno, aditivo incorporador de aire en el comportamiento mecánico del concreto con agregado natural y procesado de la ciudad de Huancané", se propuso como objetivo general: determinar las propiedades mecánicas del concreto con poliestireno, aditivo incorporador de aire en el concreto, con agregado natural de la cantera Isla-Juliaca y agregado procesado de la cantera Quechaya-Huancané. Para ello elaboró 42 probetas, las cuales se dividieron en 2 grupos:

- El primer grupo de 21 briquetas, 03 de ellos con agregado natural, 09 agregando poliestireno en 0.3%, 0.6% y 0.9%, según el peso del cemento, y otros 09 agregando aditivo incorporador de aire en 0.3%, 0.6% y 0.9% según el peso del cemento.
- El segundo grupo de 21 briquetas, 03 de ellos con agregado procesado, 09 agregando poliestireno en 0.3%,

0.6% y 0.9%, según peso del cemento, y otros 09 agregando aditivo incorporador de aire en 0.3%, 0.6% y 0.9% según peso del cemento.

El “ensayo de rotura para determinar la resistencia a la compresión; y, el de deformación del concreto para determinar el módulo de elasticidad”, se efectuó, a la edad de 28 días de vaciado de las briquetas. Los resultados obtenidos con agregado natural de la cantera Isla incorporando poliestireno hasta el 0.9% según peso del cemento, indican una reducción de hasta un 20.58% de la resistencia y un 30.18% del módulo de elasticidad; y, en el concreto con agregado natural, con aditivo incorporador de aire hasta el 0.9% del peso del cemento, la resistencia reduce en un 16.49% y su módulo de elasticidad en un 25.83%, respectivamente. Y los resultados con agregado procesado de la cantera Quechaya Huancané, incorporando poliestireno hasta el 0.9% según peso del cemento, determinó una reducción de hasta un 26.08% en la resistencia a la compresión y un 12.47% en el módulo de elasticidad; y, en el concreto con agregado procesado con aditivo incorporador de aire hasta el 0.9% del peso del cemento, la resistencia reduce en un 28.73% y su módulo de elasticidad en un 5.41%, respectivamente.

Sánchez (2017), en su trabajo de tesis para optar el título de ingeniero civil, estudió la influencia del uso de aditivo superplastificante en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $f'c = 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$, elaborados con agregados grueso y fino del área de influencia del departamento de Junín (Perú), llegó a las siguientes conclusiones:

- El asentamiento de cono, para cualquier relación a/c, experimentó incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, e incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml.
- El tiempo transcurrido en alcanzar un asentamiento de cono de $3 \frac{1}{2}$ ”, para cualquier relación a/c, desarrolló incrementos

mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, e incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml.

- La mínima y máxima temperaturas promedio alcanzadas por las mezclas de concreto fueron de 19°C y 20°C. Estos valores están en los límites permisibles de 13°C y 32°C para una adecuada hidratación del concreto.
- La variación máxima de 1°C alcanzada por las mezclas corroboró que se tomaron las medidas adecuadas para evitar la influencia del medio exterior.
- La inclusión del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto para dosis iguales a 650 ml genera aire atrapado mínimo para las resistencias 175, 210 y 245 kg/cm² con sus respectivas relaciones a/c, lo que es favorable para las resistencias a la compresión finales.
- La inclusión del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto ocasionó un incremento del peso unitario del concreto para dosis iguales a 650 ml. Sin embargo, para dosis superiores a 650 ml, el peso unitario del concreto experimenta un decrecimiento. No obstante, este valor se encuentra mayormente por encima del peso unitario de la mezcla patrón salvo para los diseños A-5 y B-5. Esto ocurre debido a que con la adición de aditivo hasta dosis de 650 ml/100 kg de cemento el porcentaje de aire atrapado disminuye lo cual genera menos espacio de vacíos que serán ocupados por el concreto. Por ende, aumentará el peso unitario para esta dosificación.
- La inserción del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto, generó un porcentaje de exudación mínimo para dosis de 650 ml. Sin embargo, en la medida que se aumentan

dosis por encima de los 1600 ml, se observa que el porcentaje de exudación aumenta. No obstante, este valor esta siempre por debajo del porcentaje de exudación obtenido para la mezcla patrón.

- La exudación, para cualquier relación a/c, alcanzó decrecimientos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, y decrecimientos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml. • En síntesis, el aditivo superplastificante influye en la trabajabilidad del concreto, pues la incorporación del aditivo a las mezclas de concreto modificará las propiedades de asentamiento, temperatura, peso unitario y exudación.
- La adición del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto provocó en la mayoría de diseños de mezclas un breve retraso en el tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón. Estos valores son mayores para las dosis de 1600 ml. Este retraso se debe a la naturaleza o composición química del aditivo superplastificante, fabricado con sales de condensado de naftaleno sulfonado y formaldehído (SNF).
- El tiempo de fragua inicial, para cualquier relación a/c, alcanzó sus incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, y sus incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml.
- El tiempo de fragua final, para cualquier relación a/c, alcanzó sus incrementos mínimos con dosis de aditivo superplastificante de 650 ml, y sus incrementos máximos con dosis de aditivo superplastificante de 1600 ml.

Resistencia a la compresión

- Los valores del tiempo de fragua inicial y final, obtenidos para las diferentes dosis de aditivo con resistencia a la compresión

175, 210 y 245 kg/cm² con relaciones a/c = 0.63, 0.56 y 0.63, no superan los límites establecidos por la norma ASTM para aditivos Tipo F (-1:00 a +1:30 hrs: min) únicamente hasta la dosis de 650 ml/100 kg de cemento.

- La incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto ocasionó un incremento de la resistencia a la compresión para dosis debajo e igual a 1100 ml. Sin embargo, para dosis superiores a 1100 ml, la resistencia a la compresión del concreto experimenta un decrecimiento. No obstante, este valor se encuentra mayormente por encima de la resistencia a la compresión de la mezcla patrón.
- La resistencia a la compresión alcanza sus valores máximos con dosis de 1100 ml de aditivo superplastificante, para cualquier edad y resistencia con su respectiva relación a/c.
- La resistencia a la compresión logra alcanzar sus valores mínimos con dosis de 1600 ml de aditivo superplastificante, para cualquier edad y relación a/c.
- Se alcanzaron resistencias mayores al 50% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en tres días, para dosis de 650 ml del aditivo superplastificante para cualquier relación a/c.

Barba y García (2018), como trabajo de tesis para optar el título profesional de ingeniero civil presentaron un “Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento -arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista 2018”; y, concluyeron: “En la fase exploratoria, el “Concreto liviano no estructural - CL03”, alcanzó una resistencia $f'c$ de 175 kg/cm² y una densidad de 1484.49 kg/m³, por lo tanto, puede ser considerado un concreto estructural. Al preparar el concreto liviano con los aditivos Neoplast 8500 HP y Eucozell 1000, se llega a reducir la cantidad

de agua requerida para el diseño, manteniendo la trabajabilidad en la mezcla” (Barba y García, 2018).

Tenorio y Acosta (2020) Realizan estudio comparativo de las propiedades del concreto (cemento-arena): con arena de cantera fluvial – comunidad Astoria y con arena de cantera cuarzosa – comunidad Varillal en la ciudad de Iquitos. Indican que teniendo en consideración la normativa peruana estos valores no cumplen con el valor mínimo requerido para ser utilizados en concretos y/o morteros estructurales.

La superficie específica de ambas arenas presentan valores altos, evidenciando que, al momento de hacer los diseños de mezcla, estas arenas necesitaran de mayor pasta para cubrir el área superficial, y que los asentamientos del diseño tienen que ser los óptimos, porque a mayor superficie específica menor va ser la consistencia de la mezcla. También estos valores altos indican que los granos de estas arenas son de menores diámetros.

Los pesos unitarios sueltos y compactados, como también la gravedad específica, presentan valores que están dentro de los rangos establecidos para un agregado fino (arenas).

Los valores de la absorción están dentro de los rangos establecidos para un agregado fino, pero también indican que, a mayor absorción, más es el uso de agua en la mezcla para obtener el asentamiento necesario u óptimo.

Pérez y Flores (2019), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, investigaron la “Influencia de los Aditivos Incorporador de Aire y Superplastificante en las Propiedades Físicas Y Mecánicas del Concreto Cemento -Arena Liviano, elaborado con Perlas de Poliestireno Expandido y Agregado Fino”. En esta investigación llegaron a las siguientes conclusiones: “El uso de concreto cemento - arena liviano a partir de la mezcla de solamente agregado fino de módulo de fineza promedio 1,31 y perlas de poliestireno expandido de tamaño máximo nominal \varnothing 1/4”, cemento portland, agua y aditivos, es técnicamente factible; y, es necesario conocerse la dosificación y regular su uso en la normativa correspondiente” (Pérez y Flores, 2019).

Determinaron la influencia de la variación de la dosificación de los aditivos incorporador de aire (Euco cell 1000) y superplastificante (Neoplast 8500 HP), pero manteniéndose constante la relación a/c, el porcentaje de agregado fino y perlas de poliestireno determinados en un diseño patrón. Este concreto, obtenido en combinación con una relación en peso aditivo/cemento de 0.006 de Neoplast y 0.00 de Euco cell, al 95% de nivel de confianza, alcanzó una densidad de 1632,71 kg/m³ y una resistencia a la compresión a los 28 días de 195 kg/cm², siendo significativa la correlación de Neoplast vs resistencia (1.1%) y no siendo necesario el empleo de Euco cell. Asimismo, al 95% de nivel de confianza, a los 28 días alcanzó una resistencia a la tracción de 15,09 kg/cm² y a la flexión de 35,15 kg/cm², y un módulo elástico de 206 910 kg/cm²; habiéndose superado el rango de resistencia a la compresión, para concretos livianos no estructurales, propuesta por la Portland Cement Association” (Pérez y Flores, 2019).

1.2. Bases teóricas.

1.2.1. Concreto

Producto artificial constituido por la mezcla básicamente de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, resultante de la combinación química del material cementante con el agua, está compuesta de cemento portland y agua, une los agregados pétreos (arena: agregado fino y piedra chancada: agregado grueso), los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial (Ríos, 2011). La pasta constituye la fase continua del concreto y los agregados la fase discontinua, pues éstos no se encuentran unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida. En la Norma E.060 Concreto Armado se define al concreto como Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

La tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo (Pasquel, 1998).

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad. Esta es, a la larga, una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento (Sánchez Zárate, 2017).

Según, González (2002), la calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente confeccionado, cada una de todas las partículas de agregado es completamente cubierta por la pasta y todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con pasta.

En promedio las proporciones en volumen absoluto de los componentes del concreto son: aditivo entre 0,1% a 2,5%; aire entre 1% a 3%; cemento entre 7% a 15%; agua entre 15% a 22%; y, agregados entre 60% a 75% (Sánchez Zárate, 2017).

En el trabajo de investigación referida a la sustitución del fino liviano por arena natural, Velazco (1984), hace las siguientes precisiones: Parece lógico pensar que, al utilizar agregado fino de origen pétreo en lugar de fino liviano, el módulo de elasticidad debe elevarse: no solo es intuitivo; se observa en todos los modelos matemáticos para materiales compuestos que el módulo de elasticidad del compuesto se incrementa al aumentar la rigidez de cualquiera de sus componentes. Igual sucede con la dureza superficial: un compuesto de matriz – inclusiones, tal como lo es el concreto (pasta / agregados) mejorará su dureza al mejorar la dureza de cualquiera

de sus componentes. Velazco (1984), a partir de los trabajos de investigación sobre el mecanismo de fractura del concreto de Glucklinch (1963), Shah (1969) y Nicholls (1976), expone las siguientes razones por las cuales mejorarían las resistencias mecánicas del concreto al aumentar la resistencia y rigidez del agregado fino:

1. Existen poros y grietas en el material antes de ser sometido a carga: poros y microgrietas en la pasta, así como grietas de adherencia pasta / agregado fino y mortero / agregado grueso.
2. Al comenzar la sollicitación se produce una deformación elástica cuasi-lineal hasta aproximadamente 30-50% de la carga máxima, valor que depende de la relación agua/cemento y de la relación volumétrica y resistente pasta/agregado; es más alto en el concreto liviano. En esta etapa no se producen nuevas grietas ni se desarrolla ninguna de las existentes.
3. Se produce el desarrollo abrupto de la primera grieta, la cual comienza en la interfase de uno de los agregados de mayor tamaño, y se extiende en la dirección de la dirección de la carga. Posteriormente aparecen nuevas grietas, la curva esfuerzo – deformación deja de ser lineal y se observa una pseudoplasticidad, producto de las restricciones que ofrece el material al agrietamiento: otros agregados, poros, zonas localizadas de bajas tensiones. Por debajo del 70% de la carga máxima la abertura de las grietas es de una a dos centésimas de milímetro y cierran casi totalmente si se elimina la carga.
4. Las grietas se propagan, pero no hay desintegración extendida de la matriz; aumenta la curvatura del gráfico esfuerzo – deformación. En el concreto convencional la mayor parte de las grietas rodean al agregado grueso, mientras que en el concreto liviano lo atraviesan. El agrietamiento continúa hasta alcanzar la compacidad máxima, que se produce alrededor del 80% en concretos convencionales y del 90% en concretos livianos.
5. La extensión del daño es tal que se produce expansión volumétrica, el material deja de ser continuo y se alcanza la resistencia máxima.

6. Luego del pico en el gráfico esfuerzo – deformación se produce la curva de descenso cuya forma es causada principalmente por la variación estadística de la resistencia última, y depende de la relación volumétrica y resistente entre el agregado grueso y el mortero.

Como se observa, la fracción fina del agregado no parece intervenir en el mecanismo de rotura del concreto, excepto en los concretos de alta resistencia donde la capacidad resistente del mortero se logra incrementar hasta acercarse a la del agregado grueso (Velazco, 1984). En los concretos livianos generalmente sucede lo contrario, según refieren Nicholls (1976) y Wesche (1973), ya que el eslabón débil lo constituye el agregado grueso.

1.2.2. Cemento

La Norma de Estructura E.060 Concreto Armado – 2009, define al Cemento portland como un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire (Norma Técnica de Estructuras E.060 Concreto Armado -2009).

“En 1929 como consecuencia de una serie de investigaciones experimentales, el químico R. H. Bogue establece las fórmulas que permiten el cálculo de los componentes del cemento en base a conocer el porcentaje de óxidos que contiene, habiendo sido asumidas como norma por ASTM C -150, permitiendo una aproximación práctica al comportamiento potencial de cualquier cemento Portland normal no mezclado” (Ari Queque, 2002).

Los cementos que cumplan con la norma ASTM C-150 pueden ser usados para la producción de concreto. En el mercado peruano, existen los siguientes tipos: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V:

El Tipo I: Se le conoce como cemento Portland ordinario y es el de mayor comercialización en el mercado. Se usa, donde no se requieren propiedades especiales.

(Ari Queque, 2002), señala que, en general los cementos de producción nacional siguen los comportamientos típicos de los cementos de fabricación mundial; sin embargo, indica, que la experiencia en el uso de ellos no puede generalizarse a priori, debido a la variabilidad de los valores de las propiedades a corto plazo que se pueden apreciar en las tablas, lo cual al ser indicador que no todos nuestros cementos siempre mantengan parámetros constantes en el corto plazo, es recomendable efectuar pruebas de control de las propiedades.

El cemento Portland que se usará en la preparación del concreto en la investigación es del Tipo I del fabricante Cementos Sol tipo I “Sol”, que tiene las siguientes características químicas y físicas:

Tabla 1 - Características químicas del Cemento Sol tipo I

Análisis químico	Valores
Dióxido de sílice (SiO ₂) %	19,04
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) %	6,27
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃) %	3,39
Óxido de Calcio (CaO) %	62,17
Óxido de Magnesio (MgO) %	3,25
Trióxido de Azufre (SO ₃) %	2,62
Óxido de Potasio (K ₂ O) %	0,88
Óxido de Sodio (Na ₂ O) %	0,20
Otros (%)	0,68
Pérdida por Ignición (P.I.) %	1,65
Total	100,15
Insolubles (%)	0,67
Álcalis totales (%)	0,78
Cal libre (CaO (l)) (%)	0,32
CO ₂ (%)	0,91
Fases mineralógicas (según Bogue)	
C ₃ S	49,23
C ₂ S	17,45
C ₃ A	10,88
C ₄ AF	10,32

Fuente: (Barba, y otros, 2018)

Tabla 2 - Características físicas del cemento Portland Tipo I – Sol

Ensayos físicos	Valores
Retenida malla 100 (%)	0,16
Malla 200 (%)	0,88
Malla 325 (%)	6,60
Superficie específica Blaine (m ² /kg)	325
Contenido de aire (%)	5,98
Expansión autoclave (%)	0,11
Densidad (g/cm ³)	3,13
Fraguado Vicat Inicial (min)	130
Fraguado Vicat Final (min)	293
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	
24 hrs	155
3 días	259
7 días	319
28 días	389

Fuente: (Barba, y otros, 2018)

1.2.3. Agregados

Llamados también áridos o inertes, son definidos como el conjunto de partículas, sean éstos de origen natural o artificial, que puedan ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011 (Ari Queque, 2002). Sus características físicas más importantes son: peso unitario, peso específico, contenido de humedad, porosidad y la distribución granulométrica de las partículas, conocida como granulometría, el módulo de finura; para las cuales existen una serie de ensayos de laboratorio estandarizados, para su comparación con valores de referencia establecidos en las Normas o para establecerlo en los diseños de mezcla de concreto (Chavez, y otros, 2015)

El muestreo de los agregados es una operación fundamental en el proceso de control de calidad, se realiza según la Norma Técnica NTP 400.010, concordante con la Norma ASTM C 702.

El agregado según diámetro de las partículas, se divide en agregados grueso y fino; los cuales, como se verá, cumplen funciones diferentes, pero complementarias en el concreto. A continuación, en la tabla se presenta los requisitos para clasificar los agregados gruesos y finos según el ASTM C-33.

1.2.4. Agregado fino

Material, proveniente de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa al Tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74µm), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011. Deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma Técnica NTP 400.037, en concordancia con la Norma ASTM C-33, que recomiendan que la granulometría se encuentre dentro de los límites que se indican en la Tabla de límites granulométricos correspondiente (Barba, y otros, 2018)

Las características principales del agregado fino son las siguientes: Peso unitario, peso específico y absorción, contenido de humedad,

granulometría, módulo de finura, superficie específica, material que pasa la malla # 200.

1.2.4.1. Granulometría del Agregado Fino (NTP 400.011) (ASTM C-136)

Ésta se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de granos de arena del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 de la serie Tyler; correspondiendo a la fracción que pasa la N° 200 la que tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, por afectar a la resistencia. La granulometría deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas entre la N° 4 y la 100 de la serie Tyler; y, no debiéndose retener más del 45 % en dos tamices consecutivos cualesquiera. (Barba, y otros, 2018)

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, especialmente de la granulometría y otras características de la arena; y, como no se puede modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal, entonces, se dirige al control de su homogeneidad (Ari Queque, 2002).

El ensayo de granulometría del agregado fino se efectuará bajo la Norma Técnica NTP 400.012. Los límites de distribución granulométrica según la Norma Técnica NTP 400.037 y la Norma ASTM C – 33, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3 - Límites granulométricos según normas NTP 400.037 y ASTM C – 33

Malla	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 – in)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	10 a 30
150 µm (N° 100)	2 a 10

Fuente: (Benites Espinoza, 2011)

1.2.4.2. Módulo de Fineza:

Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Según la Norma Técnica NTP.400.011 se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100. (Barba & García, 2018)

En la interpretación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia (ASOCEM; Benites Espinoza, 2011); además, la norma establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.35 ni mayor que 3 (Ari, 2002 en Barba & García, 2018). Según la Norma Técnica NTP 400.011, se considera que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa. Benites Espinoza (2011), señala que, de acuerdo a la ASOCEM, en la apreciación del módulo de finura, se estiman que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena

trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

1.2.4.3. Peso Unitario (NTP 400.017) (ASTM C-29)

Peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. Su valor depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc. El peso unitario puede expresarse en dos condiciones:

a. Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

Es el peso unitario que se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.

$$PUS = Ws/f$$

donde:

PUS = Peso unitario suelto (kg/m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1/m³)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)

b. Peso Unitario Compactado o Varillado (P.U.C.)

Peso unitario que se obtiene cuando se ejerce presión (compactación).

$$PUC = Ws/f$$

donde:

PUC = Peso unitario suelto (kg/m³)

f = Factor de calibración del recipiente (1/m³)

Ws = Peso de la muestra suelta (kg)

1.2.4.4. Material más fino que la malla N° 200:

Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado pétreo.

La ASTM C-33 establece límites para las sustancias perjudiciales; así, por ejemplo, con relación al material más fino que pasa la malla N° 200 indica que éste tiene trascendencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia; por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el diseño de mezclas, bajando la relación agua/cemento y/o optimizando la granulometría (Benites Espinoza, 2011).

La Norma Técnica NTP 400.018 establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa por el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200), en el agregado emplearse en la elaboración de concretos y morteros. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersadas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo. (Barba & García, 2018)

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100$$

donde:

A = % que pasa el tamiz N° 200

P1 = Peso de la muestra (g)

P2 = Peso de la muestra lavada y secada (g)

1.2.4.5. **Peso Específico y absorción (NTP 400.022) (ASTM C-128)**

Peso específico, gravedad específica o densidad real: relación entre el peso del material y su volumen. Se diferencia del peso unitario, porque en el específico no se toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. El peso específico de las arenas varía entre 2.5 y 2.7 g/cm³; las arenas húmedas con igual volumen aparente, pesan menos que las secas debido a que se recubren de una película de agua que la hace ocupar mayor volumen. El volumen de huecos de una arena natural oscila entre un mínimo de 26% para las arenas de granos uniformes y hasta de 55%, para las de granos finos (Benites Espinoza, 2011).

Su valor se toma en cuenta para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

(Ari, Queque 2002), en la definición de Peso Específico de Masa (PE_{masa}), éste, al contener poros, recomienda definir con mucho cuidado el significado del término “peso específico” y sugiere usar las tres (03) relaciones siguientes:

a) Peso Específico de Masa Seca (PE_{mse}): Relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases. Se expresa como:

$$PE_{masa} = A / (V - W)$$

donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm³)

W= Peso del agua (g)

b) Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (PE_{msse}): Relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables saturados con agua e impermeables naturales del material) respecto de la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases. Se expresa como:

$$PE_{msse} = \frac{500}{(V - W)}$$

donde:

V = Volumen de la fiola (cm³)

W= Peso del agua (g)

c) Peso Específico Aparente (PE aparente): Relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material respecto de la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gases, si el material es un sólido el volumen es aquel de la porción impermeable. (Barba, y otros, 2018)

$$PE_{aparente} = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

V = Volumen de la fiola (cm³)

W= Peso del agua (g)

d) Porcentaje de Absorción:

Diferencia en el peso del agregado fino superficialmente seco y el peso del material secado al horno a 100 -110°C por un periodo de 24 horas, dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Físicamente, es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con éste. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

$$\text{Porcentaje de absorcion} = \frac{(500 - A)}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso de la arena seca (g)

1.2.5. Aditivo plastificante (reductor del agua)

En el informe de Dr. Ing. Carlos Safranez “Características de los principales aditivos químicos para hormigones y morteros y su empleo en la construcción” Informes de la Construcción Vol. 23, nº 224 Octubre de 1970 - España, encontramos siguientes informaciones:

Mecanismo de acción de un plastificante

La parte activa del plastificante la componen moléculas en forma de hilos finos que se concentran en toda la superficie de contacto, o sea, en la del cemento, de los áridos y de las burbujas de aire. Un extremo del hilo repele el agua y sobresale de la misma, mientras que el otro extremo la absorbe y estando metido dentro del agua la atrae hacia la superficie de los componentes de la mezcla. De esta forma se aumenta de hecho la superficie humedecida y disminuye por consiguiente la cantidad de agua necesaria. Este fenómeno conocido como la disminución de la tensión superficial del agua, se efectúa liberando cierta cantidad de energía de trabajo lo que se demuestra fácilmente al añadir una gotita de plastificante al agua coloreada. Sin agitarla, ésta empieza a moverse, se forman remolinos quedando el plastificante uniformemente repartido. Este hecho tiene una gran importancia práctica ya que el plastificante se añade en proporciones muy pequeñas, del 0,1 al 0,7 % sobre el peso del cemento y

es naturalmente muy importante que su reparto uniforme se logre con un mínimo de agitación.

Poder de humectación

El poder de humectación, es decir, la capacidad de humedecer se determina en el laboratorio midiendo en dinas/cm la tensión superficial del agua con o sin adición del plastificante. A mayor tensión superficial corresponde menor poder de humectación. El mercurio, por ejemplo, tiene una tensión superficial muy alta, 472 dinas/cm; su gota forma una esfera, o sea, un cuerpo con un mínimo de superficie. El alcohol, en cambio, la tiene muy baja, prácticamente nula, no forma gotas y se extiende completamente sobre un plano; su poder de humectación es muy elevado. El agua se encuentra entre ambos materiales, con una tensión superficial de 73 dinas/cm, aproximadamente; su gota forma sobre un plano una media esfera rebajada. Al añadir un plastificante en cantidad normal, baja su tensión a 40-50 dinas/cm, adquiriendo, por consiguiente, un mayor poder de humectación. Aumentando la proporción del plastificante se consigue rebajar aún más la tensión superficial del agua. En la obra es normalmente suficiente determinar solamente el poder relativo de humectación de un plastificante, comparando el escurrimiento de distintas clases de concretos en una mesa de sacudidas. En concretos de las mismas características, un plastificante de mejor calidad produce un mayor escurrimiento o lo que es lo mismo, una mayor reducción de la tensión superficial del agua. El efecto de un plastificante se manifiesta con mayor intensidad en concretos ricos de cemento que en concretos pobres, pero empleando un plastificante de buena calidad se consigue siempre mejorar notablemente también la calidad de un hormigón muy pobre en cemento. En unos ensayos realizados en el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, utilizando concretos de solamente 150 kg de cemento por metro cúbico, pudimos observar que conservando la misma trabajabilidad, al añadir 0,5 % de plastificante sobre el peso del cemento, la relación de a/c disminuyó en un 8 %, aumentando, no obstante, el escurrimiento en un 5,5 %, según

lo comprobado en la mesa de sacudidas. La resistencia a la compresión aumentó a los 7 días en un 12 %, y a los 28 días en un 19 %.

Naturalmente, esta clase de ensayos nos proporcionan solamente valores relativos para comparar distintas clases de aditivos, pero son muy útiles para demostrar su eficacia, valiéndose de procedimientos sencillos y rápidos. Para esta clase de comprobación se recomienda la utilización de morteros, ya que el efecto resulta más pronunciado. En unos ensayos realizados con morteros de 22 % de cemento y 78 % de arena en peso, y relación a/c de 0,53 y 0,67, respectivamente, al añadir un aditivo plastificante en proporción de 0,5 y 0,7 % sobre el peso del cemento, el escurrimiento aumentó del 16,7 hasta el 88 %.

Dispersión

Otro efecto muy importante de un plastificante representa su poder de dispersión. Al absorber la superficie del cemento las moléculas que forman la parte activa del plastificante, se produce una carga electrostática. Las partículas del cemento quedan cargadas negativamente, y al repelerse mutuamente se produce una dispersión y por consiguiente, su reparto más uniforme dentro de la mezcla. Al estar las partículas de cemento mejor repartidas, se aumenta también la facilidad de su humectación, resultando, además el concreto más homogéneo.

Influencia del plastificante en la resistencia del concreto

Hemos expuesto los tres efectos fundamentales que debe reunir un aditivo plastificante de calidad. Debido a la plastificación resulta el concreto más trabajable; a causa de la fluidificación se reduce la relación a/c, disminuyen los poros y conductos capilares y como resultado de la dispersión del cemento, intensificamos su humectación y obtenemos el concreto más homogéneo. Es lógico esperar una influencia favorable de estos efectos en el hormigón fraguado. Efectivamente y según lo demuestran los ensayos observamos al añadir un plastificante un aumento de resistencia entre el 10 y el 20 %. Conservando la misma trabajabilidad la reducción de la relación

a/c es más pronunciada en los hormigones de consistencia fluida y disminuye a medida que los concretos se hacen más secos. El empleo de plastificante está indicado principalmente en concretos vibrados, de consistencia relativamente fluida. Aparte del aumento de la resistencia, al resultar la estructura del concreto más homogénea y con menor volumen de huecos se consigue una mayor impermeabilidad, así como también una más elevada resistencia a la abrasión. Un procedimiento sencillo para demostrar esto último consiste en cubrir el concreto con una plancha de hierro perforada, siendo el diámetro del hueco de unos 10 cm, y someterlo durante un tiempo al desgaste por medio de un chorro de arena. Su composición es idéntica, solamente que uno tiene 15 % menos de agua, debido a la adición de un plastificante. Se observa claramente que este último ha sufrido mucho menos desgaste que el concreto sin plastificante. Naturalmente, esta prueba nos facilita únicamente valores relativos para comparar la resistencia a la abrasión de distintas clases de hormigones.

1.2.6. Aditivo reductor de agua de alto rango SikaPlast-740 PE

SikaPlast-740 PE es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos. Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para concreto pre-mezclado, facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto desempeño. Se usa para los siguientes tipos de concreto: concreto pre-mezclado de todo nivel de resistencia y todo tipo de climas. Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%) concreto de alta resistencia.

SikaPlast-740 actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la adsorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto con buena cohesividad.
- Alta Impermeabilidad.

- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
 - Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
 - A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño). Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use. Reduce la carbonatación del concreto. Aumenta la durabilidad del concreto. Reduce la exudación y la segregación. Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- SikaPlast-740 no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

1.2.7. Propiedades del concreto en estado fresco

1.2.7.1. Peso unitario, rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) del concreto (N.T.P. 339.049) (ASTM C-138)

Peso unitario:

Peso del concreto por metro cúbico para cada relación agua cemento.

$$f = \frac{1000}{W_a} \quad P.U = f * W_c$$

donde:

- f = factor de calibración del recipiente (1/m³)
- W_a = Peso del agua en kg
- PU = Peso unitario del concreto (kg/m³)
- W_c = Peso del concreto fresco (kg)

Rendimiento del concreto:

Se refiere al proceso cuyo objetivo es obtener el rendimiento del concreto por bolsa de cemento, se expresa en metros cúbicos.

$$Y = \frac{V_c}{N}$$

donde:

Y = Rendimiento (m³)

V_c = Volumen de concreto (m³).

N = Número de bolsas de cemento (kg)

$$V_c = \frac{N * P_c + P_{a.f} + P_{a.g} + P_a}{P_u}$$

donde:

P_c = Peso de la bolsa de cemento (kg)

P_{a.f} = Peso del agregado fino (kg)

P_{a.g} = Peso del agregado grueso (kg)

P_a = Peso del agua (kg)

P_U = Peso unitario del concreto (kg/m³)

Contenido de Aire:

El ensayo de contenido de aire se realiza para determinar qué cantidad de vacíos tiene internamente el concreto en toda su masa. Cuanto más aire tenga internamente, la resistencia del concreto en la compresión disminuye.

En el concreto siempre hay un pequeño porcentaje de aire atrapado, el cual depende del aporte de los materiales, las condiciones de operación y la granulometría y tamaño de máximo del agregado. Las burbujas de aire

atrapados se caracterizan por su diámetro cercano a 1mm y su perfil irregular (Rivva López, 2013).

1.2.7.2. Consistencia (Asentamiento o Slump): (NTP 339.035) (ASTM C-143)

La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del cemento se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (Ari Queque, 2002)

1.2.7.3. Exudación (NTP 339.077) (ASTM C-232)

Propiedad física que está gobernada por el flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades del agua y la masa plástica del concreto, por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto,. Se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, allí la importancia de evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. Se expresa en porcentaje. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino es la molienda de éste y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N° 100 la exudación será menor, pues retiene el agua de mezcla (Ari Queque, 2002).

$$C = \frac{W}{W} * S$$

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{V}{C} * 100$$

donde:

C = Masa del agua en la muestra de ensayo, en litros.

W = Agua efectiva en litros.

W = Cantidad total de materiales, en kg

S = Peso del concreto en kg

V = Volumen final exudado en L.

1.2.7.4. Temperatura del concreto: (NTP 339.184), (ASTM C-1064)

Tiene la finalidad de examinar la temperatura del concreto recién mezclado, puede usarse para verificar que dicho concreto satisfaga requerimientos específicos de temperatura; es importante realizar este control debido a que condicionan la velocidad del proceso de endurecimiento inicial del concreto, la cual es influenciada por la temperatura ambiente y calor específico de los materiales constituyentes; a mayor temperatura durante el muestreo mayor será la resistencia inicial y también el efecto de contracción, disminuyendo posiblemente la resistencia a largo plazo.

Se coloca un dispositivo de medición de temperatura en la muestra de concreto de tal modo que este rodeado de mezcla por todos sus lados (al menos 3" y lejos del recipiente que lo contiene), el tiempo mínimo que debe estar introducido el dispositivo medidor es de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. Se debe efectuar este ensayo dentro de los 5 minutos de tomada la muestra. (Barba & García, 2018)

1.2.8. Propiedades del concreto en estado endurecido

1.2.8.1. Resistencia a la Compresión (NTP 339.034) (ASTM C-39)

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. A esta característica mecánica afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que constituyen complemento de la estructura del concreto; y, el curado que es el complemento del proceso de hidratación, permite el desarrollo o alcance de las características del concreto.

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra. (Barba & García, 2018)

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

donde:

R_c = Es la resistencia de rotura a la compresión, medido en kilogramos por centímetro cuadrado.

G = Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.

d = Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

1.2.8.2. Resistencia a la flexión en viga (NTP 339.078) (ASTM - C 78)

La resistencia a la flexión en viga es una forma de medida de la resistencia a la tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión, se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en este caso se expresa en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio); siendo menores hasta en un 15% los valores determinados cuando la viga es cargada en los puntos tercios que cuando se determina cargada en el punto medio (National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, calcular el módulo de ruptura como sigue: (Barba & García, 2018)

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

donde:

Mr: Es el módulo de rotura, en MPa

P : Es la carga máxima de rotura indica por la máquina, en Kg-f

L : Es la luz libre entre apoyos, en cm

b : Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm

h : Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5 % de la luz, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3 Pa}{bd^2}$$

donde:

R = Módulo de ruptura, MPa (lb/pulg²)

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, en N (lbf)

a = Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, en mm (pulg)

b = Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

d = Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg).

Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5 % de la misma, descartar los resultados del ensayo.

1.2.8.3. Resistencia a la tracción por compresión diametral (NTP 339.084)

Este ensayo consiste en aplicar la fuerza de compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que este falle por la longitud de su diámetro. Esta carga induce esfuerzos de tensión en el plano donde se aplica y esfuerzos a la compresión en el área donde la carga es aplicada. Por lo tanto, la falla de tracción ocurre antes que la falla de compresión debido a que las áreas de aplicación de la carga se encuentran en un estado de compresión triaxial a lo largo de todo el espécimen de concreto, permitiendo de esta manera resistir al espécimen de concreto mucho mayor esfuerzo a la compresión que el obtenido por un esfuerzo a la compresión uniaxial dando paso a la falla por tracción a lo largo del espécimen de concreto.

$$T = \frac{2P}{\pi * L * D} \{Kg/cm^2\}$$

donde:

T	=	Resistencia a la tracción por compresión diametral (kg/cm ²)
P	=	Carga registrada en kgf
L	=	Longitud de la probeta(cm)
D	=	Diámetro de la probeta(cm)

1.2.8.4. Módulo de Elasticidad Estático (Norma ASTM C 469-94)

Capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. Definida como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del concreto. Se emplea, en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

El concreto no es un material elástico, no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama de carga Vs deformación en compresión; sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un “Modulo de Elasticidad Estático” del Concreto, mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido, que normalmente es un porcentaje de la tensión última. Los valores de E normalmente oscilan entre 280 000 a 350 000 kg/cm² y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto y a la relación agua/cemento, pero siempre las mezclas más ricas en cemento tienen modelos de elasticidad mayores y también mayor capacidad de deformación. En general a mayor resistencia del concreto y mayor densidad se tiende a obtener mayor módulo de elasticidad, sin embargo, dependiendo de los componentes y dosificación

del concreto o mortero, los valores pueden diferir de manera apreciable (Quimbay, 2012)

$$E = (S_2 - S_1)/(\varepsilon_2 - 0.000050)$$

donde:

- E = Módulo de elasticidad secante, MPa [psi]
- S₂ = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última o de ruptura
- S₁ = Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal ε_1 , de 50 millonésimas, MPa [psi]
- E₂ = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S₂.

1.3. Definición de términos básicos.

Tamaño máximo nominal: Para agregado procesado, el tamaño máximo nominal es la menor malla donde se produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado fino está comprendido entre 2.36mm y 4.76mm.

Agregado Global: mezcla de Agregado fino y agregado grueso, normalizado por una granulometría en la Norma Técnica NTP 400.012 Peruana, 2001. Peruana. **Agregado Fino:** Es aquel, proveniente de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa al Tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74µm), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011.

Agregado Grueso (N.T.P. 400.037): Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 (4.75mm) y proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la N.T.P. 400.037.

Módulo de Finura: Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100. Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia; además la norma establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.35 ni mayor que 3.15 (Ari, 2002).

Superficie Específica: Suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por unidad de peso; en su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

Material más fino que la malla N° 200: Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado pétreo.

Módulo de Elasticidad Estático (Norma ASTM C 469-94): relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del concreto. Capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. Se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

Diseño de Mezcla: Proceso de selección más adecuado, conveniente y económico de sus componentes como son: agua, cemento, agregados (fino y grueso) y aditivos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado fresco tenga trabajabilidad y consistencia adecuada, además en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador. Se basa en la relación arena / piedra y agua/cemento; siendo necesario contar con información de las propiedades de los agregados fino y grueso siguientes: granulometría, peso específico, contenido de humedad, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado, módulo de finura, tamaño nominal máximo (del agregado grueso).

CAPITULO II: Planteamiento del problema

2.1. Descripción del problema.

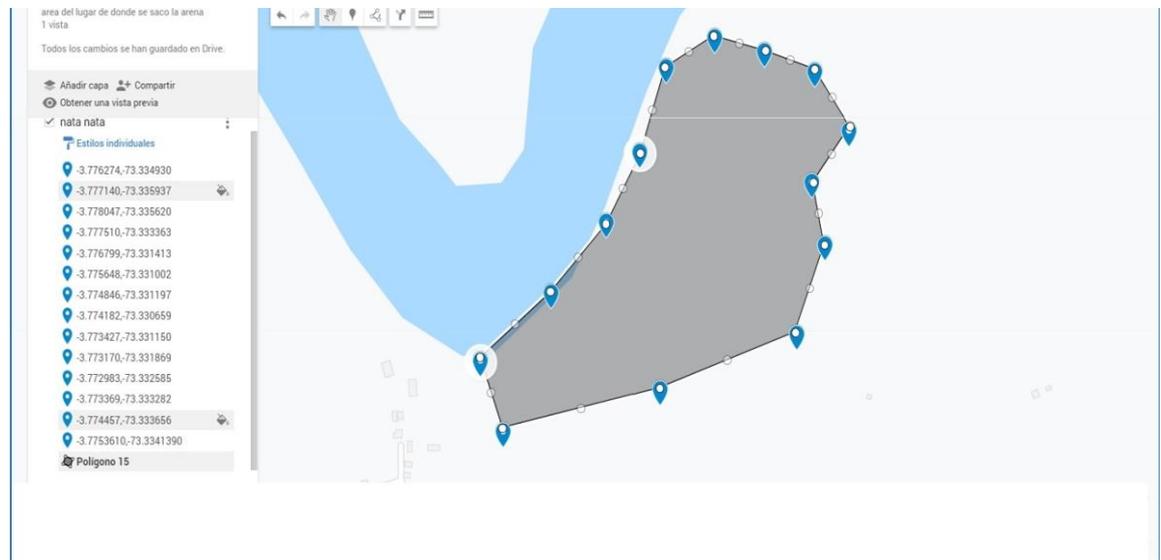
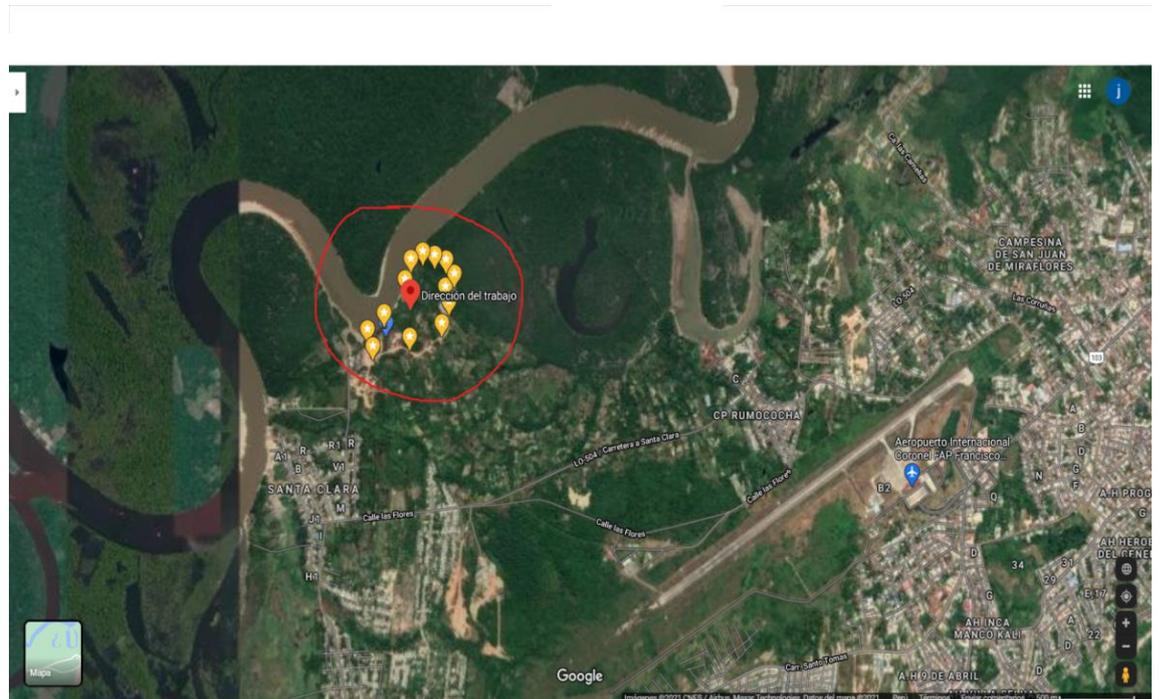
El presente proyecto denominado “Influencia del aditivo SikaPlast-740 PE, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, obtenido a partir de arena de la cantera La Rinconada -distrito San Juan Bautista, Loreto, Perú. 2021”, se propone como materia de investigación, determinar las propiedades del concreto fresco y endurecido del concreto obtenido con arena a extraerse del lugar, utilizándose un aditivo superplastificante para mejorar sus propiedades mecánicas. Hasta hace poco en Iquitos se viene utilizando arena procedente de las inmediaciones de la reserva Alpahuayo Mishana (km 26 carretera Iquitos Nauta); sin embargo, como parte de la tesis se ha efectuado trabajos de prospección en las orillas del río Nanay, inmediaciones del poblado Sata Clara y se tiene indicios de la existencia de volúmenes considerables de arena cuarzosa blanca que podría explotarse; resolviéndose el costo de transporte de este material, pues a lo largo del río Nanay y poblamientos adyacentes existen obras en ejecución y en planificación que requieren de este importante material de construcción.

Es por eso que en la presente investigación se propone estudiar, fundamentalmente, las propiedades físicas de la arena de la cantera la Rinconada ubicada en las orillas del Río Nanay en la localidad de Santa Clara y las propiedades mecánicas del concreto estructural en estado endurecido obtenido a partir del uso de estas arenas y de la adición de un superplastificante.

La investigación contribuirá a resolver esta dificultad para la construcción de edificaciones y otras infraestructuras entre las localidades de Santa Clara, Santo Tomás, y asentamientos humanos de las carreteras Santa Clara y Santo Tomás.

Las coordenadas de la cantera en cuestión, así como su localización se presentan a continuación:

Cantera La Rinconada distrito de San Juan



Fuente: Google Earth. Enero 2021



Muestra de arena de la cantera La Rinconada.

2.2. Formulación del problema.

2.2.1. Problema general.

- ¿Cuáles son las propiedades físicas del agregado fino de la cantera La Rinconada, distrito San Juan Bautista; y, cómo varían las propiedades físicas y mecánicas, del concreto estructural, en estado endurecido, obtenido a partir del uso de este agregado en ausencia y presencia de un aditivo superplastificante?

2.2.2. Problemas específicos.

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas del agregado fino procedente de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista, para su uso en elaboración de concreto estructural?
2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista en ausencia de un aditivo superplastificante?
3. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista, en presencia de un aditivo superplastificante?
4. ¿Cómo varían las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista en ausencia / presencia del aditivo superplastificante?
5. ¿Cómo influye el aditivo superplastificante en las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista?

2.3. Objetivos.

2.3.1. Objetivo general.

Conocer las propiedades físicas del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista; y, determinar las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del uso de estos agregados en ausencia y presencia de un aditivo superplastificante.

2.3.2. Objetivos específicos.

1. Determinar las propiedades físicas del agregado fino procedente de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista, para su uso en elaboración de concreto estructural.
2. Determinar las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista.
3. Determinar las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista, en presencia de un aditivo superplastificante.
4. Determinar la variación de los valores de las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista en ausencia y en presencia del aditivo superplastificante.

5. Evaluar la influencia del aditivo superplastificante en las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista.

2.4. Hipótesis.

H₁: “Las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del uso de aditivo superplastificante, y arena de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista, varían significativamente respecto a las del concreto cemento-arena obtenido sin el uso de dicho aditivo”.

2.5. Variables.

2.5.1. Identificación de variables.

- **Variable independiente X:**

X₁: Aditivo superplastificante SikaPlast 740 y arena de cantera La Rinconada distrito San Juan Bautista.

- **Variable dependiente Y:**

Y₁: Propiedades mecánicas del concreto estructural.

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.

- **Variable independiente X:**

X₁: Aditivo SikaPlast-740 PE, y arena de cantera La Rinconada distrito de San Juan Bautista.

Aditivo SikaPlast-740 PE: Es un superplastificante de tercera generación para concretos. Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para concreto pre-mezclado, facilita reducción de agua. Se usa para los siguientes tipos de concreto: concreto pre-

mezclado de todo nivel de resistencia y todo tipo de climas. Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%) concreto de alta resistencia según la ficha técnica del producto.

Agregado fino: arena fina de la cantera La Rinconada ubicada en las orillas del Río Nanay.

- **Variable dependiente Y:**

Y1: Propiedades mecánicas del concreto estructural:

Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua cemento en peso. Se expresa como valor de fuerza entre valor del área de compresión. Se usará unidad de kilogramos fuerza (kilopondio) por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Resistencia a la flexión en viga (ASTM C 293)

La resistencia a la flexión en viga es una forma de medida de la resistencia a la tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. Se usará unidad de kilogramos fuerza (kilopondio) por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Resistencia a la tracción indirecta (NTP 339.084)

Capacidad del concreto a soportar la tracción tras aplicar la fuerza de compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que este falle por la longitud de su diámetro. Esta carga induce esfuerzos de tensión en el plano donde se aplica y esfuerzos a la compresión en el área donde la carga es aplicada.

Módulo de Elasticidad Estático (ASTM C 469):

Capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. Definida como la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del concreto. Se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales. Se usará unidad de kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kg/cm²).

2.5.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 4. Operacionalización de Variables

Variables	
Independientes X:	Indicadores X
Aditivo superplastificante SikaPlast 740	<ul style="list-style-type: none"> - Relación de los pesos del cemento y aditivo (número adimensional) - Peso y volumen del aditivo por metro cúbico del concreto (kilogramos y litros)
Agregado fino	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis granulométrico - Módulo de fineza (número adimensional) - Superficie específica (cm²/g)
Dependientes Y:	Indicadores Y
Propiedades mecánicas del concreto cemento-arena endurecido	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión (kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado) - Resistencia a la flexión (kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado) - Resistencia a la tracción (kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado) - Módulo elástico (kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado)
Propiedades físicas de la mezcla fresca del concreto cemento-arena	<ul style="list-style-type: none"> - Asentamiento del Cono de Abrams de la mezcla (pulgadas) - Peso del agua de exudación por volumen de la mezcla del concreto (gramos por centímetro cúbico)

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III: Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación.

○ Tipo de Investigación

Es cuasi experimental por cuanto se utilizará en distintas proporciones (adicionará) un aditivo superplastificante (variable independiente que se manipulará deliberadamente) para ver su efecto y relación (evaluar influencia en ausencia y en presencia) con las propiedades mecánicas del concreto endurecido (variable dependiente). Sin embargo, en cuanto corresponde efectuar el estudio preliminar de las propiedades de la arena y del concreto en ausencia de aditivo, en esta primera parte la investigación es descriptiva, porque se analizarán las propiedades físicas de la arenas tal y como se encuentra en las canteras.

○ Diseño de Investigación.

Esquema:



Donde:

M: Muestra

O: Observaciones

Realizar la observación a cada variable en forma independiente y describirlas (medir cada variable independientemente).

3.2. Población y muestra.

- **Población**

Arena blanca natural de la cantera La Rinconada del distrito de San Juan Bautista, para su uso en elaboración de concreto estructural.

- **Muestra**

La muestra estará conformada por un metro cúbico de arena blanca natural de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista, para su uso en elaboración de concreto estructural.

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.

- **Técnica de Recolección de Datos.**

La técnica que se empleará en la recolección de los datos es la observación, tanto para la toma de muestras y la lectura de los resultados de los ensayos de laboratorio.

- **Instrumentos de Recolección de datos.**

Instrumentos: Lista de cotejo, y cuadros de datos estadísticos.

- **Procedimientos de Recolección de Datos.**

- ✓ Implementar la investigación con los insumos e instrumentos adecuados
- ✓ Elaboración del instrumento de recolección de datos.

- ✓ Recoger la información.
- ✓ Procesamiento de la información.
- ✓ Análisis e interpretación de la información.
- ✓ Elaboración del informe.
- ✓ Presentación del informe.
- ✓ Sustentación del informe final de tesis.

3.4. Procesamiento y análisis de datos.

El procesamiento de la información se realizará de forma mecánica/computarizada.

- Para la recopilación inicial de la Tesis se usarán los paquetes básicos de escritorio de Micosoft, (Word, Excel, PPT, Etc), para el desarrollo regular de digitación de información.
- Para procesar la información del desarrollo de los ensayos de suelos que se realizarán en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Mecánica de Materiales de La UCP, se usará el paquete de Microsoft, EXCEL, para realizar algunos cuadros y base de datos, así mismo, Word, para elaboración de informes, y adjunto de información competente al proyecto.
- Para el análisis e interpretación de los datos, y análisis estadísticos, se empleará la estadística descriptiva (Programa SPSS), conformada por las frecuencias, promedio, porcentajes, desviación estándar y varianza y el uso del paquete Microsoft, EXCEL.

CAPITULO IV: Resultados

4.1. Resultados de los ensayos del agregado fino

a. Granulometría De Agregado fino (NTP 400.012)

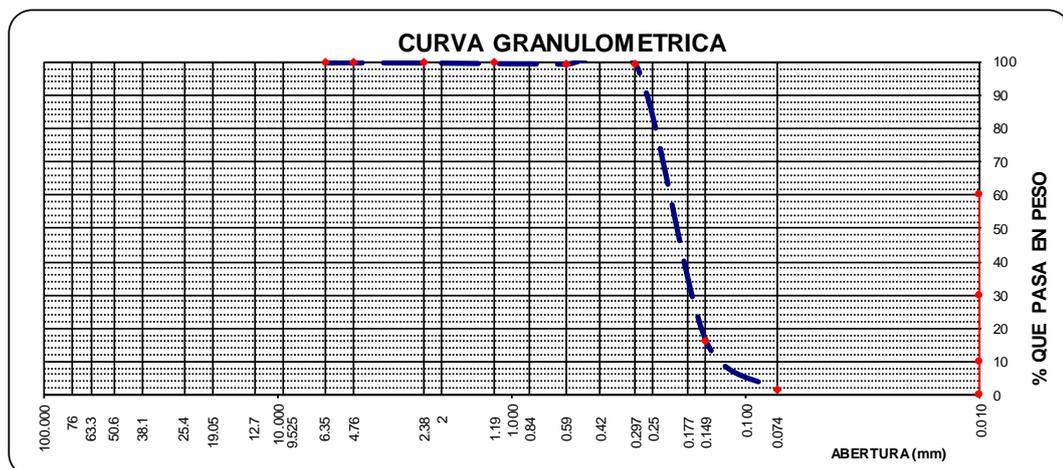
El análisis granulométrico por tamizado del agregado global se realizó según la norma ASTM C-136 y NTP 400.012.

Tabla 4 - Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado fino

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.25	0.05	0.05	99.95	
N°16	1.190	1.07	0.20	0.25	99.75	
N°30	0.590	0.75	0.14	0.39	99.61	
N°50	0.297	1.79	0.34	0.73	99.27	
N°100	0.149	441.98	83.08	83.81	16.19	
N°200	0.074	77.31	14.53	98.34	1.66	
Pasa N°200		8.82	1.66			
						MÓDULO DE FINEZA : 0.85
						ESPECÍFICA: 77.01

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1 - Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado fino



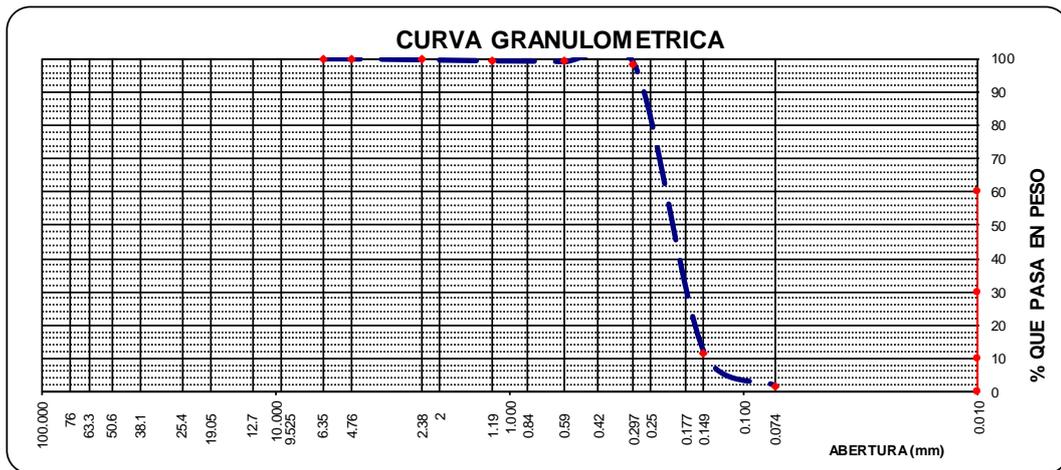
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 - Análisis granulométrico de la muestra N° 02 del agregado fino

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	1.53	0.27	0.27	99.73	
N°16	1.190	1.88	0.33	0.60	99.40	
N°30	0.590	1.14	0.20	0.80	99.20	MODULO DE FINEZA : 0.92
N°50	0.297	4.44	0.78	1.57	98.43	SUPERFICIE ESPECÍFICA: 80.70
N°100	0.149	495.72	86.81	88.39	11.61	
N°200	0.074	56.51	9.90	98.29	1.71	
Pasa N°200		9.79	1.71			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2 - Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado fino



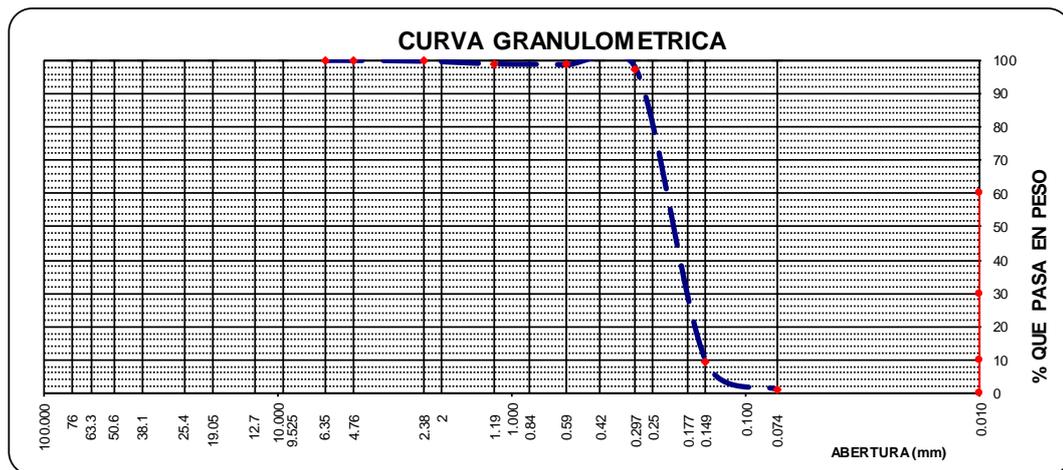
Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 - Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	1.35	0.24	0.24	99.76	
N°16	1.190	4.55	0.79	1.03	98.97	
N°30	0.590	1.51	0.26	1.29	98.71	
N°50	0.297	7.95	1.39	2.68	97.32	
N°100	0.149	503.68	87.87	90.54	9.46	
N°200	0.074	47.18	8.23	98.78	1.22	
Pasa N°200		7.02	1.22			
						MÓDULO DE FINEZA : 0.96 SUPERFICIE ESPECÍFICA: 82.03

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 - Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

b. Módulo de fineza (NTP 400.011)

El análisis de módulo de fineza del agregado fino se realizó conforme la norma ASTM C-33 y NTP 400.011.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$M.F. = \frac{\sum \%RET.ACUM [3", 1 \frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100]}{100}$$

Los resultados de módulo de fineza son:

Muestra n°01 : 0.85

Muestra n°02 : 0.92

Muestra n°03 : 0.96

Promedio: 0.91

c. Superficie Específica

El análisis de superficie específica del agregado grueso se realizó conforme la norma NTP 400.012.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$Se = \frac{0,06}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

Donde:

Se = Superficie específica (cm² / g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i (cm)

γ = Peso específico del agregado

Los resultados de superficie específica son:

Muestra n°01 : 77.01 cm²/g

Muestra n°02 : 80.70 cm²/g

Muestra n°03 : 82.03 cm²/g

Promedio: 79.91 cm²/g

d. Peso unitario (NTP 400.017)

Tabla 7 - Peso unitario suelto del agregado fino

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	6607	6621	6605
PESO DE MOLDE (gr.)	2906	2906	2906
PESO DE MUESTRA	3701	3715	3699
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.309	1.314	1.308
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,310		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	39.24%		

Fuente: Elaboración propia

Resultado: El promedio del Peso unitario suelto del agregado fino es 1 310 kg/m³ y el porcentaje de vacíos es 39.24%.

e. Peso unitario compactado (NTP 400.017)

Tabla 8 - Peso unitario compactado del agregado fino

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7002	7090	7127
PESO DE MOLDE (gr.)	2906	2906	2906
PESO DE MUESTRA	4096	4184	4221
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.449	1.480	1.493
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,474		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	33.60%		

Fuente: Elaboración propia

Resultado: El promedio del Peso unitario suelto del agregado fino es 1 474 kg/m³ y el porcentaje de vacíos es 33.60%.

f. Material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018)

Tabla 9 - Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	505.21	512.06	483.80
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	486.22	491.29	461.46
PESO DE TARA (gr)	66.14	59.88	54.92
% QUE PASA LA MALLA N°200	4.33	4.59	5.21
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	4.71		

Fuente: Elaboración propia

Resultado: El promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 4.71 %

g. Peso específico (NTP 400.022)

Tabla 10 - Peso específico y absorción del agregado fino

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	211.31	209.06	143.02	
B	Peso Frasco + H2O	707.51	676.09	723.11	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	918.82	885.15	866.13	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	837.77	804.76	812.01	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	81.05	80.39	54.12	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	210.30	208.03	142.38	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	80.04	79.36	53.48	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.595	2.588	2.631	2.604
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.607	2.601	2.643	2.617
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.627	2.621	2.662	2.637
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.48	0.50	0.45	0.47

Fuente: Elaboración propia

El promedio del Peso Específico del agregado fino (base seca) es 2,604 gr/cc.

El promedio del Peso Específico del agregado fino (base saturada superficialmente seca) es 2,637 gr/cc.

El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.47 %.

h. Resumen de los resultados del agregado fino y revisión del cumplimiento de las especificaciones de la norma ASTM C-33.

Tabla 11 - Tabla resumen del agregado fino

Ensayo	Resultado	Especificaciones	Observaciones
Módulo de fineza	0.91	2.3 - 3.1	NO ACEPTABLE
Superficie específica	79.91 cm ² /g	NO APLICA	-
Peso unitario suelto	1310 kg/m ³	NO APLICA	-
Peso unitario compactado	1474 kg/m ³	NO APLICA	-
Material que pasa el tamiz N°200	4.71%	5% (MAX)	ACEPTABLE
Peso específico de masa (base seca)	2.604 g/cm ³	NO APLICA	-
Peso específico de masa (base saturada)	2.617 g/cm ³	NO APLICA	-
Peso específico aparente	2.637 g/cm ³	NO APLICA	-

Fuente: Elaboración propia

4.2. Diseños de mezcla de los concretos

Se realizaron 6 diseños de mezcla a base de relaciones agua/cemento a/c = 0.92, 0.76, 0.62, sin y con aditivo respectivamente.

Tabla 12 - Tabla resumen de los diseños sin aditivo

	previsto	real	previsto	real	previsto	real
Relación agua/cemento	0.92		0.76		0.62	
Cantidad de agua en la mezcla (lts/m ³)	355.00	371.42	340.00	353.52	335.00	347.05
Cantidad de cemento (kg/m ³)	385.90	403.75	447.40	465.19	540.30	559.74
Cantidad de cemento (bolsas de 42.5 kg/m ³)	9.08	9.50	10.53	10.95	12.71	13.17
Cantidad de arena completamente seca (kg/m ³)	1136.2	1188.7	1123.9	1168.6	1059.4	1097.5
Aire atrapado en concreto (%)	8.50	4.28	8.50	4.87	8.50	5.22

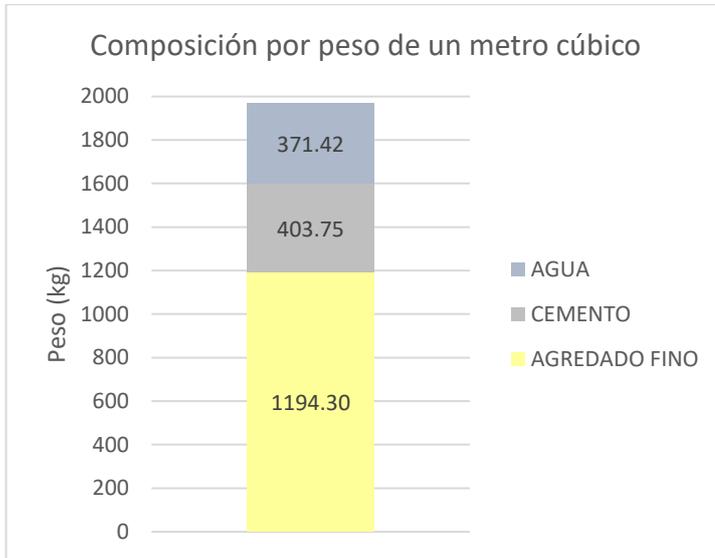
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 - Tabla resumen de los diseños con aditivo

	previsto	real	previsto	real	previsto	real
Relación agua/cemento	0.92		0.76		0.62	
Cantidad de agua en la mezcla (lts/m ³)	311.90	314.80	301.30	301.60	305.40	317.42
Cantidad de cemento (kg/m ³)	342.40	345.58	401.30	401.69	500.00	519.68
Cantidad de cemento (bolsas de 42.5 kg/m ³)	8.06	8.13	9.44	9.45	11.76	12.23
Cantidad de arena completamente seca (kg/m ³)	1276.6	1293.6	1253.5	1259.6	1158.1	1203.7
Aire atrapado en concreto (%)	8.50	7.66	8.50	8.42	8.50	4.91
Cantidad del aditivo (kg/m ³)	3.40	3.4	4.0	4.0	5.0	5.2

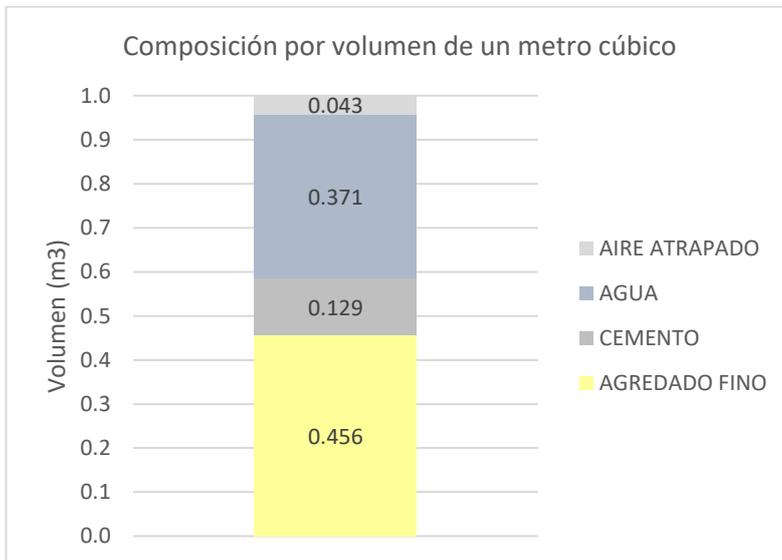
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.92 sin aditivo



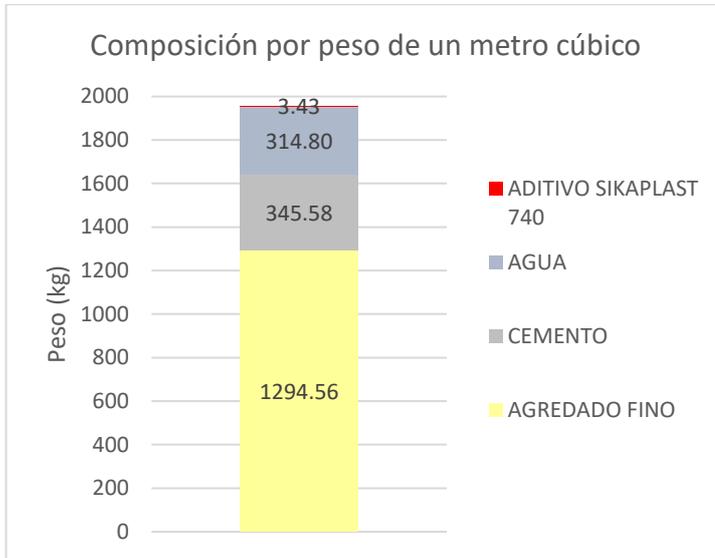
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.92 sin aditivo



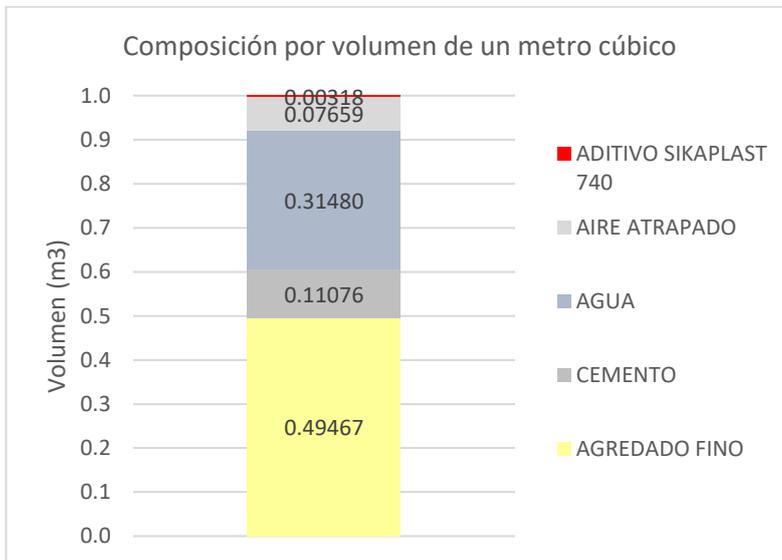
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.92 con aditivo



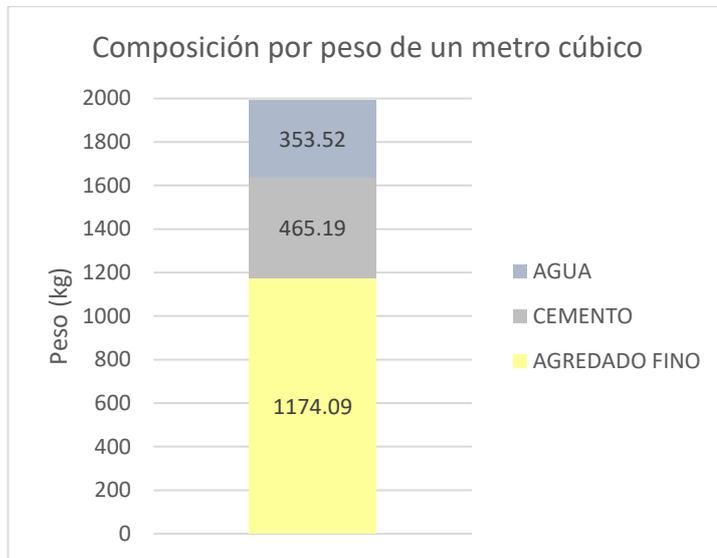
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.92 con aditivo



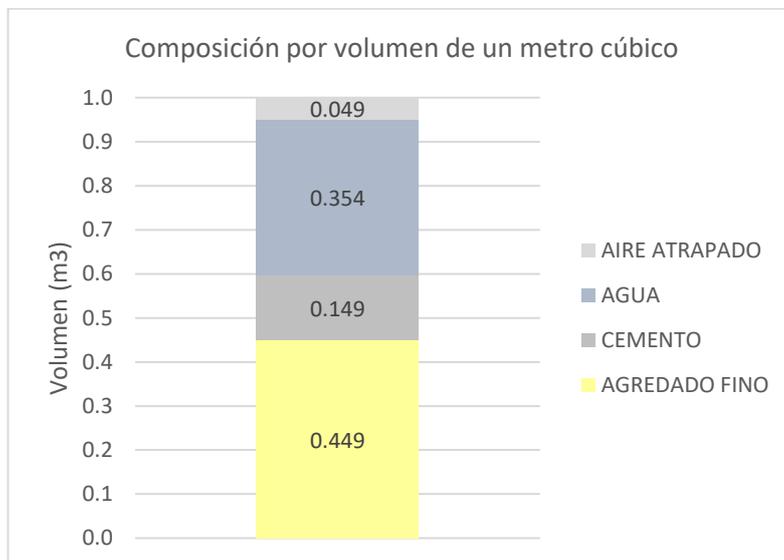
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.76 sin aditivo



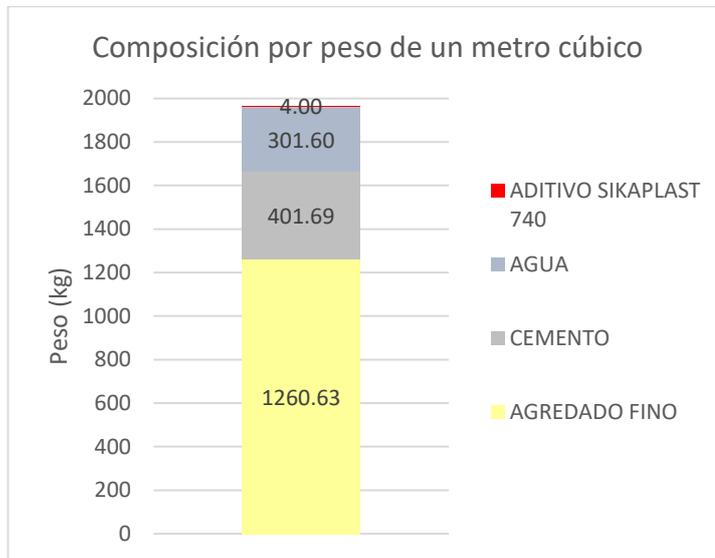
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.76 sin aditivo



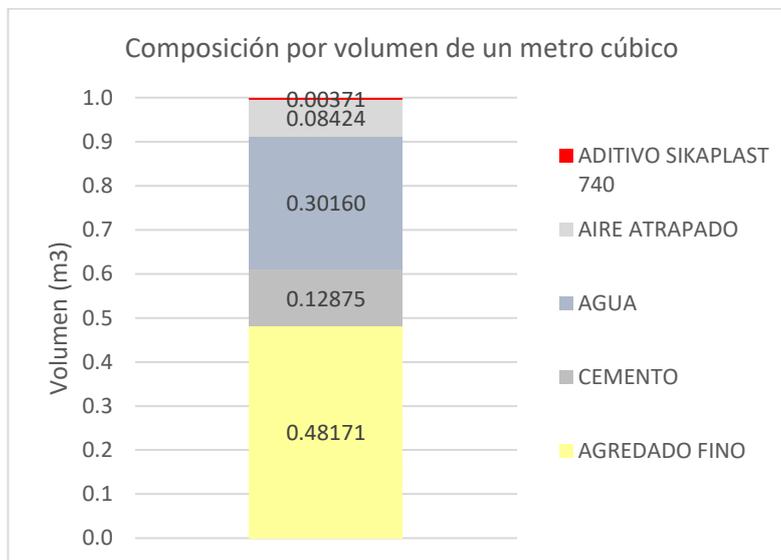
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.76 con aditivo



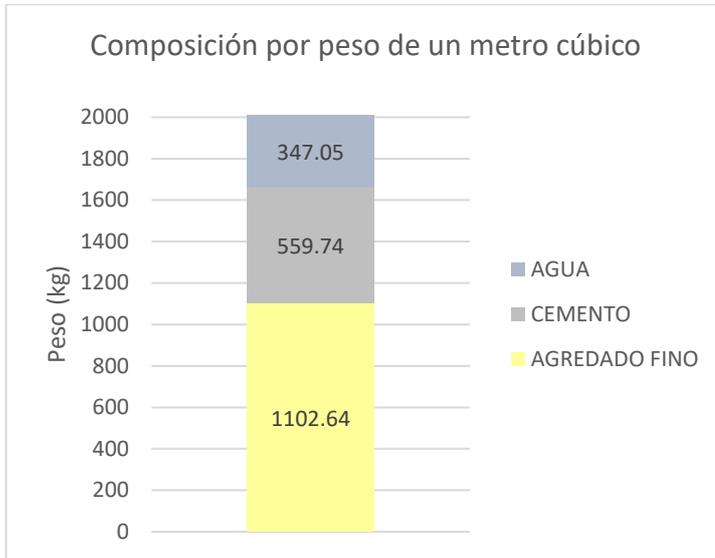
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.76 con aditivo



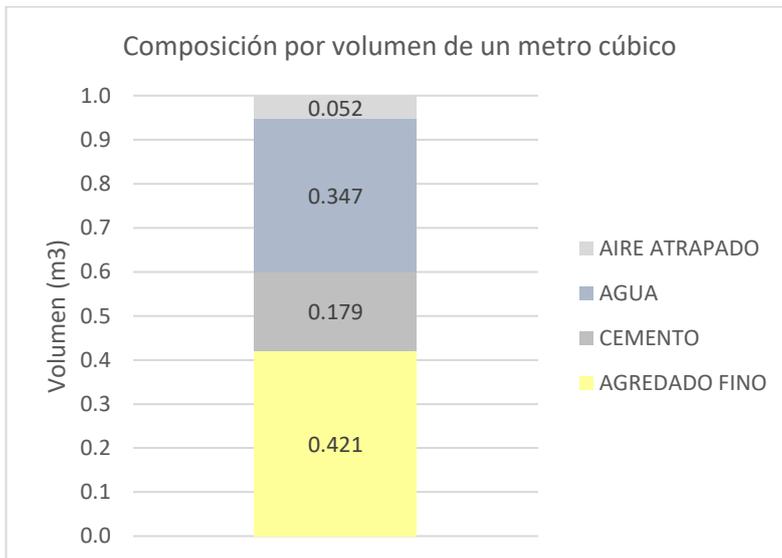
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.62 sin aditivo



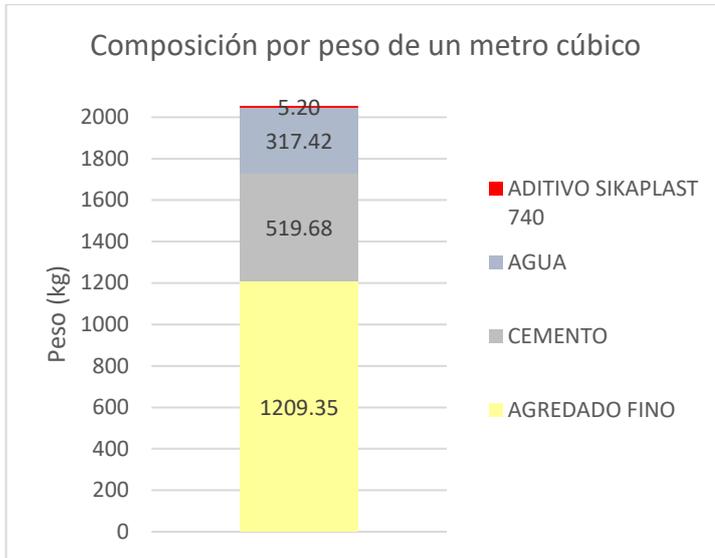
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.62 sin aditivo



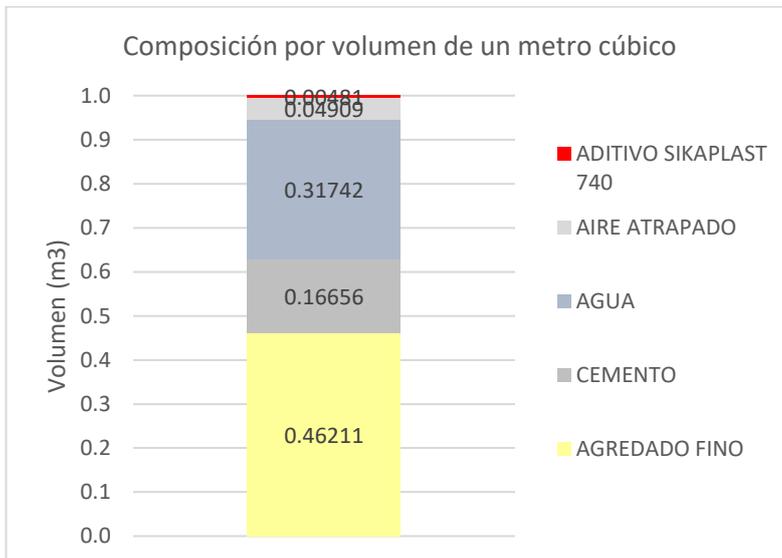
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.62 con aditivo



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.62 con aditivo



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Propiedades del Concreto Fresco

Los resultados se presenta en siguiente tabla:

Tabla 14 – Resultados de los ensayos del concreto fresco

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS MEZCLAS DEL CONCRETO FRESCO						
Relación A/C	0.92		0.76		0.62	
Aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
Cantidad de agua en la mezcla (lts/m ³)	371.42	342.4	353.52	301.6	347.05	317.42
Peso unitario del concreto (kg/m ³)	1969.46	1958.38	1992.81	1967.93	2009.43	2051.64
Aire atrapado en concreto (%)	4.28	7.66	4.87	8.42	5.22	4.91
Temperatura (°C)	33.9	34.5	33.9	34.3	32	32.5
Asentamiento (slump) (pulg)	2 1/4"	1 1/4"	2"	1 3/4"	2 3/4"	7 1/2"
Exudación (%)	4.55	3.97	4.24	3.47	3.57	3.98

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Propiedades del Concreto Endurecido

a. Resistencia a la compresión

Tabla 15 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación A/C=0.92 sin aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.92 SIN ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coeficiente de variación (%)
1	13/09/2021	7	10.04	12,991	164	153	5.96	3.89
2			10.00	12,156	155			
3			9.72	11,318	153			
4			9.82	11,463	152			
5			10.00	11,692	149			
6			10.05	11,666	147			
1	13/09/2021	14	10.08	12,635	158	164	3.54	2.16
2			9.92	12,961	168			
3			9.94	12,984	167			
4			9.97	12,763	164			
5			9.90	12,717	165			
6			9.97	12,730	163			
1	13/09/2021	28	10.02	13,160	167	168	5.43	3.23
2			9.90	13,306	173			
3			9.96	13,387	172			
4			9.94	12,472	161			
5			9.99	13,382	171			
6			9.93	12,430	161			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación A/C=0.92 con aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.92 CON ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coeficiente de variación (%)
1	13/09/2021	7	10.00	10,151	129	127	3.62	2.85
2			10.00	10,044	128			
3			9.98	10,270	131			
4			9.95	9,383	121			
5			9.90	9,565	124			
6			9.90	9,675	126			
1	13/09/2021	14	10.04	11,310	143	136	7.76	5.71
2			9.88	10,252	134			
3			9.92	11,112	144			
4			9.98	11,028	141			
5			10.02	9,751	124			
6			10.01	10,391	132			
1	13/09/2021	28	9.99	10,514	134	138	5.64	4.08
2			9.96	11,150	143			
3			9.98	11,402	146			
4			10.02	10,333	131			
5			9.93	10,536	136			
6			9.95	10,778	139			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación A/C=0.76 sin aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
RELACIÓN A/C=0.76 SIN ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)
1	14/09/2021	7	9.84	16,656	219	211	15.17	7.19
2			9.93	14,737	190			
3			10.04	15,601	197			
4			10.02	17,335	220			
5			9.87	17,598	230			
6			9.97	16,240	208			
1	14/09/2021	14	9.97	16,500	211	229	11.25	4.91
2			10.01	17,317	220			
3			10.04	18,726	237			
4			10.05	18,094	228			
5			10.02	18,642	237			
6			10.01	18,785	239			
1	14/09/2021	28	9.96	17,527	225	234	13.72	5.86
2			10.05	18,988	239			
3			9.90	18,911	246			
4			10.01	16,519	210			
5			10.00	18,660	238			
6			9.95	18,981	244			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación A/C=0.76 con aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.76 CON ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)
1	14/09/2021	7	9.84	13,436	177	191	10.33	5.41
2			10.04	14,634	185			
3			9.96	16,064	206			
4			10.06	14,738	186			
5			9.99	15,306	195			
6			9.95	15,331	197			
1	14/09/2021	14	9.99	16,050	205	194	14.63	7.54
2			9.92	14,078	182			
3			10.02	14,262	181			
4			10.04	14,425	182			
5			10.02	15,552	197			
6			9.93	16,749	216			
1	14/09/2021	28	10.00	15,475	197	202	6.62	3.28
2			9.94	15,280	197			
3			9.94	16,066	207			
4			10.03	16,212	205			
5			9.97	15,312	196			
6			10.00	16,637	212			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación A/C=0.62 sin aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
RELACIÓN A/C=0.62 SIN ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coeficiente de variación (%)
1	16/09/2021	7	9.98	23,463	300	282	25.78	9.14
2			9.49	22,171	314			
3			9.88	19,106	249			
4			9.95	19,771	254			
5			10.03	23,070	292			
6			9.99	22,177	283			
1	16/09/2021	14	10.01	22,515	286	300	20.84	6.95
2			9.99	25,753	329			
3			10.05	25,719	324			
4			10.03	22,674	287			
5			9.92	22,358	290			
6			10.06	22,473	283			
1	16/09/2021	28	10.02	25,486	324	321	12.91	4.02
2			10.02	24,959	317			
3			10.00	25,188	321			
4			10.01	26,010	331			
5			9.98	23,422	299			
6			10.04	26,603	336			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 – Resultados de la resistencia a la compresión, relación A/C=0.62 con aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.62 CON ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)
1	16/09/2021	7	9.98	26,310	337	333	3.99	1.20
2			9.98	25,898	331			
3			9.99	25,811	330			
4			9.97	26,283	337			
5			9.90	25,625	333			
6			10.02	25,748	327			
1	16/09/2021	14	9.93	25,587	330	338	8.24	2.44
2			9.90	25,082	326			
3			9.92	26,405	342			
4			10.01	26,850	342			
5			9.99	26,480	338			
6			9.94	27,015	348			
1	16/09/2021	28	9.93	25,724	332	348	12.77	3.67
2			9.90	25,761	335			
3			9.92	27,162	352			
4			10.01	27,135	345			
5			9.99	28,240	361			
6			9.94	28,075	362			

Fuente: Elaboración propia.

b. Resistencia a la flexión

Tabla 21 – Resultados de la resistencia a la flexión

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN										
Prob N°	Diseño	Fecha de vaciado	Edad (días)	Ancho de viga (cm)	Altura de viga (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)
1	0.92	13/09/2021	28	15.63	15.37	1,900	24	24	3.00	12.50
2	sin			15.42	15.36	2,133	27			
3	aditivo			15.40	15.50	1,701	21			
1	0.92	13/09/2021	28	15.24	15.43	1,929	25	25	3.00	12.00
2	con			15.30	15.39	1,746	22			
3	aditivo			15.57	15.36	2,196	28			
1	0.76	14/09/2021	28	15.73	15.45	2,376	29	33	3.51	10.64
2	sin			15.57	15.40	2,839	36			
3	aditivo			15.93	15.51	2,756	33			
1	0.76	14/09/2021	28	15.49	15.43	2,451	31	30	0.58	1.92
2	con			15.36	15.41	2,364	30			
3	aditivo			15.45	15.46	2,412	30			
1	0.62	16/09/2021	28	15.37	15.45	3,682	47	48	4.04	8.42
2	sin			15.70	15.49	3,595	44			
3	aditivo			15.46	15.40	4,062	52			
1	0.62	16/09/2021	28	15.35	15.34	3,871	50	52	3.79	7.28
2	con			15.73	15.30	3,887	49			
3	aditivo			15.32	15.45	4,432	56			

Fuente: Elaboración propia.

C. Tracción indirecta

Tabla 22 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.92 sin aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA									
RELACIÓN A/C=0.92 SIN ADITIVO									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Long. (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coeficiente de variación (%)
1	13/09/2021	7	10.05	20.61	4,162	12.8	15.6	1.53	9.84
2			9.98	20.74	4,931	15.2			
3			10.00	20.73	4,979	15.3			
4			9.95	20.74	5,348	16.5			
5			9.97	20.77	5,562	17.1			
6			9.99	20.93	5,393	16.4			
1	13/09/2021	14	9.88	20.72	5,451	17	16.5	1.13	6.86
2			9.99	20.52	5,302	16.5			
3			10.02	20.39	5,036	15.7			
4			9.98	20.32	4,881	15.3			
5			9.97	20.53	5,075	15.8			
6			9.90	20.75	5,941	18.4			
1	13/09/2021	28	9.99	20.71	6,292	19.4	18.4	0.84	4.54
2			9.96	20.70	5,958	18.4			
3			9.96	20.77	6,034	18.6			
4			10.01	20.46	5,849	18.2			
5			9.97	20.80	6,120	18.8			
6			10.00	20.53	5,438	16.9			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.92 con aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA RELACIÓN A/C=0.92 CON ADITIVO									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Long. (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	13/09/2021	7	10.06	20.37	3,111	9.7	12.3	2.47	20.07
2			10.02	20.74	4,436	13.6			
3			10.02	20.65	4,336	13.4			
4			10.06	20.37	3,000	9.3			
5			10.01	20.81	3,867	11.8			
6			9.98	20.61	5,072	15.7			
1	13/09/2021	14	9.89	20.72	4,980	15.5	14.3	1.86	12.98
2			10.03	20.52	4,338	13.4			
3			10.03	20.39	4,926	15.3			
4			9.95	20.32	5,292	16.7			
5			10.07	20.53	3,826	11.8			
6			9.93	20.75	4,166	12.9			
1	13/09/2021	28	9.97	20.74	5,616	17.3	15.2	1.96	12.87
2			9.94	20.78	4,795	14.8			
3			9.95	20.72	4,447	13.7			
4			9.92	20.72	5,546	17.2			
5			9.91	20.73	5,130	15.9			
6			9.96	20.35	3,936	12.4			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.76 sin aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA RELACIÓN A/C=0.76 SIN ADITIVO									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Long. (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	14/09/2021	7	10.05	20.72	5,357	16.4	18.1	2.72	15.01
2			9.91	21.05	5,223	16			
3			9.90	21.06	7,479	22.8			
4			9.99	20.66	5,058	15.6			
5			9.94	21.07	6,106	18.6			
6			9.86	20.83	6,143	19.1			
1	14/09/2021	14	9.93	20.72	7,056	21.8	22.2	3.92	17.64
2			9.90	20.52	6,578	20.6			
3			10.01	20.39	5,352	16.7			
4			10.01	20.32	8,031	25.1			
5			9.90	20.53	8,925	28			
6			9.93	20.75	6,774	20.9			
1	14/09/2021	28	9.98	20.63	8,252	25.5	24.2	2.69	11.13
2			9.94	21.26	7,147	21.5			
3			9.93	21.11	7,540	22.9			
4			10.04	20.83	7,027	21.4			
5			10.04	20.96	8,524	25.8			
6			9.96	21.24	9,332	28.1			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.76 con aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA RELACIÓN A/C=0.76 CON ADITIVO									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Long. (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	14/09/2021	7	10.02	20.37	4,162	13	12.1	1.22	10.07
2			10.08	20.34	3,854	12			
3			10.03	20.60	4,400	13.6			
4			10.01	20.41	3,365	10.5			
5			10.00	20.40	3,500	10.9			
6			9.99	20.50	4,096	12.7			
1	14/09/2021	14	10.01	20.72	5,757	17.7	19.7	2.51	12.72
2			10.01	20.52	6,607	20.5			
3			9.96	20.39	5,924	18.6			
4			9.90	20.32	7,539	23.9			
5			10.03	20.53	5,494	17			
6			10.01	20.75	6,676	20.5			
1	14/09/2021	28	9.98	20.70	7,107	21.9	20.5	1.30	6.37
2			10.03	20.58	6,619	20.4			
3			10.04	20.40	6,567	20.4			
4			10.05	20.38	5,855	18.2			
5			10.02	20.48	6,965	21.6			
6			10.00	20.32	6,614	20.7			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.62 sin aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA RELACIÓN A/C=0.62 SIN ADITIVO									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Long. (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%)
1	16/09/2021	7	10.01	20.32	7,049	22.1	18.8	2.35	12.48
2			10.02	20.29	5,118	16			
3			9.92	20.25	5,470	17.3			
4			10.05	20.36	6,742	21			
5			10.00	20.18	5,533	17.5			
6			9.95	20.24	5,912	18.7			
1	16/09/2021	14	9.94	20.72	7,776	24	24.1	3.29	13.67
2			9.91	20.52	9,238	28.9			
3			9.95	20.39	8,385	26.3			
4			9.99	20.32	6,797	21.3			
5			9.98	20.53	6,378	19.8			
6			9.97	20.75	7,888	24.3			
1	16/09/2021	28	9.92	20.56	9,465	29.5	26.0	4.04	15.55
2			9.98	20.21	7,365	23.2			
3			9.92	20.63	9,328	29			
4			9.99	20.43	7,585	23.7			
5			9.95	20.63	9,658	30			
6			10.01	20.35	6,539	20.4			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27 – Resultados de la resistencia a la tracción, relación A/C=0.62 con aditivo

RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA RELACIÓN A/C=0.62 CON ADITIVO									
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Long. (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo promedio (kg/cm ²)	Desv. Estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%)
1	16/09/2021	7	10.02	20.49	8,426	26.1	24.7	5.03	20.35
2			9.98	20.20	6,269	19.8			
3			9.97	20.46	8,679	27.1			
4			9.99	20.25	5,490	17.3			
5			9.99	20.57	9,856	30.5			
6			9.90	20.56	8,691	27.2			
1	16/09/2021	14	9.93	20.72	9,747	30.2	29.3	3.06	10.43
2			9.90	20.52	9,968	31.3			
3			9.93	20.39	9,867	31			
4			10.00	20.32	7,535	23.6			
5			9.92	20.53	10,084	31.5			
6			9.99	20.75	9,112	28			
1	16/09/2021	28	9.93	20.53	8,261	25.8	31.3	6.94	22.16
2			9.90	20.51	12,853	40.3			
3			9.93	20.51	10,696	33.5			
4			10.00	20.34	11,907	37.3			
5			9.92	20.53	9,256	28.9			
6			9.99	20.33	7,097	22.2			

Fuente: Elaboración propia.

d. Módulo de elasticidad y módulo de Poisson

Tabla 28 - Resultados de los ensayos del módulo elástico a los 28 días.

MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS (KG/CM ²)						
	0.92		0.76		0.62	
N° de muestra	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
M1	147,318	132,428	173,599	187,914	185,621	205,528
M2	140,874	152,915	172,711	183,500	185,051	211,090
M3	134,614	150,838	185,830	180,174	188,781	208,075
PROMEDIO	140,935	145,394	177,380	183,863	186,484	208,231

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 - Resultados de los ensayos del módulo de Poisson a los 28 días.

MÓDULO DE POISSON DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS						
	0.92		0.76		0.62	
N° de muestra	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
M1	0.288	0.254	0.293	0.234	0.289	0.269
M2	0.249	0.242	0.293	0.251	0.279	0.266
M3	0.241	0.229	0.244	0.266	0.286	0.276
PROMEDIO	0.259	0.242	0.276	0.251	0.285	0.270

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Resumen y análisis de los resultados

Tabla 30 - Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión durante 28 días.

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (KG/CM ²)						
RELACIÓN A/C	0.92		0.76		0.62	
	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
7 días	153	127	211	191	282	333
14 días	164	136	229	194	300	338
28 días	168	138	234	202	321	347

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 - Porcentajes de progresión de la resistencia a la compresión durante 28 días.

PORCENTAJE DE PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS						
RELACIÓN A/C	0.92		0.76		0.62	
	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
7 días	91.07%	92.03%	90.17%	94.55%	87.85%	95.97%
14 días	97.62%	98.55%	97.86%	96.04%	93.46%	97.41%
28 días	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

En la tesis **Tenorio y Acosta (2020)** encontramos siguiente información:

El grado de control de la calidad y uniformidad del concreto, este sujeto a las variaciones debidas a la calidad de los materiales, en el proceso de puesta en obra. Es por eso que la experiencia de laboratorio, encargada del control de la calidad del concreto, se expresan numéricamente en términos del coeficiente de variación y en la desviación estándar del laboratorio.

Desviación estándar (S):

Es la raíz cuadrada positiva de la varianza. La varianza mide la dispersión de los datos con respecto a la medida aritmética.

Para las condiciones indicadas en mi trabajo de investigación, la desviación estándar se calcula a partir de los resultados obtenidos, aplicando la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{(X1 - Xp)^2 + (X2 - Xp)^2 + \dots (Xn - Xp)^2}{n - 1}}$$

Donde:

S = Desviación estándar.

n = Número de ensayos de la serie.

X1, X2, ..., Xn = Resultados de resistencia de muestras de ensayos individuales.

Xp = Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

Así mismo se presenta en la siguiente tabla las restricciones que se deberán de tomar en el caso de número de muestreo un factor de corrección a la desviación estándar como establece la siguiente tabla:

Tabla 32 – Dispersión entre testigos.

Ensayos	Factor de corrección
15	1.16
20	1.08
25	1.08
30	1.03

Fuente: ACI 214R-11

Coefficiente de variación (V):

El coeficiente de variación viene a resultar la división entre la desviación estándar y la media aritmética de las muestras, el cual nos da un valor de confiabilidad del concreto, expresado en porcentaje. Para datos obtenidos en laboratorio los valores de “V” deben ser menores que 5%.

$$V = \frac{S * 100}{Xp}$$

Donde:

V = coeficiente de variación (%)

S = Desviación estándar

Xp = media aritmética

En la siguiente tabla podemos apreciar los coeficientes de variación de la resistencia a la compresión, según cada diseño de mezcla y edad.

Tabla 33 - Los coeficientes de variación para resultados de la resistencia a la compresión durante 28 días.

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)						
RELACIÓN A/C	0.92		0.76		0.62	
	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
7 días	3.89	2.85	7.19	5.41	9.14	1.20
14 días	2.16	5.71	4.91	7.54	6.95	2.44
28 días	3.23	4.08	5.86	3.28	4.02	4.17
PROMEDIO	3.10	4.21	5.99	5.41	6.70	2.60

Fuente: Elaboración propia.

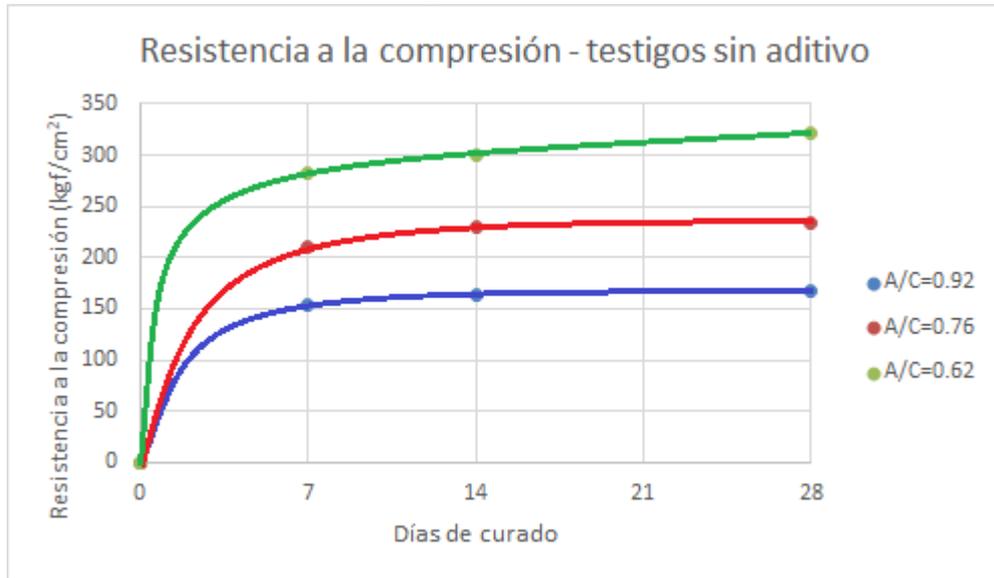
Para la revisión del coeficiente de variación se recomienda emplear la Norma de control de concreto para $f'c \leq 35$ MPa (ACI 214R-11). Podemos apreciar que en algunos casos de series de roturas coeficiente de variación superó nivel del 5%, que le ubica en el rango del control deficiente.

Tabla 34 – Dispersión entre testigos.

DISPERSION ENTRE TESTIGOS					
Clase de operación	Coeficiente de variación para diferentes grados de control, %				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente
Control de concreto en campo	Inferior a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	Superior a 6.0
Control e concreto en laboratorio	Inferior a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	Superior a 5.0

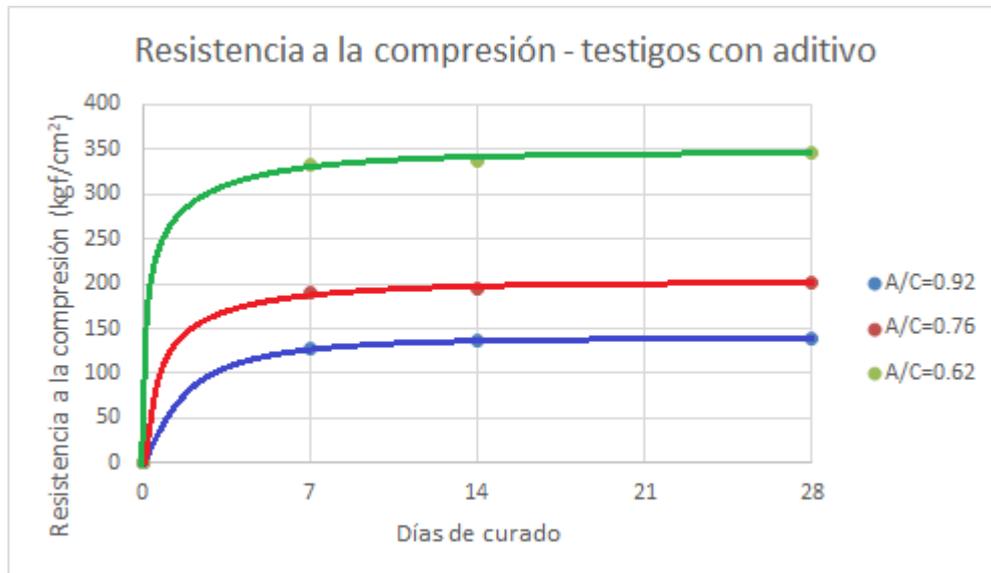
Fuente: ACI 214R-11

Gráfico 15 - Progresión de la resistencia a la compresión para testigos sin aditivo.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 16 - Progresión de la resistencia a la compresión para testigos con aditivo.



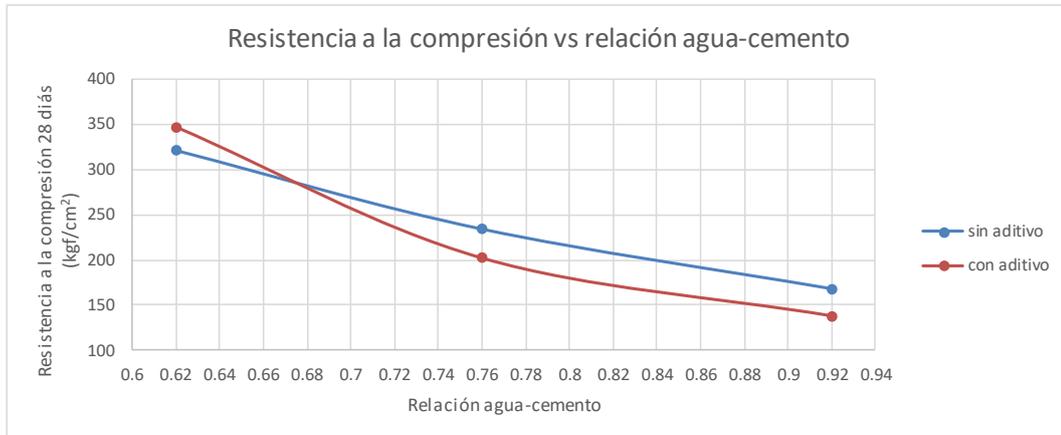
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35 - Resumen de los resultados de los concretos cemento-arena.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO						
Relación A/C	0.92		0.76		0.62	
Aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
Resistencia a la compresión - 28 días (kgf/cm ²)	168	138	234	202	321	347
Resistencia a la flexión - 28 días (kgf/cm ²)	24	25	33	30	48	52
Resistencia a la tracción - 28 días (kgf/cm ²)	18.4	15.2	24.2	20.5	26	31.2
Módulo elástico - 28 días (kgf/cm ²)	140935	145394	177380	183863	186484	208231
Módulo de Poisson	0.259	0.242	0.276	0.251	0.285	0.270
Cantidad de agua en la mezcla (lts/m ³)	371.42	314.8	353.52	301.6	347.05	317.42
Cantidad de cemento (bolsas de 42.5 kg/m ³)	9.5	8.13	10.95	9.45	13.17	12.23
Aire atrapado en concreto (%)	4.28	7.66	4.87	8.42	5.22	4.91
Cantidad de aditivo SikaPlast 740 (lts/m ³)	0	2.41	0	2.48	0	2.91
Exudación (%)	4.55	3.97	4.24	3.47	3.57	3.98

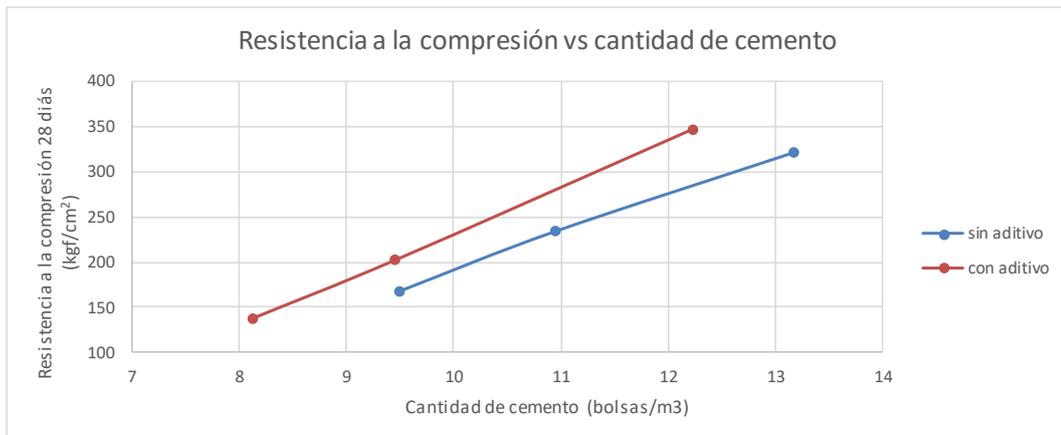
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 17 - Resistencia a la compresión versus relación agua-cemento.



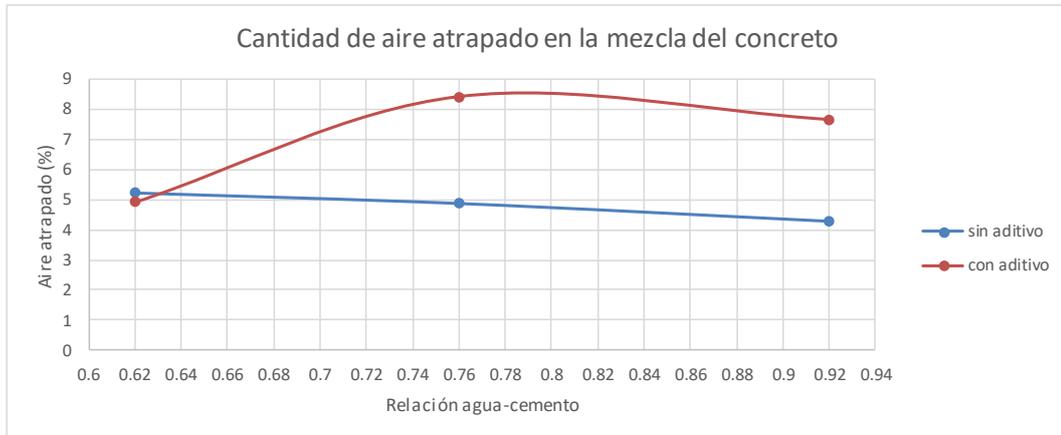
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 18 - Resistencia a la compresión versus cantidad de cemento.



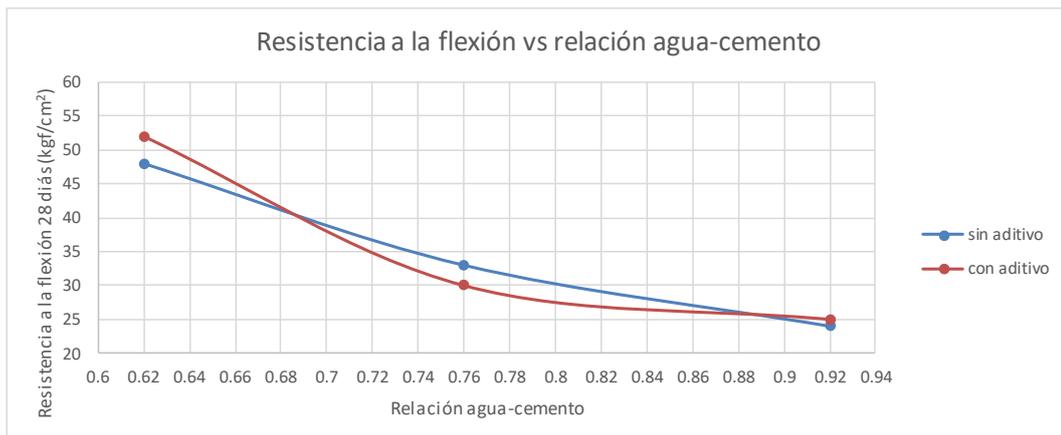
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 19 - Cantidad de aire atrapado en la mezcla del concreto vs relación agua cemento.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 20 - Resistencia a la flexión versus relación agua-cemento.



Fuente: Elaboración propia.

Capitulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones

5.1. Discusión

Evaluación de las propiedades del agregado fino.

El agregado no cumple con el requisito del módulo de fineza siendo valor de 0.91 muy por debajo del mínimo de 2.3 (rango de la norma C-33 es 2.3 - 3.1). Los demás requisitos se cumplen.

Cambios en la cantidad del cemento y agua.

Para la mezcla 0.92 con aditivo se empleó 314.8 lts/m³ y sin aditivo 371.42 lts/m³. Cantidad del agua disminuyó en 15.24% de diferencia. La cantidad del cemento bajó del 9.50 bolsas/m³ sin aditivo a 8.13 bolsas/m³ con aditivo. La disminución de la cantidad del cemento resultó ser 14.42% (1.37 bolsas).

Para la mezcla 0.76 con aditivo se empleó 301.60 lts/m³ y sin aditivo 353.52 lts/m³. Cantidad del agua disminuyó en 14.69% de diferencia. La cantidad del cemento bajó del 10.95 bolsas/m³ sin aditivo a 9.45 bolsas/m³ con aditivo. La disminución de la cantidad del cemento resultó ser 13.70% (1.50 bolsas).

Para la mezcla 0.62 con aditivo se empleó 317.42 lts/m³ y sin aditivo 347.05 lts/m³. Cantidad del agua disminuyó en 8.54% de diferencia. La cantidad del cemento bajó del 13.17 bolsas/m³ sin aditivo a 12.23 bolsas/m³ con aditivo. La disminución de la cantidad del cemento resultó ser 7.14% (0.94 bolsas).

Cambios en resistencia a la compresión.

Para la mezcla 0.92 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 138 kg/cm² y sin aditivo 168 kg/cm². Resistencia disminuyó en 17.86%.

Para la mezcla 0.76 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 202 kg/cm² y sin aditivo 234 kg/cm². Resistencia disminuyó en 13.68%.

Para la mezcla 0.62 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 347 kg/cm² y sin aditivo 321 kg/cm². Resistencia aumentó en 8.10%.

No se encontraron las ventajas con respecto a la resistencia a la compresión usando el aditivo SikaPlast 740, a diferencia de la tesis **(Ari Queque, 2002)** donde se obtuvo a los 42 días un beneficio de resistencia y un incremento en el costo de 107.3% y 64.3%, respectivamente para la primera relación a/c; y, para la segunda de 10.5% y 62.7%, respectivamente; y, para la relación a/c=0.50 obtuvo un beneficio en la resistencia de 96.6% y un incremento en el costo de 48.0% (Ari Queque, 2002). Y para las mismas relaciones a/c = 0.40, 0.45 y 0.50 en el diseño patrón (sin aditivo) obtuvo a los 42 días, resistencias a la compresión de 497.2 kg/cm², 430.8kg/cm² y 420.8 kg/cm²

En la tesis **(Yzquierdo, 2015)** también se observó mejora significativa de la resistencia:

- “Al incorporar aditivo Cherna Estruct a la mezcla de concreto en la proporción de 425 mililitros por bolsa incrementa la resistencia a la compresión en un 20.57% con cemento Pacasmayo Tipo I, a los tres días”. Y, en la misma proporción por bolsa de cemento, la resistencia a la compresión se incrementa en 12.79% a los 28 días.
- “Cuando se incorpora aditivo Cherna Estruct en la proporción de 425 mililitros por bolsa de cemento a la mezcla de concreto incrementa la resistencia a la compresión en 10.56% con cemento Inka Tipo I Co, a los 28 días”.

- “La resistencia promedio a la compresión de especímenes de concreto elaborados sin aditivo Cherna Estruct a los 28 días, dio como resultado de 232.00 kg/cm² con cemento Pacasmayo Tipo I y con cemento Inka Tipo I Co, fue de 225.680 kg/cm²”.

En la tesis **(Sánchez, 2017)** se obtuvieron incrementos de resistencia para dosificaciones del superplastificante específicos:

- La incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto ocasionó un incremento de la resistencia a la compresión para dosis debajo e igual a 1100 ml. Sin embargo, para dosis superiores a 1100 ml, la resistencia a la compresión del concreto experimenta un decrecimiento. No obstante, este valor se encuentra mayormente por encima de la resistencia a la compresión de la mezcla patrón.
- La resistencia a la compresión alcanza sus valores máximos con dosis de 1100 ml de aditivo superplastificante, para cualquier edad y resistencia con su respectiva relación a/c.
- La resistencia a la compresión logra alcanzar sus valores mínimos con dosis de 1600 ml de aditivo superplastificante, para cualquier edad y relación a/c.
- Se alcanzaron resistencias mayores al 50% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en tres días, para dosis de 650 ml del aditivo superplastificante para cualquier relación a/c.

Cambios en resistencia a la flexión.

Para la mezcla 0.92 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 25 kg/cm² y sin aditivo 24 kg/cm². Resistencia aumentó en 4.17%.

Para la mezcla 0.76 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 30 kg/cm² y sin aditivo 33 kg/cm². Resistencia disminuyó en 10.00%.

Para la mezcla 0.62 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 52 kg/cm² y sin aditivo 48 kg/cm². Resistencia aumentó en 8.33%.

Cambios en resistencia a la tracción indirecta.

Para la mezcla 0.92 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 15.2 kg/cm² y sin aditivo 18.4 kg/cm². Resistencia disminuyó en 17.39%.

Para la mezcla 0.76 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 20.5 kg/cm² y sin aditivo 24.2 kg/cm². Resistencia disminuyó en 15.29%.

Para la mezcla 0.62 la resistencia con aditivo a los 28 días resultó ser 31.2 kg/cm² y sin aditivo 26.0 kg/cm². Resistencia aumentó en 20.00%.

5.2. Conclusiones

1. Las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del uso de aditivo superplastificante, y arena de la cantera La Rinconada del distrito San Juan Bautista, **no** varían significativamente respecto a las del concreto cemento-arena obtenido sin el uso de dicho aditivo.

2. El agregado fino de la cantera La Rinconada no cumple con requisito del módulo de fineza de la norma C-33. Resultado fue 0.91 y el mínimo permitido es 2.3. Por esta razón las mezclas requirieron mucha cantidad del agua. Los demás requisitos básicos están cumplidos.
3. Las mezclas con aditivo mostraron la disminución de la resistencia a la compresión en un promedio de 7.81%, pero esta desventaja se compensa con la disminución de la cantidad del cemento por metro cúbico de la mezcla en un promedio de 11.75%. A pesar de esto no parece que el aditivo presente una ventaja significativa.
4. Las propiedades mecánicas fueron afectadas por gran cantidad de agua requerida para obtener las mezclas trabajables, aunque con una relación agua-cemento adecuada se puede llegar a las resistencias mayores que 210 kg/cm².
5. Coeficiente de variación en algunos casos superó nivel del 5%, que le ubica en el rango del control deficiente. Esa falla puede deberse a bajo módulo de fineza del agregado fino y alto requerimiento del agua de amasado.
6. Agregado fino empleado se usó por nuestro desconocimiento de su bajo módulo de fineza y por la recomendación del asesor.

5.3. Recomendaciones

1. Por el bajo valor del módulo de fineza y alta demanda del agua para concreto se desaconseja el uso de la arena de la cantera La Rinconada.
2. Por el bajo valor del módulo de fineza y alta demanda del cemento para alcanzar la resistencia requerida del diseño para concreto se desaconseja el uso de arena de la cantera La Rinconada.
3. No se recomienda el uso del aditivo superplastificante SikaPlast 740 en la producción del concreto cemento-arena con agregado de la cantera La Rinconada, porque no presentó ventaja significativa en las propiedades del concreto.
4. Se recomienda investigar el uso del aditivo superplastificante SikaPlast 740 en la producción del concreto cemento-arena con agregados de diferentes canteras con mayor módulo de fineza.
5. Se recomienda investigar otros tipos y marcas de los aditivos plastificantes en los concretos cemento-arena.
6. Se recomienda investigar presencia de otras posibles canteras en la zona de la cantera La Rinconada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2001. "AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global". Lima : SENCICO, 2001.

Ari Queque, Ismael. 2002. "Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland tipo I". Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.

ARI, ismael. 2002. *Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland Tipo I.* Lima : s.n., 2002.

Barba, Christian y García, Victor. 2018. "Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento -arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018". Iquitos : Universidad Científica del Perú, 2018.

BAZÁN, enrique y MELI, roberto. 2001. *Diseño Sísmico de edificios.* México : Limusa, 2001.

Benites Espinoza, Cindy Mabel. 2011. *Concreto (hormigón) con cemento Pórtland Puzolánico tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología SIKA Viscocrete 20HE.* Lima- Perú : Tesis, 2011.

CAMACHO, mayra. 2017. "Análisis de las características mecánicas del concreto convencional usando agregado global del río Bado Huamachuco-La Libertad y aditivo chema 3". Trujillo : s.n., 2017.

Chavez y Pinchi. 2015. "Producción Industrial de agregados y concreto en la ciudad de tarapoto", Tesis de Maestría dirigida por Ms. Ing. Ana Torre Carillo, Maestría en Tecnología de la Construcción. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.

CHÁVEZ, miguel y PINCHI, eduardo. 2015. *Producción Industrial de agregados y concreto en la ciudad de Tarapoto.* Tarapoto : s.n., 2015.

CUEVA, ever y MUÑOZ, cesar. 2016. "Características del concreto en estado fresco y endurecido fabricado con agregado global del río canchan, Chillia-Pataz-La Libertad". Trujillo : s.n., 2016.

GONZALES, federico. 2002. *Manual de Supervisión de Obras de Concreto.* México : Limusa, 2002.

IRIGOIN, ulises. 2015. *Análisis de la Sostenibilidad Minera No Metálica mediante Indicadores Sintéticos. Aplicación para Explotación de Agregados Pétreos para Construcción en Loreto y San Martín, Perú.* . Loreto y San Martín : s.n., 2015.

- NORMA TÉCNICA NTP 400.012 PERUANA. 2001.** "AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global". Lima : SENCICO, 2001.
- NORMA TÉCNICA NTP 400.012 PERUANA. 2001.** "AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global". Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO . Lima. Perú. : s.n., 2001. Norma Técnica .
- QUIMBAY, rodrigo. 2012.** "Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante TCTM". Colombia : s.n., 2012.
- RIOS, eduardo. 2011.** "Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto Hidráulico". Lima : s.n., 2011.
- RIVVA, enrique. 2007.** *Diseño de Mezclas*. Lima : Fondo Editorial ICG, 2007.
- Sánchez Zárate, Kemmer Emely. 2017.** *la influencia del uso de aditivo superplastificante en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $f'c= 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$* . 2017.
- TORRADO, luz y SERRANO, maría. 2013.** "Propiedades Mecánicas de los Agregados Ante Variaciones Climáticas: Reporte de caso en Bucaramanga". Bucaramanga : Redalyc.org, 2013.
- Villablanca. 2006.** *la influencia del aditivo incorporador de aire en la resistencia mecánica del hormigón*. 2006.
- Yzquierdo. 2015.** "Influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con agregados grueso y fino con cemento Pacasmayo y cemento Inka. 2015.
- TENORIO Juan, ACOSTA Sergio 2020.** "Estudio comparativo de las propiedades del concreto (cemento-arena): con arena de cantera fluvial – comunidad astoria y con arena de cantera cuarzosa – comunidad varillal en la ciudad de iquitos."

ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Influencia del aditivo SikaPlast-740 PE, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento arena, obtenido a partir de arena cantera La Rinconada, AA.HH. Las Almendras, distrito san juan bautista, Loreto, Perú. 2021”.					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p>Problema General</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos- San Juan; y, cómo varían las propiedades físicas y mecánicas, del concreto estructural, en estado endurecido, obtenido a partir del uso de este agregado en ausencia y presencia del aditivo superplastificante?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>1. ¿Cuáles son las propiedades físicas del agregado fino procedente de las canteras de La Rinconada Iquitos- San Juan, para su uso en elaboración de concreto estructural?</p> <p>2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas,</p>	<p style="text-align: center;">Objetivo General</p> <p>Conocer las propiedades físicas del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos – San Juan; y, determinar las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del uso de estos agregados en ausencia y presencia del aditivo superplastificante.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos Específicos</p> <p>1. Determinar las propiedades físicas del agregado fino procedente de las canteras de La Rinconada Iquitos – San Juan, para su uso en elaboración de concreto estructural.</p> <p>2. Determinar las propiedades mecánicas, a</p>	<p style="text-align: center;">Hipótesis General</p> <p>H : “Las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del uso del aditivo superplastificante, y arena de canteras de La Rinconada Iquitos-San Juan, varían significativamente respecto a las del concreto cemento-arena obtenido sin el uso de dichos aditivos”</p>	<p>Variable independiente X:</p> <p>Aditivo superplastificante: y arena, de canteras de La Rinconada Iquitos-San Juan.</p> <p>Variable dependiente Y:</p> <p>Propiedades mecánicas del concreto estructural.</p>	<p style="text-align: center;">Indicadores X</p> <p>Propiedades aditivo</p> <p>Clasificación y tipo de material granular.</p> <p>Módulo de fineza de los agregados.</p> <p style="text-align: center;">Indicadores Y</p> <p>Resistencia a la compresión.</p> <p>Resistencia a la flexión en viga.</p> <p>Módulo de elasticidad estático.</p>	<p style="text-align: center;">Tipo de Investigación: Descriptiva Diseño de Investigación: Esquema:</p> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 10px auto; text-align: center; line-height: 20px;">M O</div> <p>Donde: M: Muestra O: Observaciones</p>

<p>a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos –San Juan?</p> <p>3. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos – San Juan, en presencia del aditivo superplastificante?</p> <p>4. Cómo varían las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos- San Juan en ausencia, en presencia del aditivo superplastificante.</p> <p>5. Cómo influye el aditivo superplastificante en la propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días del concreto estructural obtenido a</p>	<p>los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos –San Juan.</p> <p>3. Determinar las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos – San Juan, en presencia del aditivo superplastificante.</p> <p>4. Determinar la variación de los valores de las propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días, del concreto estructural obtenido a partir del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos- San Juan en ausencia y en presencia del aditivo superplastificante.</p> <p>5. Evaluar la influencia del aditivo superplastificante en la propiedades mecánicas, a los 7 y 28 días del concreto estructural obtenido a partir</p>				
--	---	--	--	--	--

partir del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos – San Juan.	del agregado fino de las canteras de La Rinconada Iquitos – San Juan.				
--	---	--	--	--	--

ANEXO N° 2: CÁLCULO DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA

Diseño de mezcla con a/c = 0.92 sin aditivo

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	SOL TIPO I
Peso Específico	:	3.12 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico base seca	:	2.604
Peso Específico SSS	:	2.617
Porcentaje de Absorción	:	0.47 %
Peso Unitario Suelto	:	1,310 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,474 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	0.91
Humedad para Diseño	:	24.64 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	355	Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.92	
Factor Cemento	:	C=A/Rac	355.00 / 0.92 = 385.9 = 9.08 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	385.9 / 3120	=	0.124 m ³
Agua	:	355.00 / 1000	=	0.355 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				<u>0.564 m³</u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.564	=	0.436 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.436 x 2604	=	1136.2 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	385.9 Kg/m ³
Agua	:	355.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1136.2 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1136.16 x 1.2464	=	1416.06 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	24.64 - 0.47	=	24.17 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1136.16 x 0.24165	=	274.553 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	355.00 - 274.55	=	80.45 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	385.9 Kg/m ³
Agua	:	80.4 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1416.1 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	385.90 / 385.90	=	1.00
Agregado Fino	:	1416.06 / 385.90	=	3.67
Agua	:	80.45 / 9.93	=	8.93

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3.67</td> <td>8.93</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	3.67	8.93	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	3.67	8.93							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1632.72 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3.34</td> <td>8.93</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	3.34	8.93	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	3.34	8.93							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	156.0 Kg
Agua Efectiva	:	8.9 lts.

Diseño de mezcla con a/c = 0.92 con aditivo

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	SOL TIPO I
Peso Especificc	:	3.12 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Especifico base seca	:	2.604
Peso Especifico SSS	:	2.617
Porcentaje de Absorción	:	0.47 %
Peso Unitario Suelto	:	1,310 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,474 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	0.91
Humedad para Diseño	:	21.87 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	315	Lts/m ³	Densidad del aditivo	:	1.08	kg/l
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.92					
Factor Cemento	:	C=A/Rac	315.00 / 0.92	=	342.4	=	8.06 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%				
Relacion Aditivo/Cemento	:	0.01					
Cantidad de aditivo	:	3424	gr	=	3.4	kg	Volumen: 3.1 litros

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	342.4 / 3120	=	0.110	m ³
Agua	:	315.00 / 1000	=	0.315	m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085	m ³
				0.510	m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.510	=	0.490	m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.490 x 2604	=	1276.6	kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	342.4	Kg/m ³
Agua	:	311.9	Lts/m ³
Agregado Fino	:	1276.6	Kg/m ³
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	3.4	Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1276.63 x 1.2187	=	1555.82	Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	21.87 - 0.47	=	21.40	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1276.63 x 0.214	=	273.198	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	311.90 - 273.20	=	38.70	Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	342.4	Kg/m ³
Agua	:	38.7	Lts/m ³
Agregado Fino	:	1555.8	Kg/m ³
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	3.4	Kg/m ⁴

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	342.40 / 342.40	=	1.00
Agregado Fino	:	1555.82 / 342.40	=	4.54
Agua	:	0.11 x 42.50	=	4.68

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4.54</td> <td>4.68</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	4.54	4.68	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	4.54	4.68							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1596.50	Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------	-------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4.23</td> <td>4.68</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	4.23	4.68	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	4.23	4.68							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	193.0	Kg
Agua Efectiva	:	4.7	lts.

Diseño de mezcla con a/c = 0.76 sin aditivo

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	SOL TIPO I
Peso Específico	:	3.12 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico base seca	:	2.604
Peso Específico SSS	:	2.617
Porcentaje de Absorción	:	0.47 %
Peso Unitario Suelto	:	1,310 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,474 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	0.91
Humedad para Diseño	:	21.87 %

B. CARACTERÍSTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	340	Lts/m ³	
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.76		
Factor Cemento	=	$C=A/Rac$	$340.00 / 0.76$	= 447.4 = 10.53 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%	

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	$447.4 / 3120$	=	0.143 m ³
Agua	:	$340.00 / 1000$	=	0.340 m ³
Aire Atrapado	:	$8.50 / 100$	=	0.085 m ³
				<u>0.568 m³</u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	$1.000 - 0.568$	=	0.432 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.432×2604	=	1123.9 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	447.4 Kg/m ³
Agua	:	340.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1123.9 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1123.89×1.2187	=	1369.69 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	$21.87 - 0.47$	=	21.40 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1123.89×0.214	=	240.513 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	$340.00 - 240.51$	=	99.49 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	447.4 Kg/m ³
Agua	:	99.5 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1369.7 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	$447.40 / 447.40$	=	1.00
Agregado Fino	:	$1369.69 / 447.40$	=	3.06
Agua	:	0.22×42.50	=	9.35

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3.06</td> <td>9.35</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	3.06	9.35	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	3.06	9.35							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1596.50 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.85</td> <td>9.35</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	2.85	9.35	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	2.85	9.35							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	130.1 Kg
Agua Efectiva	:	9.4 Lts.

Diseño de mezcla con a/c = 0.76 con aditivo

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	SOL TIPO I
Peso Específico	:	3.12 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico base seca	:	2.604
Peso Específico SSS	:	2.617
Porcentaje de Absorción	:	0.47 %
Peso Unitario Suelto	:	1,310 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,474 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	0.91
Humedad para Diseño	:	21.87 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	305 Lts/m ³	Densidad del aditivo	:	1.08 kg/l
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.76			
Factor Cemento	:	C=A/Rac	305.00 / 0.76	=	401.3 = 9.44 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %			
Relacion Aditivo/Cemento	:	0.01			
Cantidad de aditivo	:	4013 gr	=	4 kg	Volumen: 3.7 litros

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	401.3 / 3120	=	0.129 m ³
Agua	:	305.00 / 1000	=	0.305 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				0.519 m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.519	=	0.481 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.481 x 2604	=	1253.5 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	401.3 Kg/m ³
Agua	:	301.3 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1253.5 Kg/m ³
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	4.0 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1253.51 x 1.2187	=	1527.65 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	21.87 - 0.47	=	21.40 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1253.51 x 0.214	=	268.251 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	301.30 - 268.25	=	33.05 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	401.3 Kg/m ³
Agua	:	33.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1527.7 Kg/m ³
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	4.0 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	401.30 / 401.30	=	1.00
Agregado Fino	:	1527.65 / 401.30	=	3.81
Agua	:	0.08 x 42.50	=	3.40

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3.81</td> <td>3.40</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	3.81	3.40	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	3.81	3.40							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1596.50 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3.55</td> <td>3.40</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	3.55	3.40	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	3.55	3.40							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	161.9 Kg
Agua Efectiva	:	3.4 lts.

Diseño de mezcla con a/c = 0.62 sin aditivo

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	SOL TIPO I
Peso Específico	:	3.12 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

AGREGADO FINO

Peso Específico base seca	:	2.604
Peso Específico SSS	:	2.617
Porcentaje de Absorción	:	0.47 %
Peso Unitario Suelto	:	1,310 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,474 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	0.91
Humedad para Diseño	:	21.21 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	335	Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.62	
Factor Cemento	:	C=A/Rac	335.00 / 0.62 = 540.3 = 12.71 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	540.3 / 3120	=	0.173 m ³
Agua	:	335.00 / 1000	=	0.335 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				<u>0.593 m³</u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.593	=	0.407 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.407 x 2604	=	1059.4 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	540.3 Kg/m ³
Agua	:	335.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1059.4 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1059.38 x 1.2121	=	1284.02 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	21.21 - 0.47	=	20.74 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1059.38 x 0.20735	=	219.662 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	335.00 - 219.66	=	115.34 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	540.3 Kg/m ³
Agua	:	115.3 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1284.0 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	540.30 / 540.30	=	1.00
Agregado Fino	:	1284.02 / 540.30	=	2.38
Agua	:	0.21 x 42.50	=	8.93

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.38</td> <td>8.93</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	2.38	8.93	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	2.38	8.93							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1587.79 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.23</td> <td>8.93</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	2.23	8.93	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	2.23	8.93							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	101.2 Kg
Agua Efectiva	:	8.9 Lts.

Diseño de mezcla con a/c = 0.62 con aditivo

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	SOL TIPO I
Peso Especifico	:	3.12 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Especifico base seca	:	2.604
Peso Especifico SSS	:	2.617
Porcentaje de Absorción	:	0.47 %
Peso Unitario Suelto	:	1,310 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,474 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	0.91
Humedad para Diseño	:	21.21 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	310 Lts/m ³	Densidad del aditivo	:	1.08 kg/l
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.62			
Factor Cemento	:	C=A/Rac	310.00 / 0.62	=	500 = 11.76 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %			
Relacion Aditivo/Cemento	:	0.01			
Cantidad de aditivo	:	5000 gr	=	5 kg	Volumen: 4.6 litros

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	500 / 3120	=	0.160 m ³
Agua	:	310.00 / 1000	=	0.310 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				0.555 m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.555	=	0.445 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.445 x 2604	=	1158.1 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	500.0 Kg/m ³
Agua	:	305.4 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1158.1 Kg/m ³
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	5.0 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1158.11 x 1.2121	=	1403.69 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	21.21 - 0.47	=	20.74 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1158.11 x 0.20735	=	240.135 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	305.40 - 240.13	=	65.27 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	500.0 Kg/m ³
Agua	:	65.3 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1403.7 Kg/m ³
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	5.0 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	500.00 / 500.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1403.69 / 500.00	=	2.81
Agua	:	0.13 x 42.50	=	5.53

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.81</td> <td>5.53</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	2.81	5.53	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	2.81	5.53							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1587.79 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.63</td> <td>5.53</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	2.63	5.53	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	2.63	5.53							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	119.4 Kg
Agua Efectiva	:	5.5 lts.

ANEXO N° 3: CÁLCULO DE LOS PESOS UNITARIOS Y VALORES REALES DE LOS DISEÑOS

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.92** SIN ADITIVO

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	385.90 kg	0.12369 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1141.50 kg	0.43619 m3
AGUA	355.00 kg	0.35500 m3
TOTAL DE MATERIALES	1882.40 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1882.40 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2057.55 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8456	8445	8550
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5540	5529	5634
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.960	1.956	1.993
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	1.96946		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	1969.46		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1882.4 \text{ kg.}}{1969.46 \text{ kg/m}^3} = 0.955795 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.955795 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.956$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{385.9 \text{ m}^3}{0.955795 \text{ m}^3} = 403.75 \text{ kg/m}^3 = 9.5 \text{ bls/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 4.28 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 2 1/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 33.9 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	403.75 kg	0.129 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1194.30 kg	0.456 m3
AGUA	371.42 lts.	0.371 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.043 m3
TOTAL	1969.46 kg	1.0000 m3

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.92** **CON ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	342.40 kg	0.10974 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1282.63 kg	0.49011 m3
AGUA	311.90 kg	0.31190 m3
ADITIVO SIKAPLAST 740	3.40 kg	0.00315
TOTAL DE MATERIALES	1940.33 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1940.33 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2120.80 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8456	8476	8425
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5540	5560	5509
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.960	1.967	1.949
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	1.95838		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	1958.38		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1940.33 \text{ kg.}}{1958.376667 \text{ kg/m}^3} = 0.990785 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.990785 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.991$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{342.4 \text{ m}^3}{0.990785 \text{ m}^3} = 345.58 \text{ kg/m}^3 = 8.13 \text{ bolsas/r}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 7.66 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 1 1/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 34.5 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	345.58 kg	0.11076 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1294.56 kg	0.49467 m3
AGUA	314.80 lts.	0.31480 m3
ADITIVO SIKAPLAST 740	3.43	0.00318
AIRE ATRAPADO	0.00	0.07659 m3
TOTAL	1958.37 kg	1.00000 m3

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.76** **SIN ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	447.40 kg	0.14340 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1129.18 kg	0.43148 m3
AGUA	340.00 kg	0.34000 m3
TOTAL DE MATERIALES	1916.58 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1916.58 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2094.91 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8564	8522	8563
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5648	5606	5647
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.998	1.983	1.998
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	1.99281		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	1992.81		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1916.58 \text{ kg.}}{1992.806667 \text{ kg/m}^3} = 0.961749 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.961749 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.962$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{447.4 \text{ m}^3}{0.961749 \text{ m}^3} = 465.19 \text{ kg/m}^3 = 10.95 \text{ bls/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 4.87 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 2"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 33.9 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	465.19 kg	0.149 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1174.09 kg	0.449 m3
AGUA	353.52 lts.	0.354 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.049 m3
TOTAL	1992.80 kg	1.0000 m3

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.76** **CON ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	401.30 kg	0.12862 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1259.40 kg	0.48124 m3
AGUA	301.30 kg	0.30130 m3
ADITIVO SIKAPLAST 740	4.00 kg	0.00370
TOTAL DE MATERIALES	1966.00 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1966.00 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2148.95 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8472	8485	8481
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5556	5569	5565
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	1.965	1.970	1.969
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	1.96793		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	1967.93		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1966 \text{ kg.}}{1967.926667 \text{ kg/m}^3} = 0.999021 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.999021 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.999$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{401.3 \text{ m}^3}{0.999021 \text{ m}^3} = 401.69 \text{ kg/m}^3 = 9.45 \text{ bolsas/r}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 8.42 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 1 3/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 34.3 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	401.69 kg	0.12875 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1260.63 kg	0.48171 m3
AGUA	301.60 lts.	0.30160 m3
ADITIVO SIKAPLAST 740	4.00	0.00371
AIRE ATRAPADO	0.00	0.08424 m3
TOTAL	1967.93 kg	1.00000 m3

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.62** SIN ADITIVO

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 540.30 kg	0.17317 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1064.36 kg	0.40671 m ³
AGUA	: 335.00 kg	0.33500 m ³
TOTAL DE MATERIALES	1939.66 kg	0.915 m³

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1939.66 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2120.12 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8583	8608	8599
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5667	5692	5683
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.005	2.013	2.010
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.00943		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2009.43		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1939.66 \text{ kg.}}{2009.433333 \text{ kg/m}^3} = 0.965277 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.965277 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.965$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{540.3 \text{ m}^3}{0.965277 \text{ m}^3} = 559.74 \text{ kg/m}^3 = 13.17 \text{ bls/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.22 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 2 3/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 32.0 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 559.74 kg	0.179 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1102.64 kg	0.421 m ³
AGUA	: 347.05 lts.	0.347 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.052 m ³
TOTAL	2009.43 kg	1.0000 m³

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.62** **CON ADITIVO**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	500.00 kg	0.16026 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1163.56 kg	0.44461 m3
AGUA	305.40 kg	0.30540 m3
ADITIVO SIKAPLAST 740	5.00 kg	0.00463
TOTAL DE MATERIALES	1973.96 kg	0.915 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1973.96 \text{ kg}}{0.915 \text{ m}^3} = 2157.57 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8729	8742	8677
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5813	5826	5761
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.056	2.061	2.038
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.05164		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2051.64		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1973.96 \text{ kg.}}{2051.643333 \text{ kg/m}^3} = 0.962136 \text{ m}^3$$

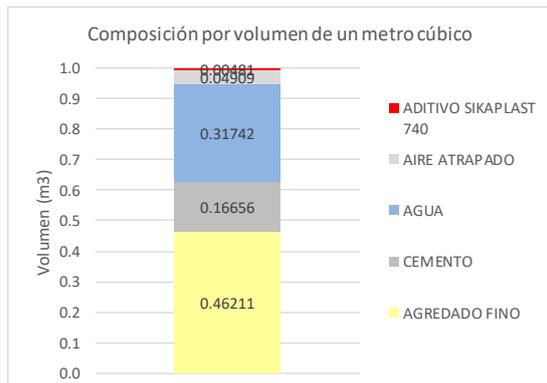
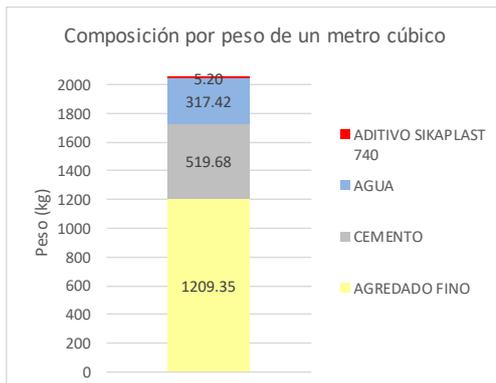
$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.962136 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.962$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{500 \text{ m}^3.}{0.962136 \text{ m}^3} = 519.68 \text{ kg/m}^3 = 12.23 \text{ bolsas/}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 4.91 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 7 1/2"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 32.5 °C

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	519.68 kg	0.16656 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1209.35 kg	0.46211 m3
AGUA	317.42 lts.	0.31742 m3
ADITIVO SIKAPLAST 740	5.20	0.00481
<u>AIRE ATRAPADO</u>	<u>0.00</u>	<u>0.04909 m3</u>
TOTAL	2051.64 kg	1.00000 m3



ANEXO N° 4: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.92, sin aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.04	127.4	12,991	79.091	164	153
2	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.00	119.2	12,156	78.461	155	
3	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.72	111.0	11,318	74.127	153	
4	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.82	112.4	11,463	75.661	152	
5	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.00	114.7	11,692	78.54	149	
6	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.05	114.4	11,666	79.327	147	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.96

VARIANZA
35.47

COEF. DE VARIACION
3.89

ANEXO N° 5: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.92, sin aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	10.08	123.9	12,635	79.722	158	164
2	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.92	127.1	12,961	77.21	168	
3	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.94	127.3	12,984	77.522	167	
4	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.97	125.2	12,763	77.991	164	
5	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.90	124.7	12,717	76.977	165	
6	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.97	124.8	12,730	78.069	163	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.54

VARIANZA
12.57

COEF. DE VARIACION
2.16

ANEXO N° 6: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.92, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	10.02	129.1	13,160	78.776	167	168
2	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.90	130.5	13,306	76.977	173	
3	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.96	131.3	13,387	77.835	172	
4	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.94	122.3	12,472	77.6	161	
5	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.99	131.2	13,382	78.383	171	
6	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.93	121.9	12,430	77.444	161	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.43

VARIANZA
29.50

COEF. DE VARIACION
3.23

ANEXO N° 7: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.92, con aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.00	99.6	10,151	78.54	129	127
2	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.00	98.5	10,044	78.461	128	
3	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.98	100.7	10,270	78.226	131	
4	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.95	92.0	9,383	77.678	121	
5	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.90	93.8	9,565	76.977	124	
6	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.90	94.9	9,675	76.977	126	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.62

VARIANZA
13.10

COEF. DE VARIACION
2.85

ANEXO N° 8: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.92, con aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	10.04	110.9	11,310	79.169	143	136
2	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.88	100.5	10,252	76.666	134	
3	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.92	109.0	11,112	77.21	144	
4	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.98	108.2	11,028	78.226	141	
5	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	10.02	95.6	9,751	78.776	124	
6	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	10.01	101.9	10,391	78.618	132	

DESVIACIÓN ESTANDAR
7.76

VARIANZA
60.27

COEF. DE VARIACION
5.71

ANEXO N° 9: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.92, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.99	103.1	10,514	78.304	134	138
2	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.96	109.3	11,150	77.835	143	
3	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.98	111.8	11,402	78.148	146	
4	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	10.02	101.3	10,333	78.854	131	
5	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.93	103.3	10,536	77.366	136	
6	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.95	105.7	10,778	77.756	139	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.64

VARIANZA
31.77

COEF. DE VARIACION
4.08

ANEXO N° 10: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.76, sin aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.84	163.3	16,656	76.047	219	211
2	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.93	144.5	14,737	77.366	190	
3	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.04	153.0	15,601	79.169	197	
4	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.02	170.0	17,335	78.854	220	
5	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.87	172.6	17,598	76.434	230	
6	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.97	159.3	16,240	77.991	208	

DESVIACIÓN ESTANDAR
15.17

VARIANZA
230.27

COEF. DE VARIACION
7.19

ANEXO N° 11: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.76, sin aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.97	161.8	16,500	78.069	211	229
2	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.01	169.8	17,317	78.697	220	
3	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.04	183.6	18,726	79.169	237	
4	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.05	177.4	18,094	79.248	228	
5	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.02	182.8	18,642	78.776	237	
6	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.01	184.2	18,785	78.697	239	

DESVIACIÓN ESTANDAR
11.25

VARIANZA
126.67

COEF. DE VARIACION
4.91

ANEXO N° 12: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.76, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.96	171.9	17,527	77.835	225	234
2	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.05	186.2	18,988	79.327	239	
3	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.90	185.5	18,911	76.977	246	
4	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.01	162.0	16,519	78.618	210	
5	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.00	183.0	18,660	78.54	238	
6	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.95	186.1	18,981	77.678	244	

DESVIACIÓN ESTANDAR
13.72

VARIANZA
188.27

COEF. DE VARIACION
5.86

ANEXO N° 13: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.76, con aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.84	131.8	13,436	76.047	177	191
2	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.04	143.5	14,634	79.091	185	
3	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.96	157.5	16,064	77.913	206	
4	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.06	144.5	14,738	79.406	186	
5	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.99	150.1	15,306	78.383	195	
6	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.95	150.4	15,331	77.756	197	

DESVIACIÓN ESTANDAR
10.33

VARIANZA
106.80

COEF. DE VARIACION
5.41

ANEXO N° 14: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.76, con aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.99	157.4	16,050	78.383	205	194
2	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.92	138.1	14,078	77.288	182	
3	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.02	139.9	14,262	78.776	181	
4	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.04	141.5	14,425	79.091	182	
5	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.02	152.5	15,552	78.854	197	
6	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.93	164.3	16,749	77.444	216	

DESVIACIÓN ESTANDAR
14.63

VARIANZA
214.17

COEF. DE VARIACION
7.54

ANEXO N° 15: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.76, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.00	151.8	15,475	78.54	197	202
2	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.94	149.9	15,280	77.522	197	
3	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.94	157.6	16,066	77.522	207	
4	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.03	159.0	16,212	79.012	205	
5	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.97	150.2	15,312	77.991	196	
6	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.00	163.2	16,637	78.54	212	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.62

VARIANZA
43.87

COEF. DE VARIACION
3.28

ANEXO N° 16: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.98	230.1	23,463	78.226	300	282
2	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.49	217.4	22,171	70.659	314	
3	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.88	187.4	19,106	76.666	249	
4	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.95	193.9	19,771	77.756	254	
5	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	10.03	226.2	23,070	78.933	292	
6	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.99	217.5	22,177	78.383	283	

DESVIACIÓN ESTANDAR
25.78

VARIANZA
664.40

COEF. DE VARIACION
9.14

ANEXO N° 17: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	10.01	220.8	22,515	78.618	286	300
2	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.99	252.6	25,753	78.304	329	
3	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	10.05	252.2	25,719	79.327	324	
4	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	10.03	222.4	22,674	79.012	287	
5	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.92	219.3	22,358	77.21	290	
6	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	10.06	220.4	22,473	79.485	283	

DESVIACIÓN ESTANDAR
20.84

VARIANZA
434.17

COEF. DE VARIACION
6.95

ANEXO N° 18: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.02	249.9	25,486	78.776	324	321
2	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.02	244.8	24,959	78.854	317	
3	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.00	247.0	25,188	78.461	321	
4	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.01	255.1	26,010	78.618	331	
5	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.98	229.7	23,422	78.226	299	
6	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.04	260.9	26,603	79.169	336	

DESVIACIÓN ESTANDAR
12.91

VARIANZA
166.67

COEF. DE VARIACION
4.02

ANEXO N° 19: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.98	258.0	26,310	78.148	337	333
2	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.98	254.0	25,898	78.148	331	
3	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.99	253.1	25,811	78.304	330	
4	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.97	257.8	26,283	77.991	337	
5	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.90	251.3	25,625	76.977	333	
6	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	10.02	252.5	25,748	78.776	327	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.99

VARIANZA
15.90

COEF. DE VARIACION
1.20

ANEXO N° 20: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.93	250.9	25,587	77.444	330	338
2	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.90	246.0	25,082	76.899	326	
3	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.92	258.9	26,405	77.21	342	
4	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	10.01	263.3	26,850	78.618	342	
5	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.99	259.7	26,480	78.304	338	
6	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.94	264.9	27,015	77.6	348	

DESVIACIÓN ESTANDAR
8.24

VARIANZA
67.87

COEF. DE VARIACION
2.44

ANEXO N° 21: Ensayo de resistencia a la compresión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.94	252.3	25,724	77.6	331	347
2	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.96	252.6	25,761	77.913	331	
3	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.01	266.4	27,162	78.697	345	
4	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.92	266.1	27,135	77.288	351	
5	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.95	276.9	28,240	77.678	364	
6	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.94	275.3	28,075	77.6	362	

DESVIACIÓN ESTANDAR
14.46

VARIANZA
209.07

COEF. DE VARIACION
4.17

ANEXO N° 22: Ensayo de resistencia a la flexión, relación agua-cemento 0.92, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Relacion agua/cemento: **0.92** SIN ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	13/09/2021	11/10/2021	28	15.63	15.37	46.50	18.6	1,900	24	24
2	TESTIGO VIGA	13/09/2021	11/10/2021	28	15.42	15.36	46.50	20.9	2,133	27	
3	TESTIGO VIGA	13/09/2021	11/10/2021	28	15.40	15.50	46.50	16.7	1,701	21	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.00

VARIANZA
9.00

COEF. DE VARIACION
12.50

ANEXO N° 23: Ensayo de resistencia a la flexión, relación agua-cemento 0.92, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Relacion agua/cemento: **0.92** CON ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	13/09/2021	11/10/2021	28	15.24	15.43	46.50	18.9	1,929	25	25
2	TESTIGO VIGA	13/09/2021	11/10/2021	28	15.30	15.39	46.50	17.1	1,746	22	
3	TESTIGO VIGA	13/09/2021	11/10/2021	28	15.57	15.36	46.50	21.5	2,196	28	

DESVIACIÓN ESTÁNDAR
3.00

VARIANZA
9.00

COEF. DE VARIACION
12.00

ANEXO N° 24: Ensayo de resistencia a la flexión, relación agua-cemento 0.76, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Relacion agua/cemento: **0.76** SIN ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	14/09/2021	12/10/2021	28	15.73	15.45	46.50	23.3	2,376	29	33
2	TESTIGO VIGA	14/09/2021	12/10/2021	28	15.57	15.40	46.50	27.9	2,839	36	
3	TESTIGO VIGA	14/09/2021	12/10/2021	28	15.93	15.51	46.50	27.0	2,756	33	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.51

VARIANZA
12.33

COEF. DE VARIACION
10.64

ANEXO N° 25: Ensayo de resistencia a la flexión, relación agua-cemento 0.76, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Relacion agua/cemento: **0.76** CON ADITIVO

N° Mst.	estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	14/09/2021	12/10/2021	28	15.49	15.43	46.50	24.0	2,451	31	30
2	TESTIGO VIGA	14/09/2021	12/10/2021	28	15.36	15.41	46.50	23.2	2,364	30	
3	TESTIGO VIGA	14/09/2021	12/10/2021	28	15.45	15.46	46.50	23.7	2,412	30	

DESVIACIÓN ESTANDAR
0.58

VARIANZA
0.33

COEF. DE VARIACION
1.92

ANEXO N° 26: Ensayo de resistencia a la flexión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Relacion agua/cemento: **0.62** SIN ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	16/09/2021	14/10/2021	28	15.37	15.45	46.50	36.1	3,682	47	48
2	TESTIGO VIGA	16/09/2021	14/10/2021	28	15.70	15.49	46.50	35.3	3,595	44	
3	TESTIGO VIGA	16/09/2021	14/10/2021	28	15.46	15.40	46.50	39.9	4,062	52	

DESVIACIÓN ESTÁNDAR
4.04

VARIANZA
16.33

COEF. DE VARIACION
8.42

ANEXO N° 27: Ensayo de resistencia a la flexión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Relacion agua/cemento: **0.62** CON ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	16/09/2021	14/10/2021	28	15.35	15.34	46.50	38.0	3,871	50	52
2	TESTIGO VIGA	16/09/2021	14/10/2021	28	15.73	15.30	46.50	38.1	3,887	49	
3	TESTIGO VIGA	16/09/2021	14/10/2021	28	15.32	15.45	46.50	43.5	4,432	56	

DESVIACIÓN ESTÁNDAR
3.79

VARIANZA
14.33

COEF. DE VARIACION
7.28

ANEXO N° 28: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.92, sin aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.05	20.61	40.8	4,162	12.8	15.6
2	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.98	20.74	48.4	4,931	15.2	
3	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.00	20.73	48.8	4,979	15.3	
4	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.95	20.74	52.5	5,348	16.5	
5	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.97	20.77	54.5	5,562	17.1	
6	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.99	20.93	52.9	5,393	16.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.53

VARIANZA
2.36

COEF. DE VARIACIÓN
9.84%

ANEXO N° 29: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.92, sin aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.88	20.72	53.5	5,451	17	16.5
2	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.99	20.52	52.0	5,302	16.5	
3	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	10.02	20.39	49.4	5,036	15.7	
4	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.98	20.32	47.9	4,881	15.3	
5	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.97	20.53	49.8	5,075	15.8	
6	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.90	20.75	58.3	5,941	18.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.13

VARIANZA
1.28

COEF. DE VARIACIÓN
6.86%

ANEXO N° 30: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.92, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.99	20.71	61.7	6,292	19.4	18.4
2	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.96	20.70	58.4	5,958	18.4	
3	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.96	20.77	59.2	6,034	18.6	
4	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	10.01	20.46	57.4	5,849	18.2	
5	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.97	20.80	60.0	6,120	18.8	
6	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	10.00	20.53	53.3	5,438	16.9	

DESVIACIÓN ESTANDAR
0.84

VARIANZA
0.70

COEF. DE VARIACIÓN
4.54%

ANEXO N° 31: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.92, con aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.06	20.37	30.5	3,111	9.7	12.3
2	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.02	20.74	43.5	4,436	13.6	
3	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.02	20.65	42.5	4,336	13.4	
4	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.06	20.37	29.4	3,000	9.3	
5	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	10.01	20.81	37.9	3,867	11.8	
6	TESTIGO	13/09/2021	20/09/2021	7	9.98	20.61	49.7	5,072	15.7	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.47

VARIANZA
6.09

COEF. DE VARIACIÓN
20.07%

ANEXO N° 32: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.92, con aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.89	20.80	48.8	4,980	15.4	14.2
2	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	10.03	20.73	42.5	4,338	13.3	
3	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	10.03	20.76	48.3	4,926	15.1	
4	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.95	20.63	51.9	5,292	16.4	
5	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	10.07	20.43	37.5	3,826	11.8	
6	TESTIGO	13/09/2021	27/09/2021	14	9.93	20.73	40.9	4,166	12.9	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.75

VARIANZA
3.07

COEF. DE VARIACIÓN
12.33%

ANEXO N° 33: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.92, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.92** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.97	20.74	55.1	5,616	17.3	15.2
2	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.94	20.78	47.0	4,795	14.8	
3	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.95	20.72	43.6	4,447	13.7	
4	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.92	20.72	54.4	5,546	17.2	
5	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.91	20.73	50.3	5,130	15.9	
6	TESTIGO	13/09/2021	11/10/2021	28	9.96	20.35	38.6	3,936	12.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.96

VARIANZA
3.83

COEF. DE VARIACIÓN
12.87%

ANEXO N° 34: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.76, sin aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.05	20.72	52.5	5,357	16.4	18.1
2	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.91	21.05	51.2	5,223	16	
3	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.90	21.06	73.3	7,479	22.8	
4	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.99	20.66	49.6	5,058	15.6	
5	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.94	21.07	59.9	6,106	18.6	
6	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.86	20.83	60.2	6,143	19.1	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.72

VARIANZA
7.38

COEF. DE VARIACIÓN
15.01%

ANEXO N° 35: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.76, sin aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.93	21.08	69.2	7,056	21.5	21.8
2	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.90	21.22	64.5	6,578	19.9	
3	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.01	20.95	52.5	5,352	16.3	
4	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.01	20.59	78.8	8,031	24.8	
5	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.90	20.92	87.5	8,925	27.4	
6	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.93	20.57	66.4	6,774	21.1	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.87

VARIANZA
14.96

COEF. DE VARIACIÓN
17.74%

ANEXO N° 36: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.76, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.98	20.63	80.9	8,252	25.5	24.2
2	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.94	21.26	70.1	7,147	21.5	
3	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.93	21.11	73.9	7,540	22.9	
4	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.04	20.83	68.9	7,027	21.4	
5	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.04	20.96	83.6	8,524	25.8	
6	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.96	21.24	91.5	9,332	28.1	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.69

VARIANZA
7.26

COEF. DE VARIACIÓN
11.13%

ANEXO N° 37: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.76, con aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.02	20.37	40.8	4,162	13	12.1
2	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.08	20.34	37.8	3,854	12	
3	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.03	20.60	43.2	4,400	13.6	
4	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.01	20.41	33.0	3,365	10.5	
5	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	10.00	20.40	34.3	3,500	10.9	
6	TESTIGO	14/09/2021	21/09/2021	7	9.99	20.50	40.2	4,096	12.7	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.22

VARIANZA
1.49

COEF. DE VARIACIÓN
10.07%

ANEXO N° 38: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.76, con aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.01	20.47	56.5	5,757	17.9	19.6
2	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.01	20.44	64.8	6,607	20.6	
3	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.96	20.81	58.1	5,924	18.2	
4	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	9.90	20.88	73.9	7,539	23.2	
5	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.03	20.48	53.9	5,494	17	
6	TESTIGO	14/09/2021	28/09/2021	14	10.01	20.80	65.5	6,676	20.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.29

VARIANZA
5.24

COEF. DE VARIACIÓN
11.68%

ANEXO N° 39: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.76, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.76** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	9.98	20.70	69.7	7,107	21.9	20.5
2	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.03	20.58	64.9	6,619	20.4	
3	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.04	20.40	64.4	6,567	20.4	
4	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.05	20.38	57.4	5,855	18.2	
5	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.02	20.48	68.3	6,965	21.6	
6	TESTIGO	14/09/2021	12/10/2021	28	10.00	20.32	64.9	6,614	20.7	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.30

VARIANZA
1.70

COEF. DE VARIACIÓN
6.37%

ANEXO N° 40: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	10.01	20.32	69.1	7,049	22.1	18.8
2	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	10.02	20.29	50.2	5,118	16	
3	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.92	20.25	53.6	5,470	17.3	
4	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	10.05	20.36	66.1	6,742	21	
5	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	10.00	20.18	54.3	5,533	17.5	
6	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.95	20.24	58.0	5,912	18.7	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.35

VARIANZA
5.50

COEF. DE VARIACIÓN
12.48%

ANEXO N° 41: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.94	20.62	76.3	7,776	24.2	24.2
2	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.91	20.72	90.6	9,238	28.6	
3	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.95	20.59	82.2	8,385	26.1	
4	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.99	20.37	66.7	6,797	21.3	
5	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.98	20.47	62.6	6,378	19.9	
6	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.97	20.34	77.4	7,888	24.8	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.17

VARIANZA
10.04

COEF. DE VARIACIÓN
13.10%

ANEXO N° 42: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.92	20.56	92.8	9,465	29.5	26
2	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.98	20.21	72.2	7,365	23.2	
3	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.92	20.63	91.5	9,328	29	
4	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.99	20.43	74.4	7,585	23.7	
5	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.95	20.63	94.7	9,658	30	
6	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.01	20.35	64.1	6,539	20.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.04

VARIANZA
16.35

COEF. DE VARIACIÓN
15.55%

ANEXO N° 43: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 7 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	10.02	20.49	82.6	8,426	26.1	24.7
2	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.98	20.20	61.5	6,269	19.8	
3	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.97	20.46	85.1	8,679	27.1	
4	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.99	20.25	53.8	5,490	17.3	
5	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.99	20.57	96.7	9,856	30.5	
6	TESTIGO	16/09/2021	23/09/2021	7	9.90	20.56	85.2	8,691	27.2	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.03

VARIANZA
25.27

COEF. DE VARIACIÓN
20.35%

ANEXO N° 44: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 14 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.93	20.53	95.6	9,747	30.5	29.4
2	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.90	20.51	97.8	9,968	31.3	
3	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.93	20.51	96.8	9,867	30.9	
4	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	10.00	20.34	73.9	7,535	23.6	
5	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.92	20.53	98.9	10,084	31.5	
6	TESTIGO	16/09/2021	30/09/2021	14	9.99	20.33	89.4	9,112	28.6	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.03

VARIANZA
9.15

COEF. DE VARIACIÓN
10.29%

ANEXO N° 45: Ensayo de resistencia a la tracción, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 28 días de curado.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Longit. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.01	20.26	81.0	8,261	25.9	31.2
2	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.93	20.62	126.0	12,853	40	
3	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.98	20.67	104.9	10,696	33	
4	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.96	20.52	116.8	11,907	37.1	
5	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	9.93	20.67	90.8	9,256	28.7	
6	TESTIGO	16/09/2021	14/10/2021	28	10.02	20.30	69.6	7,097	22.2	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.79

VARIANZA
46.16

COEF. DE VARIACIÓN
21.78%

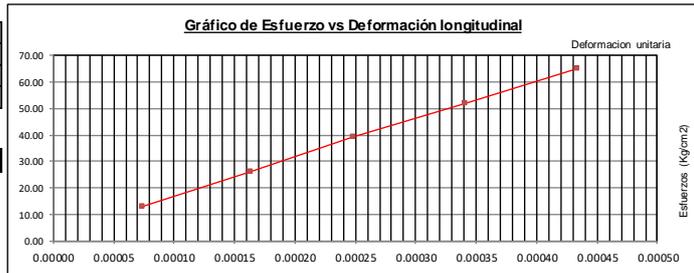
ANEXO N° 46: Ensayos del módulo elástico y módulo de Poisson sin aditivo a los 28 días.

TESTIGO - 0.92 SIN ADITIVO					
DATOS DE PROBET :					
Diametro (cm) :	9.88				
Área (cm ²) :	76.67				
Fecha de vaciado :	13/09/2021	ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)		160	
Fecha de ensayo :	11/10/2021	LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135	
		DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		98.8	
CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	13.04	0.0100000	0.0026340	0.0000741	0.0000267
2000	26.09	0.0220000	0.0048290	0.0001630	0.0000489
3000	39.13	0.0335000	0.0074630	0.0002481	0.0000755
4000	52.17	0.0460000	0.0096580	0.0003407	0.0000978
5000	65.21	0.0585000	0.0127310	0.0004333	0.0001289
6000					
7000					
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					
INTERPOLACION PARA S1 Y e2					
0.00	0.0000000			X	8.80
X	0.0000500				
13.04	0.0000741				
INTERPOLACION PARA et1' para S1					
52.17	0.0003407			Y	0.0004247
64.00	Y				
65.21	0.0004333				
INTERPOLACION PARA et2' para S2					
0.00	0.0000000			Y	0.0000180
8.80	Y				
13.04	0.0000267				
INTERPOLACION PARA et2' para S2					
52.17	0.0000978			Y	0.0001260
64.00	Y				
65.21	0.0001289				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

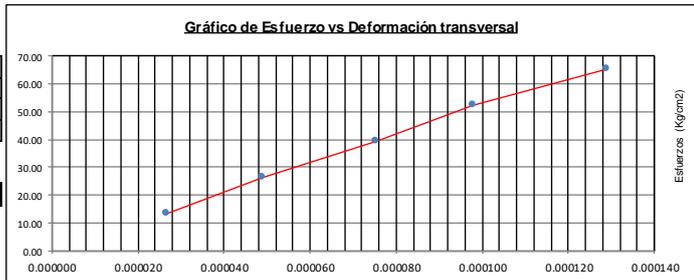
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	8.80
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	64.00
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004247

MODULO ELASTICO	147,318
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000180
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001260
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004247

MODULO DE POISSON	0.288
--------------------------	--------------



**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

TESTIGO - 0.92 SIN ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.92
 Área (cm²) : 77.21
 Fecha de vaciado : 13/09/2021
 Fecha de ensayo : 11/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	160
--------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.15

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.95	0.0095000	0.0017560	0.0000704	0.0000177
2000	25.90	0.0205000	0.0039510	0.0001519	0.0000398
3000	38.86	0.0335000	0.0061460	0.0002481	0.0000620
4000	51.81	0.0475000	0.0087800	0.0003519	0.0000886
5000	64.76	0.0600000	0.0109750	0.0004444	0.0001107
6000					
7000					
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000	X	9.20	s1
X	0.0000500			
12.95	0.0000704			

51.81	0.0003519	Y	0.0004390	e2
64.00	Y			
64.76	0.0004444			

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000	Y	0.0000126	et1
9.20	Y			
12.95	0.0000177			

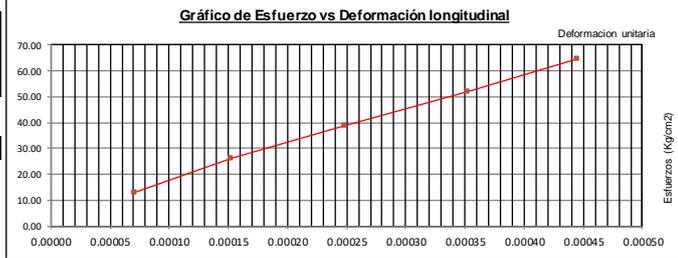
INTERPOLACION PARA et2' para S2

51.81	0.0000886	Y	0.0001094	et2
64.00	Y			
64.76	0.0001107			

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	9.20
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	64.00
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004390

MODULO ELASTICO	140,874
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000126
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001094
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004390

MODULO DE POISSON	0.249
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.92 SIN ADITIVO

DATOS DE PROBEI :

Diametro (cm) : 9.95
 Área (cm2) : 77.68
 Fecha de vaciado : 13/09/2021
 Fecha de ensayo : 11/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	160
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.45

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.87	0.0105000	0.0021950	0.0000778	0.0000221
2000	25.75	0.0225000	0.0039510	0.0001667	0.0000397
3000	38.62	0.0360000	0.0065850	0.0002667	0.0000662
4000	51.49	0.0505000	0.0087800	0.0003741	0.0000883
5000	64.37	0.0630000	0.0114140	0.0004667	0.0001148
6000					
7000					
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	8.27 s1
12.87	0.0000778		

51.49	0.0003741		
64.00	Y	Y	0.0004640 e2
64.37	0.0004667		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
8.27	Y	Y	0.0000142 et1
12.87	0.0000221		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

51.49	0.0000883		
64.00	Y	Y	0.0001140 et2
64.37	0.0001148		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

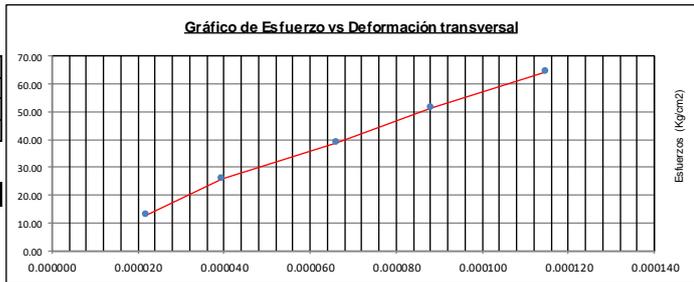
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	8.27
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	64.00
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004640

MODULO ELASTICO	134,614
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000142
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001140
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004640

MODULO DE POISSON	0.241
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.76 SIN ADITIVO

DATOS DE PROBEI :

Diametro (cm) : 9.88
 Área (cm²) : 76.59
 Fecha de vaciado : 14/09/2021
 Fecha de ensayo : 12/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	223
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	98.75

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	13.06	0.0075000	0.0017560	0.0000556	0.0000178
2000	26.11	0.0170000	0.0039510	0.0001259	0.0000400
3000	39.17	0.0275000	0.0057070	0.0002037	0.0000578
4000	52.23	0.0385000	0.0079020	0.0002852	0.0000800
5000	65.28	0.0505000	0.0096580	0.0003741	0.0000978
6000	78.34	0.0595000	0.0122920	0.0004407	0.0001245
7000	91.40	0.0685000	0.0149260	0.0005074	0.0001511
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	11.74 s1
13.06	0.0000556		

78.34	0.0004407		
89.20	Y	Y	0.0004962 e2
91.40	0.0005074		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
11.74	Y	Y	0.0000160 et1
13.06	0.0000178		

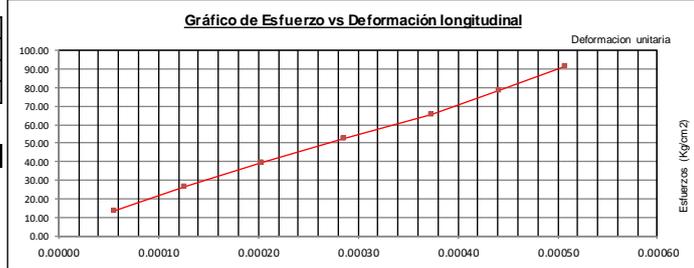
INTERPOLACION PARA et2' para S2

78.34	0.0001245		
89.20	Y	Y	0.0001466 et2
91.40	0.0001511		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	11.74
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	89.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004962

MODULO ELASTICO	173,599
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000160
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001466
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004962

MODULO DE POISSON	0.293
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.76 SIN ADITIVO

DATOS DE PROBEI :

Diametro (cm) : 9.91
 Área (cm²) : 77.05
 Fecha de vaciado : 14/09/2021
 Fecha de ensayo : 12/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	223
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.05

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.98	0.0075000	0.0017560	0.0000556	0.0000177
2000	25.96	0.0170000	0.0039510	0.0001259	0.0000399
3000	38.94	0.0275000	0.0057070	0.0002037	0.0000576
4000	51.91	0.0385000	0.0079020	0.0002852	0.0000798
5000	64.89	0.0505000	0.0096580	0.0003741	0.0000975
6000	77.87	0.0595000	0.0122920	0.0004407	0.0001241
7000	90.85	0.0685000	0.0149260	0.0005074	0.0001507
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	11.67 s1
12.98	0.0000556		

77.87	0.0004407		
89.20	Y	Y	0.0004989 e2
90.85	0.0005074		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
11.67	Y	Y	0.0000159 et1
12.98	0.0000177		

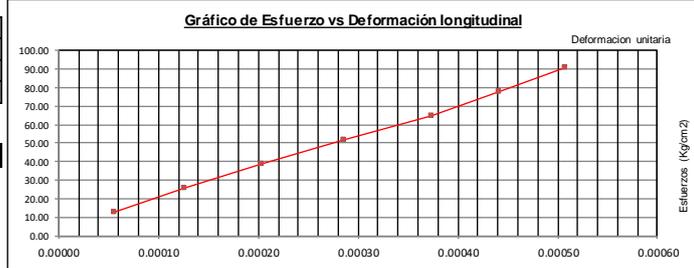
INTERPOLACION PARA et2' para S2

77.87	0.0001241		
89.20	Y	Y	0.0001473 et2
90.85	0.0001507		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	11.67
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	89.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004989

MODULO ELASTICO	172,711
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000159
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001473
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004989

MODULO DE POISSON	0.293
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.76 SIN ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.92
 Área (cm2) : 77.21
 Fecha de vaciado : 14/09/2021
 Fecha de ensayo : 12/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	223
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.15

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.95	0.0095000	0.0017560	0.0000704	0.0000177
2000	25.90	0.0180000	0.0035120	0.0001333	0.0000354
3000	38.86	0.0275000	0.0052680	0.0002037	0.0000531
4000	51.81	0.0360000	0.0065850	0.0002667	0.0000664
5000	64.76	0.0460000	0.0083410	0.0003407	0.0000841
6000	77.71	0.0560000	0.0100970	0.0004148	0.0001018
7000	90.66	0.0660000	0.0118530	0.0004889	0.0001195
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	9.20 s1
12.95	0.0000704		

77.71	0.0004148		
89.20	Y	Y	0.0004805 e2
90.66	0.0004889		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
9.20	Y	Y	0.0000126 et1
12.95	0.0000177		

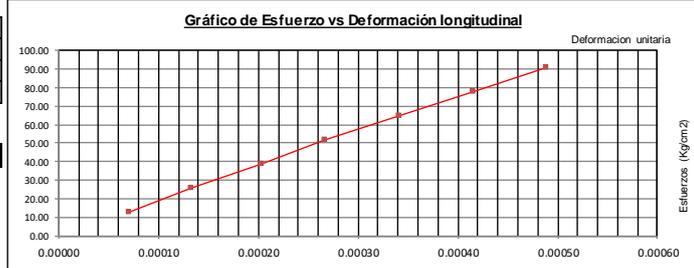
INTERPOLACION PARA et2' para S2

77.71	0.0001018		
89.20	Y	Y	0.0001175 et2
90.66	0.0001195		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

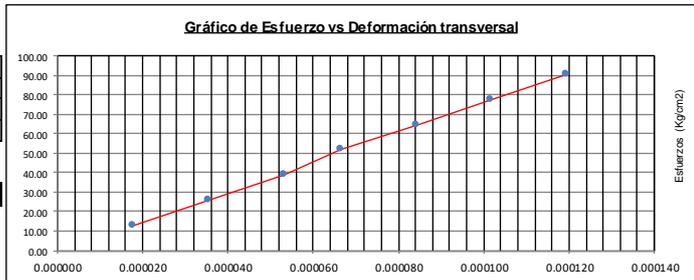
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	9.20
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	89.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004805

MODULO ELASTICO	185,830
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000126
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001175
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004805

MODULO DE POISSON	0.244
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.62 SIN ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.97
 Área (cm²) : 77.99
 Fecha de vaciado : 16/09/2021
 Fecha de ensayo : 14/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	321
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.65

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.82	0.0070000	0.0021072	0.0000519	0.0000211
2000	25.64	0.0160000	0.0042144	0.0001185	0.0000423
3000	38.47	0.0255000	0.0057948	0.0001889	0.0000582
4000	51.29	0.0350000	0.0079020	0.0002593	0.0000793
5000	64.11	0.0435000	0.0094824	0.0003222	0.0000952
6000	76.93	0.0530000	0.0115896	0.0003926	0.0001163
7000	89.76	0.0620000	0.0131700	0.0004593	0.0001322
8000	102.58	0.0720000	0.0158040	0.0005333	0.0001586
9000	115.40	0.0820000	0.0179112	0.0006074	0.0001797
10000	128.22	0.0910000	0.0200184	0.0006741	0.0002009
11000	141.04	0.1020000	0.0221256	0.0007556	0.0002220
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	12.35 s1
12.82	0.0000519		

128.22	0.0006741		
128.40	Y	Y	0.0006752 e2
141.04	0.0007556		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
12.35	Y	Y	0.0000203 et1
12.82	0.0000211		

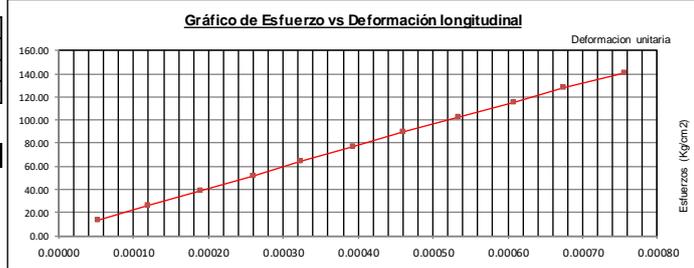
INTERPOLACION PARA et2' para S2

128.22	0.0002009		
128.40	Y	Y	0.0002012 et2
141.04	0.0002220		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	12.35
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	128.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006752

MODULO ELASTICO	185,621
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000203
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0002012
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006752

MODULO DE POISSON	0.289
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.62 SIN ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.95
 Área (cm2) : 77.68
 Fecha de vaciado : 16/09/2021
 Fecha de ensayo : 14/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	321
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.45

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.87	0.0065000	0.0010536	0.0000481	0.0000106
2000	25.75	0.0145000	0.0031608	0.0001074	0.0000318
3000	38.62	0.0235000	0.0047412	0.0001741	0.0000477
4000	51.49	0.0330000	0.0068484	0.0002444	0.0000689
5000	64.37	0.0420000	0.0089556	0.0003111	0.0000901
6000	77.24	0.0525000	0.0110628	0.0003889	0.0001112
7000	90.11	0.0620000	0.0126432	0.0004593	0.0001271
8000	102.99	0.0710000	0.0147504	0.0005259	0.0001483
9000	115.86	0.0805000	0.0168576	0.0005963	0.0001695
10000	128.73	0.0910000	0.0184380	0.0006741	0.0001854
11000	141.61	0.1010000	0.0210720	0.0007481	0.0002119
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.87	0.0000481		
X	0.0000500	X	13.28 s1
25.75	0.0001074		

115.86	0.0005963		
128.40	Y	Y	0.0006721 e2
128.73	0.0006741		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.87	0.0000106		
13.28	Y	Y	0.0000113 et1
25.75	0.0000318		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

115.86	0.0001695		
128.40	Y	Y	0.0001850 et2
128.73	0.0001854		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	13.28
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	128.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006721

MODULO ELASTICO	185,051
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000113
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001850
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006721

MODULO DE POISSON	0.279
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.62 SIN ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.94
 Área (cm2) : 77.52
 Fecha de vaciado : 16/09/2021
 Fecha de ensayo : 14/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	321
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.35

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.90	0.0030000	0.0010536	0.0000222	0.0000106
2000	25.80	0.0135000	0.0026340	0.0001000	0.0000265
3000	38.70	0.0225000	0.0042144	0.0001667	0.0000424
4000	51.60	0.0320000	0.0063216	0.0002370	0.0000636
5000	64.50	0.0410000	0.0079020	0.0003037	0.0000795
6000	77.40	0.0490000	0.0094824	0.0003630	0.0000954
7000	90.30	0.0590000	0.0115896	0.0004370	0.0001167
8000	103.20	0.0685000	0.0136968	0.0005074	0.0001379
9000	116.10	0.0770000	0.0158040	0.0005704	0.0001591
10000	129.00	0.0865000	0.0184380	0.0006407	0.0001856
11000	141.90	0.0915000	0.0205452	0.0006778	0.0002068
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.90	0.0000222		
X	0.0000500	X	17.51 s1
25.80	0.0001000		

116.10	0.0005704		
128.40	Y	Y	0.0006374 e2
129.00	0.0006407		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.90	0.0000106		
17.51	Y	Y	0.0000163 et1
25.80	0.0000265		

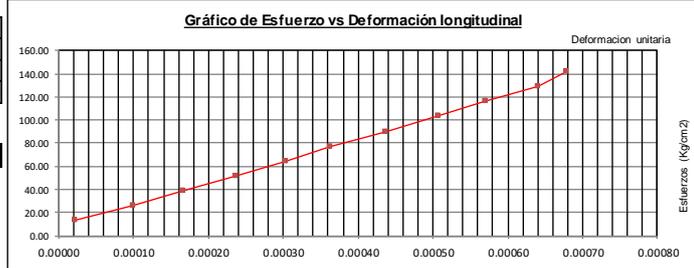
INTERPOLACION PARA et2' para S2

116.10	0.0001591		
128.40	Y	Y	0.0001844 et2
129.00	0.0001856		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

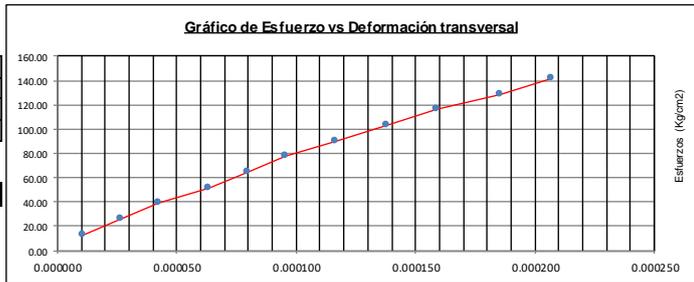
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	17.51
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	128.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006374

MODULO ELASTICO	188,781
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000163
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001844
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006374

MODULO DE POISSON	0.286
--------------------------	--------------



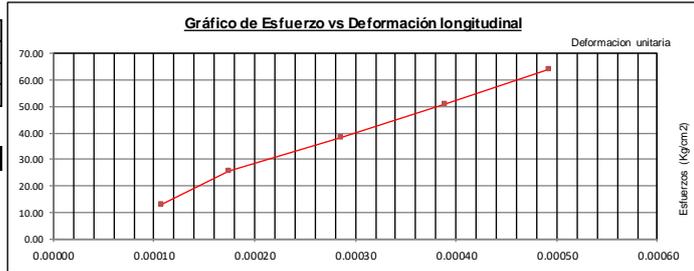
ANEXO N° 47: Ensayos del módulo elástico y módulo de Poisson con aditivo a los 28 días.

TESTIGO - 0.92 CON ADITIVO					
DATOS DE PROBET :					
Diametro (cm) :	9.98				
Área (cm ²) :	78.23				
Fecha de vaciado :	15/09/2021	ESFUERZO MAXIMO (KG/CM ²)		138	
Fecha de ensayo :	13/10/2021				
				LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	
				135	
				DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	
				99.8	
CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.78	0.0145000	0.0035120	0.0001074	0.0000352
2000	25.57	0.0235000	0.0048290	0.0001741	0.0000484
3000	38.35	0.0385000	0.0070240	0.0002852	0.0000704
4000	51.13	0.0525000	0.0100970	0.0003889	0.0001012
5000	63.91	0.0665000	0.0131700	0.0004926	0.0001320
6000					
7000					
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					
INTERPOLACION PARA S1 Y e2					
0.00	0.0000000				
X	0.0000500	X		5.95 s1	
12.78	0.0001074				
51.13	0.0003889				
55.20	Y	Y		0.0004219 e2	
63.91	0.0004926				
INTERPOLACION PARA et1' para S1					
0.00	0.0000000				
5.95	Y	Y		0.0000164 et1	
12.78	0.0000352				
INTERPOLACION PARA et2' para S2					
51.13	0.0001012				
55.20	Y	Y		0.0001110 et2	
63.91	0.0001320				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

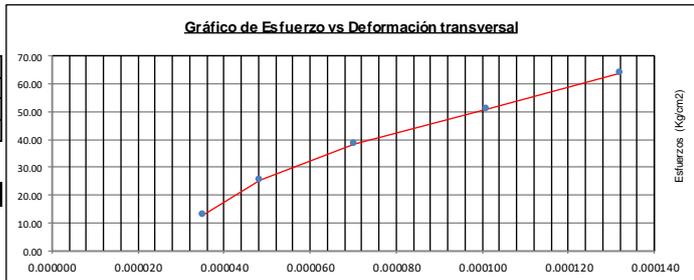
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	5.95
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	55.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004219

MODULO ELASTICO	132,428
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000164
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001110
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004219

MODULO DE POISSON	0.254
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.92 CON ADITIVO

DATOS DE PROBEI :

Diametro (cm) : 10.01
 Área (cm²) : 78.62
 Fecha de vaciado : 15/09/2021
 Fecha de ensayo : 13/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	138
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	100.05

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.72	0.0115000	0.0026340	0.0000852	0.0000263
2000	25.44	0.0215000	0.0039510	0.0001593	0.0000395
3000	38.16	0.0335000	0.0061460	0.0002481	0.0000614
4000	50.88	0.0450000	0.0083410	0.0003333	0.0000834
5000	63.60	0.0565000	0.0105360	0.0004185	0.0001053
6000					
7000					
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	7.46 s1
12.72	0.0000852		

50.88	0.0003333		
55.20	Y	Y	0.0003622 e2
63.60	0.0004185		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
7.46	Y	Y	0.0000154 et1
12.72	0.0000263		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

50.88	0.0000834		
55.20	Y	Y	0.0000908 et2
63.60	0.0001053		

TESTIGO - 0.92 CON ADITIVO

DATOS DE PROBEI :

Diametro (cm) : 9.99
 Área (cm²) : 78.3
 Fecha de vaciado : 15/09/2021
 Fecha de ensayo : 13/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	138
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.85

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.77	0.0180000	0.0021950	0.0001333	0.0000220
2000	25.54	0.0240000	0.0039510	0.0001778	0.0000396
3000	38.31	0.0360000	0.0061460	0.0002667	0.0000616
4000	51.09	0.0480000	0.0079020	0.0003556	0.0000791
5000	63.86	0.0600000	0.0096580	0.0004444	0.0000967
6000					
7000					
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	4.79 s1
12.77	0.0001333		

51.09	0.0003556		
55.20	Y	Y	0.0003842 e2
63.86	0.0004444		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
4.79	Y	Y	0.0000083 et1
12.77	0.0000220		

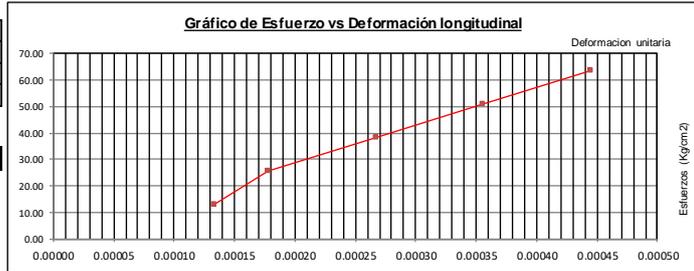
INTERPOLACION PARA et2' para S2

51.09	0.0000791		
55.20	Y	Y	0.0000848 et2
63.86	0.0000967		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	4.79
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	55.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003842

MODULO ELASTICO	150,838
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000083
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0000848
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003842

MODULO DE POISSON	0.229
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.76 CON ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.89
 Área (cm2) : 76.74
 Fecha de vaciado : 14/09/2021
 Fecha de ensayo : 12/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	202
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	98.85

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	13.03	0.0080000	0.0021950	0.0000593	0.0000222
2000	26.06	0.0160000	0.0035120	0.0001185	0.0000355
3000	39.09	0.0255000	0.0052680	0.0001889	0.0000533
4000	52.12	0.0355000	0.0070240	0.0002630	0.0000711
5000	65.16	0.0455000	0.0083410	0.0003370	0.0000844
6000	78.19	0.0550000	0.0100970	0.0004074	0.0001021
7000	91.22	0.0645000	0.0118530	0.0004778	0.0001199
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	10.99 s1
13.03	0.0000593		

78.19	0.0004074		
80.80	Y	Y	0.0004215 e2
91.22	0.0004778		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
10.99	Y	Y	0.0000187 et1
13.03	0.0000222		

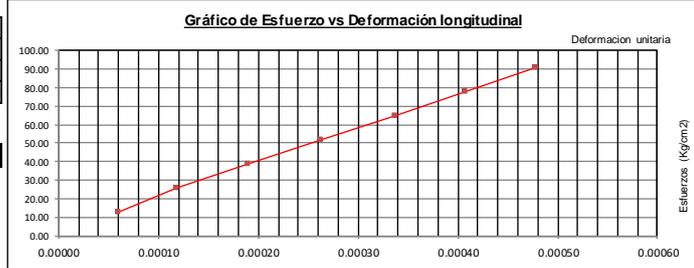
INTERPOLACION PARA et2' para S2

78.19	0.0001021		
80.80	Y	Y	0.0001057 et2
91.22	0.0001199		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	10.99
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	80.80
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004215

MODULO ELASTICO	187,914
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000187
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001057
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004215

MODULO DE POISSON	0.234
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.76 CON ADITIVO

DATOS DE PROBE:

Diametro (cm) : 9.90
 Área (cm²) : 76.9
 Fecha de vaciado : 14/09/2021
 Fecha de ensayo : 12/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	202
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	98.95

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	13.00	0.0080000	0.0013170	0.0000593	0.0000133
2000	26.01	0.0185000	0.0026340	0.0001370	0.0000266
3000	39.01	0.0275000	0.0043900	0.0002037	0.0000444
4000	52.02	0.0370000	0.0061460	0.0002741	0.0000621
5000	65.02	0.0460000	0.0079020	0.0003407	0.0000799
6000	78.02	0.0560000	0.0100970	0.0004148	0.0001020
7000	91.03	0.0660000	0.0122920	0.0004889	0.0001242
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	10.96 s1
13.00	0.0000593		

78.02	0.0004148		
80.80	Y	Y	0.0004306 e2
91.03	0.0004889		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
10.96	Y	Y	0.0000112 et1
13.00	0.0000133		

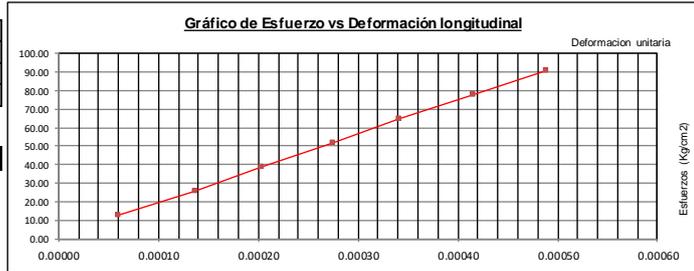
INTERPOLACION PARA et2' para S2

78.02	0.0001020		
80.80	Y	Y	0.0001067 et2
91.03	0.0001242		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

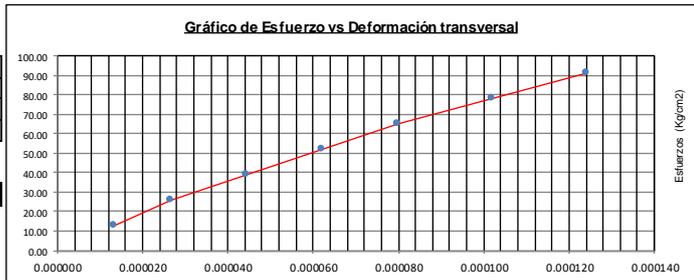
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	10.96
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	80.80
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004306

MODULO ELASTICO	183,500
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000112
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001067
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004306

MODULO DE POISSON	0.251
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.76 CON ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.96
 Área (cm²) : 77.91
 Fecha de vaciado : 14/09/2021
 Fecha de ensayo : 12/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	202
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.6

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.84	0.0055000	0.0017560	0.0000407	0.0000176
2000	25.67	0.0170000	0.0030730	0.0001259	0.0000309
3000	38.51	0.0280000	0.0048290	0.0002074	0.0000485
4000	51.34	0.0385000	0.0070240	0.0002852	0.0000705
5000	64.18	0.0480000	0.0087800	0.0003556	0.0000882
6000	77.01	0.0570000	0.0109750	0.0004222	0.0001102
7000	89.85	0.0660000	0.0131700	0.0004889	0.0001322
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	10.19 s1
25.67	0.0001259		

77.01	0.0004222		
80.80	Y	Y	0.0004419 e2
89.85	0.0004889		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
10.19	Y	Y	0.0000123 et1
25.67	0.0000309		

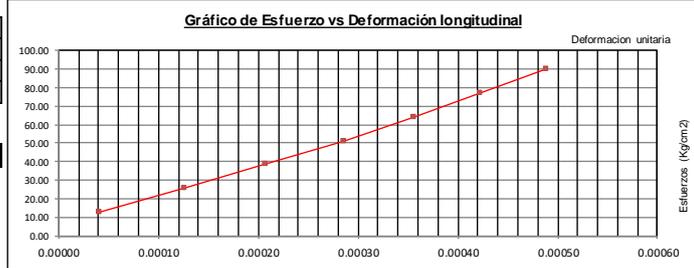
INTERPOLACION PARA et2' para S2

77.01	0.0001102		
80.80	Y	Y	0.0001167 et2
89.85	0.0001322		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

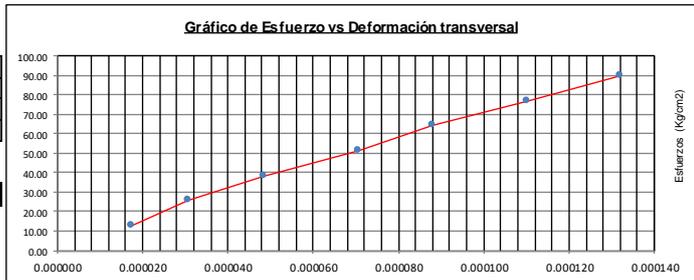
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	10.19
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	80.80
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004419

MODULO ELASTICO	180,174
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000123
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001167
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004419

MODULO DE POISSON	0.266
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.62 CON ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.92
 Área (cm2) : 77.29
 Fecha de vaciado : 16/09/2021
 Fecha de ensayo : 14/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	347
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.2

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.94	0.0075000	0.0009658	0.0000556	0.0000097
2000	25.88	0.0130000	0.0024145	0.0000963	0.0000243
3000	38.81	0.0220000	0.0043461	0.0001630	0.0000438
4000	51.75	0.0305000	0.0057948	0.0002259	0.0000584
5000	64.69	0.0390000	0.0072435	0.0002889	0.0000730
6000	77.63	0.0475000	0.0086922	0.0003519	0.0000876
7000	90.57	0.0560000	0.0101409	0.0004148	0.0001022
8000	103.51	0.0655000	0.0120725	0.0004852	0.0001217
9000	116.44	0.0755000	0.0140041	0.0005593	0.0001412
10000	129.38	0.0830000	0.0159357	0.0006148	0.0001606
11000	142.32	0.0930000	0.0178673	0.0006889	0.0001801
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	11.64 s1
12.94	0.0000556		

129.38	0.0006148		
138.80	Y	Y	0.0006687 e2
142.32	0.0006889		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
11.64	Y	Y	0.0000087 et1
12.94	0.0000097		

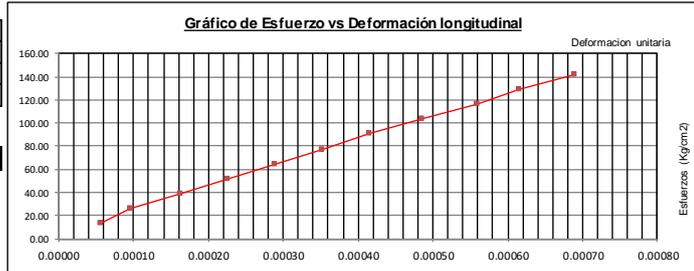
INTERPOLACION PARA et2' para S2

129.38	0.0001606		
138.80	Y	Y	0.0001748 et2
142.32	0.0001801		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	11.64
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	138.80
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006687

MODULO ELASTICO	205,528
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000087
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001748
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006687

MODULO DE POISSON	0.269
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.62 CON ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.93
 Área (cm2) : 77.37
 Fecha de vaciado : 16/09/2021
 Fecha de ensayo : 14/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	347
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.25

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.92	0.0050000	0.0009658	0.0000370	0.0000097
2000	25.85	0.0115000	0.0019316	0.0000852	0.0000195
3000	38.77	0.0175000	0.0038632	0.0001296	0.0000389
4000	51.70	0.0240000	0.0053119	0.0001778	0.0000535
5000	64.62	0.0340000	0.0067606	0.0002519	0.0000681
6000	77.55	0.0420000	0.0077264	0.0003111	0.0000778
7000	90.47	0.0505000	0.0096580	0.0003741	0.0000973
8000	103.40	0.0600000	0.0115896	0.0004444	0.0001168
9000	116.32	0.0735000	0.0130383	0.0005444	0.0001314
10000	129.25	0.0780000	0.0154528	0.0005778	0.0001557
11000	142.17	0.0875000	0.0169015	0.0006481	0.0001703
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.92	0.0000370		
X	0.0000500	X	16.41 s1
25.85	0.0000852		

129.25	0.0005778		
138.80	Y	Y	0.0006298 e2
142.17	0.0006481		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.92	0.0000097		
16.41	Y	Y	0.0000123 et1
25.85	0.0000195		

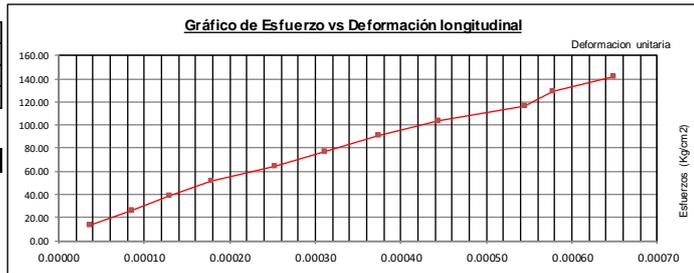
INTERPOLACION PARA et2' para S2

129.25	0.0001557		
138.80	Y	Y	0.0001665 et2
142.17	0.0001703		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	16.41
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	138.80
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006298

MODULO ELASTICO	211,090
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000123
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001665
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006298

MODULO DE POISSON	0.266
--------------------------	--------------



TESTIGO - 0.62 CON ADITIVO

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.93
 Área (cm²) : 77.37
 Fecha de vaciado : 16/09/2021
 Fecha de ensayo : 14/10/2021

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	347
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.25

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.92	0.0050000	0.0014487	0.0000370	0.0000146
2000	25.85	0.0115000	0.0028974	0.0000852	0.0000292
3000	38.77	0.0190000	0.0048290	0.0001407	0.0000487
4000	51.70	0.0275000	0.0062777	0.0002037	0.0000633
5000	64.62	0.0355000	0.0077264	0.0002630	0.0000778
6000	77.55	0.0435000	0.0091751	0.0003222	0.0000924
7000	90.47	0.0530000	0.0111067	0.0003926	0.0001119
8000	103.40	0.0620000	0.0125554	0.0004593	0.0001265
9000	116.32	0.0695000	0.0149699	0.0005148	0.0001508
10000	129.25	0.0795000	0.0169015	0.0005889	0.0001703
11000	142.17	0.0885000	0.0183502	0.0006556	0.0001849
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.92	0.0000370		
X	0.0000500	X	16.41 s1
25.85	0.0000852		

129.25	0.0005889		
138.80	Y	Y	0.0006382 e2
142.17	0.0006556		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.92	0.0000146		
16.41	Y	Y	0.0000185 et1
25.85	0.0000292		

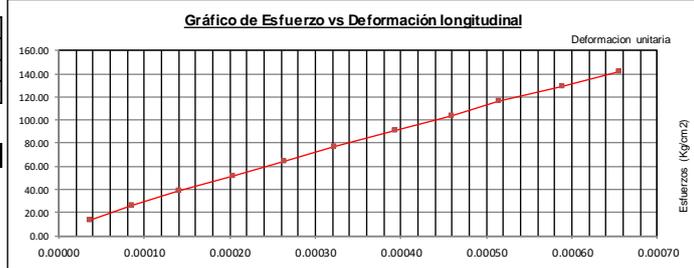
INTERPOLACION PARA et2' para S2

129.25	0.0001703		
138.80	Y	Y	0.0001811 et2
142.17	0.0001849		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	16.41
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	138.80
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006382

MODULO ELASTICO	208,075
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000185
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001811
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0006382

MODULO DE POISSON	0.276
--------------------------	--------------



ANEXO N° 48: Ficha técnica del aditivo SikaPlast 740.

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaPlast®-740 PE

Aditivo superplastificante de alto desempeño para concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaPlast®-740 PE es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto desempeño.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto pre-mezclado de todo nivel de resistencia y todo tipo de climas.
 - Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Concreto de alta resistencia.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

SikaPlast®-740 actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la adsorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto con buena cohesividad.
- Alta Impermeabilidad.
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).

- Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
- A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño). Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
 - Reduce la carbonatación del concreto.
 - Aumenta la durabilidad del concreto.
 - Reduce la exudación y la segregación.
 - Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.

SikaPlast®-740 no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo F

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	IBC x 1,000L
Apariencia / Color	Líquido Azul claro a azul verdoso Producto fotosensible.
Vida Útil	12 meses a partir de la fecha de producción.
Condiciones de Almacenamiento	En su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las

Hoja De Datos Del Producto
SikaPlast®-740 PE
Septiembre 2021, Versión 01.02
021301011000003394

heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.

Densidad	1.08 +/- 0.01 kg/L
Dosificación Recomendada	<ul style="list-style-type: none">• Para concretos plásticos suaves: 0,4 % - 1 % del peso del cemento.• Para concretos fluidos y autocompactantes: 1% - 2 % del peso del cemento.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

LIMITACIONES

Cuando SikaPlast®-740 está Congelado. Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

REGULACIÓN (EC) Nº 1907/2006 - REACH

DIRECTIVA 2004/42/CE - LIMITACIÓN DE LAS EMISIONES DE VOC

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

DOSIFICACIÓN

SikaPlast®-740 se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo.

Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 60 segundos del tiempo de mezclado.

Cuando se trabaja con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos.

El uso de SikaPlast®-740 garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con SikaPlast®-740 debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos.

El concreto fresco debe ser curado apropiadamente

Sika Perú
Habilitación Industrial
El Lúcumo Mt. 19° Lote 6
Lurin, Lima
Tel. (511) 618-0060

Hoja De Datos Del Producto
SikaPlast®-740 PE
Septiembre 2021, Versión 01.02
021301011000003594

2 / 2

con Sika® Antisol® S.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

SikaPlast-740PE-es-PE-(09-2021)-1-2.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



ANEXO N° 48: Ficha técnica del cemento Sol Tipo I



FICHA TÉCNICA /

CEMENTO SOL

DESCRIPCIÓN:

- Es un cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de clínker y yeso.

BENEFICIOS:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

USOS:

- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- Bolsas de 42.5 kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y big bags.



RECOMENDACIONES /

DOSIFICACIÓN:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

MANIPULACIÓN:

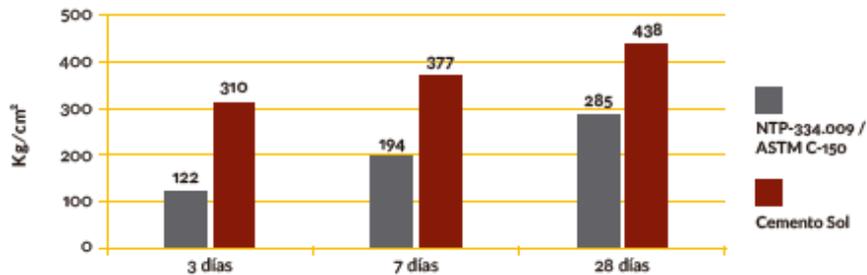
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

ALMACENAMIENTO:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno.

REQUISITOS MECÁNICOS /

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. CEMENTO SOL



PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS /

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
Resistencia a la compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	310	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	377	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	438	Mínimo 285*
Tiempo de fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	1.92	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
Fases mineralógicas			
C ₂ S	%	11.9	No específica
C ₃ S	%	54.2	No específica
C ₃ A	%	10.1	No específica
C ₄ AF	%	9.7	No específica

*Requisito opcional

PANEL FOTOGRAFICO



Muestreo del agregado fino.



Tamizado del agregado fino



Ensayo del pasante de la malla n°200 – el lavado



Granulometría del agregado fino – el tamizado



Peso unitario del agregado



Dosificación del cemento para el diseño



Ensayo de asentamiento (slump)



Moldeo del concreto



Ensayo de exudación.



Ensayo de tracción indirecta.



Ensayo de módulo elástico y de Poisson



Ensayo de módulo elástico y de Poisson