

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$,
utilizando poliacrilato de sodio como agente de curado interno-Chiclayo**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Segundo Max Davila Sotero

ASESOR

Victor Manuel Tepe Atoche

<https://orcid.org/0000-0002-1546-6212>

Chiclayo, 2025

**Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f'_c=245$
kg/cm², utilizando poliacrilato de sodio como agente de curado
interno-Chiclayo**

PRESENTADA POR
Segundo Max Davila Sotero

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Luis Quiroz Quiñones
PRESIDENTE

Jose Alberto Acero Martinez
SECRETARIO

Victor Manuel Tepe Atoche
VOCAL

Dedicatoria

A Dios como por darme salud y permitirme realizarme profesionalmente.
A mi familia, mis padres y hermanas, que me apoyaron de manera incondicional y fueron pieza fundamental para lograr esta meta.

Agradecimientos

Quiero agradecer de la manera más sincera a cada una de las personas que han sido parte fundamental para la conclusión de este proyecto. En primer lugar, agradecer a mis padres y hermanas por su apoyo. A mi asesor por su dirección y su valioso aporte en cada una de las fases del proyecto. A mis docentes de los diferentes cursos por proveer sus conocimientos a lo largo de la carrera.

Tesis_Davila Sotero Segundo Max

INFORME DE ORIGINALIDAD

22% INDICE DE SIMILITUD	21% FUENTES DE INTERNET	5% PUBLICACIONES	7% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
12	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	12
Abstract	13
Introducción.....	14
Revisión de literatura.....	21
Materiales y métodos	36
Resultados y discusión	62
Conclusiones	100
Recomendaciones	103
Referencias	104
Anexos	108

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Influenciamiento del curado convencional húmedo en la resistencia a compresión del concreto.....	18
Ilustración 2: Comparación del método de curado externo e interno.....	27
Ilustración 3: Poliacrilato de Sodio	29
Ilustración 4: Medidas de moldes rectangulares para paneles usados en el ensayo de fisuración del concreto	34
Ilustración 5: Cámara ambiental con ventilador.....	35
Ilustración 6: Procedimiento de cuarteo de agregados	47
Ilustración 7: Muestra de agregado fino y grueso	47
Ilustración 8: Tamices para granulometría de agregado fino (arena) y grueso (piedra chancada).....	48
Ilustración 9: Tamices para granulometría de agregado fino (arena) y grueso (piedra chancada).....	48
Ilustración 10: Pesos retenidos de agregado fino en cada tamiz	49
Ilustración 11: Muestras de agregados pesadas para ingresar al horno.....	49
Ilustración 12: Instrumentos para ensayos de peso suelto y compactado	50
Ilustración 13: Peso suelto del agregado fino.....	50
Ilustración 14: Agregado grueso saturado y superficialmente seco	51
Ilustración 15: Pesaje del agregado estando sumergido	51
Ilustración 16: Secado de muestra al horno.....	51
Ilustración 17: Prueba de humedad superficial mediante ensayo de cono de absorción.....	52
Ilustración 18: Pesado de fiolas con agregado fino y agua	52
Ilustración 19: Medición de slump o asentamiento en el concreto.	53
Ilustración 20: Pesado del concreto en estado fresco	53
Ilustración 21: Determinación del contenido de aire mediante el empleo de la olla de Washington.....	54
Ilustración 22: Agua de exudación del concreto fresco.....	55
Ilustración 23: Adsorción de agua de exudación.....	55

Ilustración 24: Medición de la temperatura de la mezcla del concreto en estado fresco	55
Ilustración 25: Tamizado del concreto fresco con malla N°4	56
Ilustración 26: Absorción del agua de exudación.....	56
Ilustración 27: Agujas de penetración normalizadas.....	56
Ilustración 28: Concreto en el penetrómetro	56
Ilustración 29: Moldeo de probetas	57
Ilustración 30: Desmolde de probetas y vigas.....	57
Ilustración 31: Fase de curado del concreto patrón	57
Ilustración 32: Ensayo de las probetas	57
Ilustración 33: Moldeo de vigas	58
Ilustración 34: Marcado de puntos de aplicación de carga.....	58
Ilustración 35: Ensayo de vigas.....	58
Ilustración 36: Colocación de anillos y compresómetro	59
Ilustración 37: Ensayo de probeta	59
Ilustración 38: Pulido de probeta.....	60
Ilustración 39: Emplazamiento de probetas en la máquina de ensayo	60
Ilustración 40: Presión del agua en máquina de ensayo	60
Ilustración 41: Ensayo diametral de probeta	60
Ilustración 42: Medición de la penetración del agua.....	60
Ilustración 43: Preparación de paneles	61
Ilustración 44: Paneles dentro de la cámara ambiental	61
Ilustración 45: Paneles dentro de la cámara ambiental	61
Ilustración 46: Curva que representa la granulometría del agregado grueso	65
Ilustración 47: Ensayo de asentamiento de las diferentes porcentajes administrados de PS ..	68
Ilustración 48: Ensayo de peso unitario del concreto.....	69
Ilustración 49: Ensayo para el cálculo del contenido de aire	70
Ilustración 50: Ensayo de control de temperatura del concreto en estado fresco.....	71

Ilustración 51: Resultados del volumen de agua exudada.....	73
Ilustración 52: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto patrón)	74
Ilustración 53: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto patrón)	75
Ilustración 54: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto con 0.1% PS).....	76
Ilustración 55: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto con 0.15% PS).....	77
Ilustración 56: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto con 0.3% PS).....	78
Ilustración 57: Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días	80
Ilustración 58: Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días	81
Ilustración 59: Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días	82
Ilustración 60: Resultados de resistencia a la compresión a los 56 días	83
Ilustración 61: Desarrollo de resistencia a la compresión del concreto patrón	84
Ilustración 62: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con 0.05% PS	85
Ilustración 63: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con 0.1% PS	86
Ilustración 64: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con 0.15% PS	87
Ilustración 65: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con 0.3% PS	88
Ilustración 66: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con los diferentes porcentajes.....	89
Ilustración 67: Ensayo de resistencia a la flexión	91
Ilustración 68: Ensayo de módulo de elasticidad	92
Ilustración 69: Curva de esfuerzo deformación del concreto	93
Ilustración 70: Ensayo de penetración de agua a presión.....	94
Ilustración 71: Ensayo de fisuración por contracción plástica	95
Ilustración 72: Costo unitario por m ³ de concreto en 5 metros cuadrados de losa de e=0.2m	98

Lista de Tablas

Tabla 1: Tolerancias permisibles según la edad del testigo	33
Tabla 2: Tabla de operacionalización de variables de la investigación	38
Tabla 3: Muestra del ensayo de slump	39
Tabla 4: Muestra para ensayo de peso unitario del concreto fresco	40
Tabla 5: Muestra para ensayo de contenido de aire en el concreto.....	40
Tabla 6: Muestra para de ensayo de exudación del concreto.....	41
Tabla 7: Muestra de temperatura del concreto	41
Tabla 8: Ensayo de tiempo de fraguado	42
Tabla 9: Muestra para determinar resistencia del concreto a la compresión	42
Tabla 10: Muestra de vigas a ensayar para determinar la resistencia a la flexión	43
Tabla 11: Muestra de ensayo de módulo de elasticidad.....	43
Tabla 12: Muestra para ensayo de fisuración de contracción por secado	44
Tabla 13: Muestra de ensayo de permeabilidad de agua a presión	44
Tabla 14: Matriz de consistencia.....	46
Tabla 15: Distribución de la granulometría del agregado fino	62
Tabla 16: Curva que representa la granulometría del agregado fino	63
Tabla 17: Ensayo de Humedad	63
Tabla 18: Ensayo de peso unitario suelto y peso compactado	64
Tabla 19: Ensayo de peso específico y absorción	64
Tabla 20: Distribución de la granulometría del agregado grueso	65
Tabla 21: Ensayo de contenido de humedad del agregado piedra 3/4"	66
Tabla 22: Ensayo de peso unitario suelto y compactado de la piedra de 3/4"	66
Tabla 23: Ensayo de peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso	67
Tabla 24: Ensayo de slump o asentamiento para las diferentes dosificaciones de P.S.	67
Tabla 25: Ensayo de peso por unidad de volumen del concreto	68
Tabla 26: Ensayo de medición del contenido de aire.....	69

Tabla 27: Ensayo para determinar la temperatura del concreto en estado	70
Tabla 28: Ensayo de exudación - muestra patrón	71
Tabla 29: Ensayo de exudación - muestra con 0.05% de PS	72
Tabla 30: Ensayo de exudación - muestra con 0.1% de PS	72
Tabla 31: Ensayo de exudación - muestra con 0.15% de PS	72
Tabla 32: Ensayo de exudación - muestra con 0.3% de PS	73
Tabla 33: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto patrón	74
Tabla 34: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto con 0.05% de PS.....	75
Tabla 35: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto con 0.1% de PS.....	76
Tabla 36: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto con 0.15% de PS.....	77
Tabla 37: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto con 0.3% de PS.....	78
Tabla 38: Registro del ensayo de resistencia compresión.....	79
Tabla 39: Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días	80
Tabla 40: Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días	81
Tabla 41: Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días	82
Tabla 42: Resultados de resistencia a la compresión a los 56 días	83
Tabla 43: Resultados de resistencia a la compresión del concreto patrón	84
Tabla 44: Resultados de resistencia a la compresión del concreto con 0.05% PS.....	84
Tabla 45: Resultados de resistencia a la compresión del concreto con 0.1% PS.....	86
Tabla 46: Resultados de resistencia a la compresión del concreto con 0.15% PS.....	86
Tabla 47: Resultados de resistencia a la compresión del concreto con 0.3% PS.....	87
Tabla 48: Resultados de ensayo de flexión en vigas.....	90
Tabla 49: Relación porcentual del módulo de rotura respecto al patrón.....	90
Tabla 50: Resultado de ensayo de módulo de elasticidad.....	91
Tabla 51: Relación porcentual del módulo de elasticidad respecto al patrón.....	92
Tabla 52: Resultados del ensayo de penetración de agua a presión.....	93
Tabla 53: Relación porcentual de penetración de agua respecto al patrón	94

Tabla 54: Reducción en porcentaje de la fisuración por contracción plástica	95
Tabla 55: Costo unitario del concreto f'c 245 kg/cm ²	96
Tabla 56: Costo unitario de curado de concreto con agua	96
Tabla 57: Costo unitario del curado con aditivo	97
Tabla 58: Costo unitario de concreto curado internamente	97
Tabla 59: Relación de causa efecto del % de Poliacrilato de Sodio en el concreto	99

Resumen

Las construcciones en el Perú tienen al concreto como su material principal, en obra por diversos factores no se cumple el procedimiento de curado del concreto de forma óptima, siendo el curado indispensable este no se realiza adecuadamente. El curado es un procedimiento necesario que se refleja en propiedades como la durabilidad y resistencia. Las características del clima de la ciudad de Chiclayo como el viento y las altas temperaturas ahondan los problemas de fisuración por contracción plástica, sumado a la causa de un mal proceso de curado al secar el agua de la cara exterior del concreto. Con la finalidad de buscar generar un curado de una manera más uniforme y eficiente se plantea el uso del Poliacrilato de sodio a fin de que actúe como un agente de curado interno que absorba el agua de la mezcla y la suministre de vuelta cuando las condiciones dentro del concreto la requieran. Se diseñó un concreto para un $f'c=245\text{kg/cm}^2$ como muestra patrón a la cual se le curó de manera convencional, se adicionó a la mezcla patrón Poliacrilato de sodio en porciones de 0.05%, 0.1%, 0.15% y 0.3% respecto al peso del cemento. El concreto patrón mostró mejores cualidades de en estado fresco y endurecido a excepción de la fisuración. Producto de la investigación se concluyó que los porcentajes de 0.1 % y 0.15% de Poliacrilato de sodio son las que mejores resultados obtienen en resistencia a compresión, flexión y módulo de elasticidad de entre las muestras con curado interno.

Palabras clave: Concreto, Curado Interno, Poliacrilato De Sodio, Absorción, Resistencia, Durabilidad.

Abstract

Construction in Peru uses concrete as its primary material. Due to various factors, the concrete curing process is not optimally followed on site, and curing, which is essential, is not carried out properly. Curing is a necessary procedure that reflects properties such as durability and strength. The climate characteristics of Chiclayo, such as wind and high temperatures, exacerbate the problems of plastic shrinkage cracking. This is compounded by the poor curing process, which results in the drying of water from the exterior of the concrete. In order to achieve more uniform and efficient curing, the use of sodium polyacrylate is proposed. This agent acts as an internal curing agent that absorbs water from the mixture and returns it when conditions within the concrete require it. A concrete was designed for an $f_c = 245 \text{ kg / cm}^2$ as a standard sample, which was cured in a conventional manner. Sodium polyacrylate was added to the standard mix in portions of 0.05%, 0.1%, 0.15% and 0.3% with respect to the weight of the cement. The standard concrete showed better qualities in its fresh and hardened state, except for cracking. As a result of the research, it was concluded that the percentages of 0.1% and 0.15% of sodium polyacrylate are the ones that obtain the best results in compressive strength, flexural strength and modulus of elasticity among the samples with internal curing.

Keywords: concrete, internal curing, sodium polyacrylate, absorption, resistance, durability.

Introducción

La versatilidad del concreto para tomar la forma deseada, resistir grandes cargas y estar expuesto a ambientes agresivos, ha hecho que su uso se extienda a toda clase de proyectos como edificaciones residenciales y no residenciales, presas hidráulicas, proyectos de electrificación, canales, puentes, caminos y túneles. La cantidad de usos que le ha encontrado el hombre desde su creación lo hace uno de los materiales que tiene un mayor empleo; si nos centramos en el plano económico el mercado de concreto fue valorado en 617,260.1 millones de dólares en 2020, proyectándose que se llegue a los 972,046.3 millones de dólares para 2030 [1]. Según la web de ANEFHO tan solo en el tercer trimestre de 2021 se ha llegado en volumen los 6700000 metros cúbicos de fabricación de concreto en el país ibérico. [2]

Podemos definir al concreto como una roca artificial, compuesta principalmente por un aglomerante (cemento), agregados, agua y según sea el tipo de concreto aditivos o adiciones minerales que le proporcionan características particulares. Los componentes se combinan hasta constituir una pasta que envuelve los agregados uniéndolos. La producción del concreto tiene una serie de pasos que inicia con el proporcionamiento de los materiales según las condiciones y requerimientos de servicio y exposición, como paso siguiente se dosifica y se mezcla para después proceder con la colocación en el encofrado donde el concreto adoptará la forma y se consolidará, una vez consolidado se le da el acabado y curado necesario. [3]

El procedimiento de curar el concreto se basa en sostener la humedad y temperatura en un punto óptimo después de terminado el proceso de colado para que se puedan obtener las propiedades físicas, así como las propiedades mecánicas de diseño en el tiempo programado. Las propiedades del concreto cuya importancia tiene más relevancia como la resistencia y durabilidad están estrechamente relacionadas con un curado adecuado. Las acciones para mantener las condiciones necesarias del curado dependerán de las circunstancias ambientales de humedad y temperatura. [4]

Cuando el agua reacciona con el cemento da lugar a reacciones químicas y procesos físicos que en conjunto se le ha nombrado como hidratación del cemento. A la par que se avanza en este proceso la fuerza que une a las partículas se incrementa y disminuye la cantidad de poros. El grado de hidratación está supeditado a la disponibilidad de suficiente agua en los intersticios del concreto y esto a un curado de forma sostenida. [5]

La durabilidad del concreto mejora cuando se practica un curado apropiado dado que propiedades como la capacidad permeable y de absorción por capilaridad del concreto se reducen en tanto que se extienda el curado húmedo. [6] El comité ACI 308R-16 del Instituto

americano del concreto resalta que el concreto reduce su permeabilidad en un 50% en los tres primeros días de curado y el porcentaje aumenta a medida que el curado se extiende en el tiempo. [5]

El curado de forma externa puede tener poca injerencia cuando se trata de abastecer con humedad debido a que la red interna de poros en el interior del concreto se satura de cemento hidratado y se aíslan como consecuencia del avance del proceso de hidratación, todo esto origina que el agua del curado externo no logre ingresar a los poros internos y mantenerlos hidratados. [7]

El agua calculada para la fabricación del concreto llegado el instante de realizar el proceso de colado es excesiva en comparación con la porción de agua que es capaz conservar para el curado, aunque la temperatura u otro factor climático puede llegar a disminuir el agua por debajo del umbral idóneo para que el concreto desarrolle las propiedades deseadas, cuando la evaporación se da de forma excesiva puede originar agrietamiento por contracción en el concreto, cuando este se encuentra aún en estado plástico. [4]

En la década de los ochenta se realizó un estudio estadístico en España para identificar las causas que ocasionan problemas en la perpetuación de las estructuras de concreto, donde se le adjudicó a la etapa de construcción un 38.5% de las causas. [8] Teniendo en cuenta que el curado del concreto es ejecutado en esta etapa se puede intuir que realizarlo de forma errada contribuye a los problemas de durabilidad acarreado consigo un costo económico adicional. Si revisamos las cifras en Estados Unidos la inversión anual en reparar y proteger las estructuras que están hechas de concreto es de 20 billones de dólares. [9] Si observamos el continente europeo el gasto anual se estima en 6800 millones de dólares. [10]

En el Perú la limitada economía con la que cuentan las familias para poder construir sus viviendas es la razón principal para que opten por construir de manera informal. Contratar un maestro de obra obviando el asesoramiento de un profesional, utilizar materiales de poca calidad y realizar procedimientos constructivos inadecuados como lo es un curado mal realizado o insuficiente con respecto al tiempo recomendado son unos de los patrones seguidos en una construcción informal, todo esto impacta en la calidad del concreto. De acuerdo con cifras dadas por el SENCICO el 60% de las viviendas del país han sido construidas de manera informal y equivalen a 2000 millones de dólares, un 3.6% del producto bruto interno. [11]

Si se tienen en cuenta el estudio mencionado en párrafos anteriores donde se señala que el 38.5% de las causas de problemas de durabilidad están relacionados a la ejecución de una obra podemos concluir que las viviendas producto de la construcción informal tendrán una vida útil reducida influenciado en parte por un mal curado al ser este un proceso vital para brindar

durabilidad al concreto. [8] La investigación “Evaluación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto Estructural Elaborado En Obras Autoconstruidas En El Distrito De La Victoria, Chiclayo 2020” llevada a cabo por Robert Cervantes concluye que existe una relación entre el curado en inferior duración al que se recomienda y un decrecimiento en los resultados del ensayo de resistencia a compresión del concreto. [12]

A partir de esto podemos inferir que un mal curado tendrá como resultado final concreto deficiente en calidad al no contar con las propiedades de diseño originales, el mismo problema se podría tener en otros escenarios como lugares donde se ejecutan obras y no se cuenta con la disponibilidad del recurso de agua para hacer el curado y poca supervisión profesional.

La ciudad de Chiclayo tiene las condiciones ambientales para favorecer el problema de un curado ineficiente, al encontrarse en la costa norte del Perú tiene vientos con velocidades de más de 35 km/h según fuentes del SENAMHI [13], sumado a ello las altas temperaturas de verano causan una pérdida de agua en el concreto más de lo normal haciendo necesario realizar un curado constante que en muchos de los casos no es atendido con la rigurosidad necesaria.

En cuanto a la fisuración por secado, las altas velocidades del viento al entrar en contacto con las superficies de concreto generan una desecación, lo que concluye en un agrietamiento o fisuración por contracción de secado que afecta la durabilidad del concreto y su resistencia. Simultáneamente en Chiclayo las temperaturas durante la temporada de verano llegan a estar por encima de los 32 °C [14], esto significa una mayor evaporación de proporción del agua en el concreto que provoca de la misma manera un efecto de fisuración en las superficies del concreto como causa de la contracción por secado.

El método convencional y el uso de aditivos son los más usados para curar el concreto en la ciudad de Chiclayo. Sin embargo, en las obras la aplicación del método convencional se da de forma intermitente y el agua no logra penetrar más allá de la superficie por lo que el grado de humedad y el nivel de temperatura no se mantienen. De la misma manera los aditivos curadores de membrana evitan la evaporación del agua sin embargo no proporcionan agua adicional.

Al día de hoy existe una escasez de agua en el mundo, según la web de la UNESCO la población que padece de escasez de agua representa una quinta parte en todo el mundo [15]; el cambio climático contribuye a la reducción de recursos hídricos por lo que no se puede seguir con la actual gestión de las fuentes de agua debido a las consecuencias que conlleva el cambio climático según lo manifiesta el “Informe de políticas de ONU-AGUA sobre el Cambio Climático y el Agua” [16], como conclusión debe ser más eficiente el uso del recurso hídrico, especialmente en la construcción teniendo en cuenta que es un recurso que sufre una reducción de sus fuentes.

Es necesario aminorar los volúmenes de agua potable que se emplea en la industria de la construcción, una de las formas que conlleva un mayor desperdicio de agua ciertamente es el curado del concreto y más cuando este se da en forma de aspersión.

Desde el descubrimiento del concreto se ha investigado nuevas formas de mejorar las características que están relacionadas con la durabilidad puesto que esto significa alargar el tiempo de uso de las estructuras que están construidas de este material.

En los concretos de alto rendimiento mejoran sus características de resistencia y durabilidad al reemplazar una parte del agregado con un material absorbente como agregados porosos saturados. Los agregados ligeros liberan el agua que tienen almacenada al mismo ritmo que cae el nivel de la humedad en la parte interior del concreto. El agua es absorbida por los poros en la pasta a través de una fuerza de succión capilar, a medida que el cemento se hidrata reduce los poros incrementando la fuerza de succión y deteniéndose cuando ya no exista cemento a hidratar [7].

En resumen, existe la necesidad de explorar soluciones que mejoren los resultados directos o indirectos de un curado convencional, esto a partir de los diversos problemas o dificultades que se han mencionado anteriormente. En el año 2010 el Instituto Americano Del Concreto incluyó al curado interno en la guía de terminología ACI conceptualizado como una técnica de curado que hace uso de agua acumulada en agregados livianos los cuales fueron saturados con anterioridad a su introducción en la mezcla.

La aplicación del curado interno en el concreto le proporciona características que lo hacen más resistente al evitar las malas prácticas de curado externo así también a las condiciones de exposición ya que aumenta su resistencia a la abrasión y a la corrosión del refuerzo de acero. [17] Teniendo en cuenta que los agregados dependen de su porosidad para acumular agua es también esto un limitante dado que una mayor porosidad significa un agregado más débil y con menor capacidad de aporte de resistencia al concreto.

El agua al entrar en contacto con el Poliacrilato de sodio hace que este reaccione formando un gel cristalino en el que atrapa el agua y que después libera de forma lenta. Al ser el Poliacrilato de Sodio un polímero superabsorbente tiene la capacidad de absorber una cantidad de agua equivalente de 100 veces su peso. [18] En la industria tiene usos variados, desde la higiene personal en la fabricación de pañales, en la protección de cableado y en la agricultura donde es utilizado para retener la humedad.

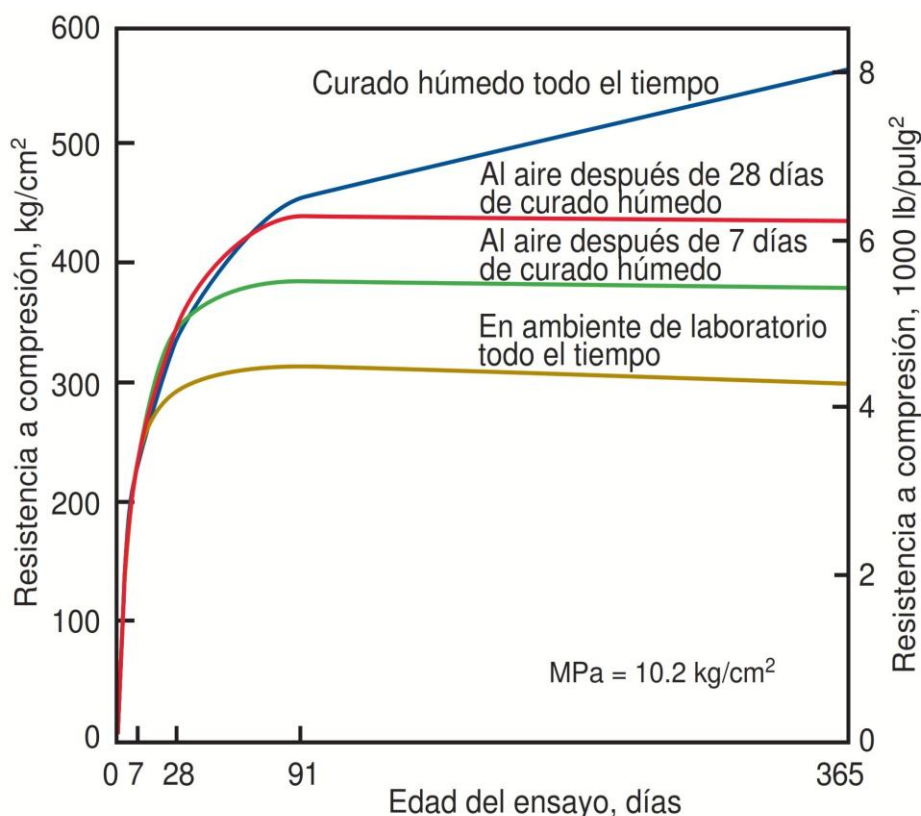
Utilizar Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno podría suponer como aporte a la ingeniería una forma más práctica y eficiente de curar el concreto, mejorando la característica de durabilidad y resistencia a compresión del concreto ya que en obra existen ciertas

complicaciones como la forma de las estructuras y las condiciones climáticas que impiden mantener húmedo el concreto durante el tiempo mínimo que establece la norma. Utilizar el método convencional representa un gasto económico adicional debido al personal necesario para realizar esta actividad y un desperdicio del agua puesto que gran parte de esta se pierde al rociar elementos verticales; podríamos saltarnos estos problemas al utilizar un curado interno.

Como resultado de evaluar la problemática existente en la ejecución del curado del concreto y la necesidad de descubrir alternativas más eficientes surge la siguiente pregunta de investigación: ¿es técnica y económicamente viable el uso de Poliacrilato de Sodio en el concreto como agente de curado interno?

El presente trabajo de investigación plantea utilizar Poliacrilato de Sodio en lugar de los agregados livianos y simular el funcionamiento de estos para producir un concreto con curado interno de mejores propiedades físicas y mecánicas sin los problemas que conlleva el uso de agregados porosos. El Poliacrilato será aplicado en 0.05%, 0.1%, 0.15% y 0.3% del peso del cemento.

Ilustración 1: Influenciamiento del curado convencional húmedo en la resistencia a compresión del concreto



Fuente: [19]

A partir de las referencias citadas y la importancia del curado que estas resaltan, existe una necesidad en la investigación de nuevos métodos capaces de obtener mejores resultados a la hora de realizar el proceso de curar el concreto. La forma convencional de realizar el curado tiene limitaciones en obra debido a que no se logra realizar de forma constante sumado a esto las condiciones climáticas de viento y temperatura no son favorables y pueden generar problemas de fisuración, de resistencia y durabilidad. Otro punto importante es la baja eficiencia con el uso del agua durante un curado convencional y los bajos resultados que se obtienen con otros métodos de curado.

En el plano económico este proyecto se respalda sobre la base de la disminución de costos que puede representar la utilización de Poliacrilato de Sodio como agente curador del concreto. En el corto plazo conllevaría a reducir los presupuestos al eliminar el personal destinado a labores de curado, reducir los volúmenes de agua destinados al curado; todo esto como resultado de que el agente de curado sea aplicado durante la mezcla. A largo plazo un curado interno con Poliacrilato de Sodio mejoraría la propiedad de durabilidad del concreto y de las estructuras que están compuestas de este material lo que podría suponer reducción de costos en reparaciones o reemplazo de las estructuras de concreto.

La justificación social del proyecto radica en que el mejoramiento de las características de durabilidad en el concreto supondría una mayor competitividad frente a otros materiales de construcción. El concreto al ser un material utilizado en gran parte de proyectos, el mejoramiento de sus características se podría traducir en viviendas, infraestructura pública y privada de mejor calidad.

Desde la perspectiva ambiental este proyecto se justifica mediante la eliminación del desperdicio de agua durante el curado convencional del concreto lo que incrementaría en la industria de la construcción el grado de la sostenibilidad en el ámbito ambiental.

El objetivo general de la investigación es comparar la influencia del uso de Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno en las características físicas y mecánicas del concreto de $f'c=245$ kgf/cm² respecto a un curado convencional. En cuanto a los objetivos específicos se plantea Caracterizar el concreto en estado fresco para la mezcla patrón y los diseños de mezclas con adición de Poliacrilato de Sodio; determinar la resistencia a compresión del concreto patrón $f'c=245$ kg/cm² y de las mezclas elaboradas con dosificaciones de Poliacrilato de Sodio al 0.05%, 0.1%, 0.15% y 0.3% del peso del cemento en los 7, 14, 28 y 56 días de edad; determinar la resistencia a flexión del concreto patrón $f'c=245$ kg/cm² y de las mezclas con dosificaciones de Poliacrilato de Sodio al 0.05%, 0.1%, 0.15% y 0.3% del peso del cemento en los 28 días de edad; determinar el grado de permeabilidad del concreto patrón a la edad de 28 días y para las

mezclas elaboradas con dosificaciones de Poliacrilato de Sodio al 0.05%, 0.1%, 0.15% y 0.3% del peso del cemento; determinar el agrietamiento por contracción plástica para la mezcla patrón y las mezclas con adiciones de Poliacrilato de Sodio; efectuar un análisis económico del concreto al usar Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno en proporciones del 0.05%, 0.1%, 0.15% y 0.3% respecto al peso del cemento.

Revisión de literatura

Antecedentes

La importancia del concreto en la construcción y la trascendencia que posee el curado en el desarrollo integro de sus propiedades como resistencia y durabilidad, se han realizado diversas investigaciones con el fin de descubrir opciones que mejoren la eficiencia del curado.

Bhadki Safwan Mohd.Hanif, Bodale Ahamad Mahd.Ashraf, Sayyad Kaleem Saleem y Ulde Nuh Naeem “AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON INTERNALLY CURED CONCRETE”. Tesis de grado, MUMBAI – 2016.

Para mantener un nivel de humedad satisfactorio en las semanas iniciales después del proceso de colado del concreto los autores utilizan el Polietilenglicol PEG – 400 en la mezcla. El estudio tiene en cuenta concreto de resistencia normal ($f'_c=20$ MPa) y de alta resistencia ($f'_c=50$ MPa). La función del Polietilenglicol es proporcionar humedad de forma interna generando un autocurado y así prescindir del curado por aspersión. El concreto se diseñó con PEG al 1%, 2% y 3% del peso de cemento. La investigación concluyo en que el PEG-400 es eficiente como agente de curado interno en cantidades del 1% en concreto de desempeño normal y 2% en concreto con alta resistencia. Se obtuvo la resistencia de 28 días en 7 y 14 días. [20]

L. Rachana, Dr. A Venkateswararao and Ch. Mallika chowdaryc “Effect of self-curing agent on mechanical properties of concrete with GGBS replacement”. Bristol,2021.

El problema que indujo a la elaboración de esta investigación fue el desperdicio de agua durante el curado de concreto, la finalidad de esta investigación se sustenta en la búsqueda de nuevas alternativas capaces de realizar un curado de manera interna. Se utilizo Polietilenglicol 400 como agente de curado en porciones del 0.5 % y 1% del peso del cemento en mezclas con incorporación de la escoria de altos hornos del 40% y 60% del peso del cemento para resistencias esperadas de 20 MPa y 35 MPa. Se obtuvo una mayor resistencia en las combinaciones de 60% de escoria de altos hornos con 0.5% de Polietilenglicol y en la de 40% de escoria y 1% de agente de curado. [21]

George Vincent Jasmine, Madiseti Pavan Kumar y Ponnada Markandeya Raju; “Study on early age and ultimate compressive strength of M30 grade self-curing concrete”. Bristol,2021.

La falta de agua en zonas rurales montañosas dificulta un curado adecuado del concreto sumado a ello la necesidad de cuidar el agua potable desde un punto de vista ambiental son la causa para que los autores realicen esta investigación. Este estudio planteo usar el curado interno debido a que ayuda a mantener la humedad del concreto. Los aditivos utilizados para proporcionar el curado interno en el concreto son alcohol Polivinílico, cera de parafina líquida y Polietilenglicol 400 en concretos de resistencia de 30MPa. Las cifras obtenidas en los ensayos de las diferentes mezclas fueron contrastadas con un curado convencional. Para los agentes de curado interno se obtuvieron valores de resistencias menores al obtenido con curado convencional pero iguales a la resistencia de diseño. [22]

Sergio David Rodríguez Torres “Evaluación de los efectos del curado interno en el concreto”. Tesis de posgrado, Bogota, 2016.

El autor tuvo el objetivo de fortalecer las particularidades del concreto referente a la durabilidad y resistencia a compresión con el uso de la técnica de curado interno. En la investigación se utilizaron agregados gruesos ligeros saturados como agente curador. El agregado ligero reemplazo en porcentajes de 25% y 15% al agregado grueso. Se realizaron ensayos de laboratorio en condición de estado fresco y endurecido, entre ellos el slump, resistencia del concreto a la compresión y ensayos de durabilidad. La resistencia del concreto a compresión de los diseños con curado interno alcanzó un 88% de la resistencia de la mezcla patrón con curado externo. Se consiguió una mejor trabajabilidad, así también mejoró la durabilidad a partir del uso de agregados ligeros. [23]

Aysa Yiré Vásquez Taico, “Concreto autocurable $f'c=210$ kg/cm², reemplazando un porcentaje de agregado grueso con traquita”. Tesis de grado, Cajamarca, 2019.

El autor encuentra un problema en la diferencia del curado en obra y laboratorio, el curado en obra por aspersion no se asemeja al que se da por inmersión según norma. Con el fin de buscar alternativas la investigación hace uso del autocurado mediante la aplicación de traquita saturada. El agregado grueso será reemplazado por el material saturado en dosificaciones del 5%, 10% y en un 15%. Para verificar la hipótesis planteada se realizaron ensayos para cuantificar la resistencia a compresión de probetas las cuales mostraron un incremento de la resistencia cuando se hace uso de traquita de forma saturada respecto a los valores obtenidos con traquita seca. [24]

S. R. Pinchi Morey y H. J. Ramirez Mejía “Propuesta de aplicación del método de autocurado adicionando ladrillo triturado al agregado grueso para disminuir las fisuras superficiales y aumentar la resistencia a la compresión del concreto en zonas cálidas”.
Tesis de grado, LIMA – 2019

Este trabajo de investigación busca garantizar el curado del concreto y como consecuencia reducir las fisuras y acrecentar la resistencia del concreto utilizando la técnica del autocurado a partir de sustitución del agregado grueso con ladrillos triturados. El diseño del concreto se realizó para alcanzar una resistencia de compresión de 280 kg/cm² con el reemplazo del árido grueso en porciones del 15%, 21% y 27% del peso. Se realizaron test o ensayos del concreto cuando aún está en estado fresco y a si también en estado endurecido como slump, ensayos de resistencia a compresión y ensayos de resistencia del concreto a la flexión. El autor obtiene una mejora de las resistencias de compresión y flexión, a partir de analizar sus resultados sostiene que es viable la sustitución del agregado grueso en un máximo del 21%. [25]

Bases teóricas

Concreto

El concreto es una roca artificial consecuencia de la argamasa de cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y ocasionalmente aditivos o adiciones. Los materiales constituyentes se proporcionan según las características que se desean obtener en el estado de fluides y endurecido. Inicialmente salido del mezclador el concreto tiene una condición plástica y de semifluides que le permite tomar la forma del encofrado, a medida que avanza el fraguado se vuelve rígido con propiedades de alta resistencia a compresión y de asilamiento. [26]

El solidos, una de las características del concreto es producto de la reacción química producidas durante la hidratación del cemento. [3]

El cemento, agua y agregado fino conforman un mortero que envuelven y unen el agregado grueso, llenando los vacíos existentes. De la calidad de los materiales y su dosificación adecuada sumado al proceso constructivo está supeditada la calidad del concreto. [27]

La pasta constituida por cemento, agua y aire forman parte del concreto en un 25% y hasta 40% del volumen total. Los agregados por su parte representan hasta un 75% del volumen. [3]

Cemento

El cemento portland es la conclusión de la molienda del Clinker el cual está constituido de aluminatos de calcio, ferro aluminatos de calcio y sulfatos de calcio. La fabricación de cemento hace uso de compuestos de calcio, alúmina de hierro, sílice y hierro. Los cementos Portland

están compuesto por silicatos hidráulicos de calcio. Al encontrarse en contacto con el agua, el cemento actúa químicamente, proceso al que se le conoce como hidratación y que da como resultado la pasta. Durante la hidratación las partículas de cemento fabrican un manto fibroso que las entrelazan y unen. [3]

La estructura de la pasta de cemento está constituida por gel de cemento, poros gel y poros capilares. [26]

A partir de la variación de los silicatos y aluminatos varían las propiedades del cemento y se puede clasificar en cementos de tipo I, II, III, IV, V, cementos contenedores de adiciones tipo IS, ISM, IP y IPM. [26]

Agregados

Representan en el concreto un volumen de entre 60% y 75% del volumen por lo que intervienen en gran medida en las características de estado de fluides como en estado sólido. El valor económico por unidad volumétrica de concreto es otro aspecto donde tienen injerencia. Los dos tipos de agregados utilizados en concreto son el agregado grueso (piedra chancada) y arena de origen natural. [3]

Normalmente se considera al agregado como un material inerte sin embargo sus propiedades mecánicas y químicas influyen en las propiedades del concreto. Los agregados se pueden asociar de diferentes formas. Según su procedencia se pueden separar en agregados naturales y artificiales. Por su peso específico se diferencian dos grupos, pueden ser agregados ligeros normales y pesados. Por su gradación los agregados se clasifican en agrado fino así también como agregado grueso teniendo como limite el tamiz ASTM # 4. [26]

La granulometría es la forma en la que están repartidos según dimensión de las partículas. Para saber la granulometría de un agregado se realiza un ensayo de laboratorio que consiste en hacer pasar el agregado por una serie de tamices normados por la ASTM C 33 y la NTP 400.037. [3]

La textura y forma del agregado influye en su capacidad resistente del concreto, las texturas ásperas permiten una mejora adherencia, los diferentes planos en un agregado de forma angular dan mayor área superficial donde se puede adherir la pasta. La asistencia de partículas de morfología prolongada en uno solo de sus ejes en un porcentaje mayor al 10% puede generar inconvenientes. [28]

Aditivos

Son sustancias que al añadirse al concreto modifican las características de este, pueden ser orgánicos o inorgánicos. Son aplicados en la mezcla o después del proceso de formada la pasta. Los aditivos pueden realizar modificaciones dirigidas durante la hidratación, endurecimiento y la composición de la estructura interna del concreto. Los aditivos permiten obtener concretos de mejores características. El uso de aditivos puede significar un aumento del costo del concreto por unidad de volumen. [28]

Las razones para el uso de un aditivo pueden depender de múltiples motivos y con distintos fines. Normalmente el uso de aditivos puede buscar mejorar la trabajabilidad, acelerar o retardar el fraguado, reducir la temperatura de hidratación, minimizar la exudación, incrementar durabilidad, disminuir segregación, reducir contracción. [29]

Según la normativa ASTM C 494 se pueden clasificar en [28]:

- A: Intervienen en la mezcla minorando la cantidad de agua.
- B: Intervienen aplazando el tiempo de fraguado.
- C: Intervienen estimulando el fraguado.
- D: Intervienen en la mezcla minorando el agua y aplazando la fragua.
- E: Intervienen en la mezcla minorando el agua y estimulando el fraguado.
- F: Intervienen en la mezcla minorando el agua en elevado rango.
- G: Intervienen en la mezcla minorando el agua en elevado rango y aplazando el tiempo de fraguado.

Agua

Este insumo es necesario para hidratar el cemento y que como consecuencia ello se constituye la pasta, por lo tanto, es necesario que cumpla ciertos requisitos. Se requiere que el agua no genere problemas colaterales durante el proceso químico con el cemento. Podemos identificar el empleo del agua en dos fases de la fabricación de concreto, el agua perteneciente al diseño de mezcla y el agua ejecutar el curado. [26]

El estado del agua a emplear en la mezcla no puede estar contaminada manteniendo su composición natural, sin contenido de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico u otras sustancias que alcancen a generar algún tipo de daño en el concreto o ser nocivas para el refuerzo de acero. El agua puede ser usada en la manufactura de concreto si este adquiere una resistencia por encima del 90% de la fuerza a compresión resistente propuesta en el diseño. Se podrá hacer uso de agua de mar bajo ciertos parámetros, usarlos en concretos simples, no ser usada en concretos de alta resistencia, no ser utilizado para concretos de prefabricados o

pretensados y no usar en concretos de resistencias mayores a los 175 kg/ cm². Si la cantidad de partículas extrañas o dañinas en el agua de mezcla es elevada, no sólo puede perjudicar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino que además puede originar eflorescencias, manchado, corrosión del refuerzo, fracturación y disminuir la durabilidad. [3]

Curado del concreto

El curado tiene la meta de conservar una condición de saturación en agua y temperatura adecuada para el concreto justo después de terminado el proceso de colado para posibilitar la continua hidratación del cemento no hidratado inicialmente, de ser el caso que se use puzolanas en la mezcla lograr de que ocurra la reacción puzolánica que proporcionara las características de diseño. La actividad del curado se ha realizado de manera correcta cuando la mezcla obtiene las cualidades a un nivel igual o mayor al especificado en el diseño. El tiempo de curado inicia en el colado y se extiende en el tiempo hasta que se desarrollan las características esperadas.

La finalidad del curado es impedir la disminución de la humedad en el concreto y sostener una temperatura adecuada durante un tiempo idóneo. Como resultado del curado se logra una mayor hidratación del cemento, se define a la hidratación como la reacción química que conlleva a los cambios en el cemento portland cuando este reacciona en presencia del agua.

A pesar de que el concreto alcanza distintos niveles de hidratación a lo largo del tiempo, el periodo y la celeridad en que se genera la madures del concreto está limitado a las condiciones del ambiente y asimismo a las acciones para prevenir pérdida de humedad y temperatura. [5]

La Asociación de Cemento Portland de Estados Unidos en su informe de “Diseño y Control de Mezclas de Concreto” menciona las siguientes clases de curado:

- Encharcamiento e inmersión
- Aspersión
- Cubiertas húmedas
- Lamina de plástico
- Compuestos de curado formadores de película
- Curado por humedad interna
- Curado a vapor

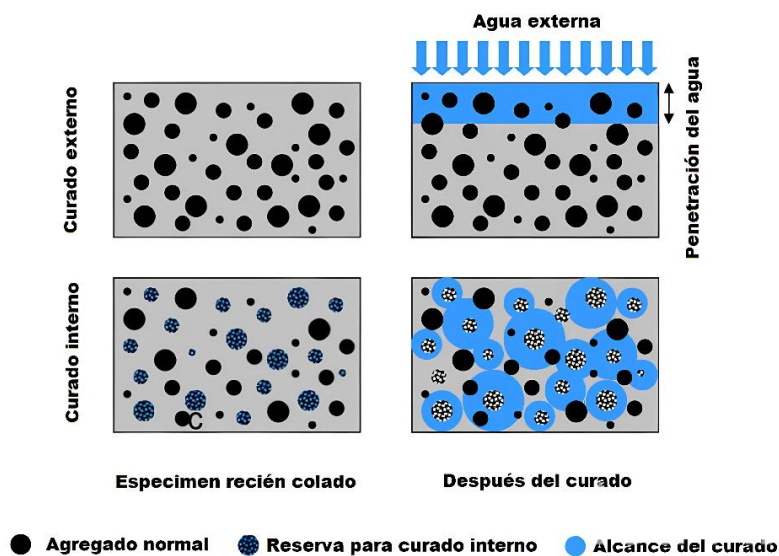
Curado interno del concreto

La gran parte de los concretos de elevada resistencia o elevado desempeño que poseen una baja relación agua a cemento (w/c) no contienen suficiente agua de mezcla para conservar los

poros capilares llenos de agua necesarios para sostener la humedad del cemento así también las reacciones de adiciones puzolánicas. Por tal motivo, usualmente se acepta que los métodos basados en la adición de agua (suministro de agua interno) son más efectivos para este tipo de concreto. [30]

Es preferible el curado interno con agua, porque el sellado interno no puede evitar el autocurado. El curado interno es otro concepto de concreto curado, que es diferente del curado aplicado externamente. Este término implica la adhesión a los materiales que componen el concreto un ingrediente nuevo, este cumple la función como agente de curado. Este nuevo material adicionado puede ser un agregado normal incluido en el proceso productivo de concreto en condiciones específicas (por ejemplo, en condición saturado de agua) o un componente con otras características (pidiendo ser , un aditivo o agregado especial). Existe una clasificación de 2 categorías para el curado interno, así como el curado externo: Curado de agua interno (a veces llamado "arrastre de agua"), cuando el depósito de agua del agente de curado, que libera agua gradualmente, y Sellado interno, cuando el agente de curado esté direccionado a retrasar o esquivar la reducción de agua del concreto que se está endureciendo. [17]

Ilustración 2: Comparación del método de curado externo e interno



Fuente: [31]

Exudación

Conceptualiza la aparición de una lámina de agua en la cara exterior del concreto al poco tiempo de ser colocado. se da cuando las partículas sólidas que conforman el concreto se asientan y el agua excedente en la mezcla sube. El sangrado puede considerarse natural y esto

no afectaría la calidad de un concreto que se halla vaciado y curado adecuadamente en tanto se tomen los cuidados. La exudación puede provocar superficies débiles debido al producto de los vacíos y bolsas de agua. [3]

Contracción por secado

La necesidad de tener concretos fluidos y con la finalidad de evitar cangrejeras y que la mezcla se escurra entre las varillas de refuerzo y el encofrado, se hace uso de altas relaciones agua-cemento. Aumentar la fracción agua- cemento incrementa considerablemente el agua de presente durante la mezcla la cual aflora a la superficie cuando el concreto inicia el fraguado, el agua después se evapora producto de la temperatura y el viento ocasionando una contracción en el concreto y este se agrieta. La presencia de estas grietas puede exponer el refuerzo al medio ambiente acrecentando la posibilidad de originarse la corrosión del acero. [32]

Consistencia

Es la renuencia que demuestra un concreto en estado de fluides a deformarse. Esta propiedad está influida por la porción de agua empleada en la mezcla y la granulometría de los áridos. Para determinar la consistencia de un concreto se realiza el ensayo de slump o revenimiento haciendo uso de un cono de Abrams. [33]

Poliacrilato de Sodio

El Poliacrilato de Sodio, a menudo conocido como bloqueo de agua, es una sal de Sodio que se obtiene del ácido Poliacrílico con la fórmula química $[\text{CH}_2\text{CH}(\text{CO}_2\text{Na})]$ que encuentra uso en una variedad de bienes de consumo. En agua, este polímero superabsorbente (SAP) puede absorber de 100 a 1000 veces su masa. Su naturaleza química lo enmarca como un polielectrolito aniónico teniendo en su cadena principal grupos carboxílicos que se encuentran cargados negativamente. Está conformado por moléculas de acrilato. Tiene Sodio, lo que ayuda en la absorción de elevadas cantidades de agua. Un polielectrolito aniónico, el Poliacrilato de Sodio también se conoce como Poliacrilato de Sodio. Debido a las interacciones iónicas entre las moléculas, crea una solución gruesa y transparente cuando se disuelve en agua. El Poliacrilato de Sodio es usado en muchas industrias como la fabricación de Pañales, jabones, gel para cabello, también es usado en la agricultura para mantener la humedad y para la protección de cables de la humedad. [34]

Ilustración 3: Poliacrilato de Sodio



Fuente: Propia

Normativa

Método ACI Comité 211 para diseño de mezcla del concreto

El instituto americano del concreto nos presenta un método mediante el cual podemos seleccionar proporciones de materiales para elaborar concreto de cemento hidráulico. El método utiliza agregados de densidad normal y alta, cemento portland, adiciones minerales y aditivos químicos. Se debe verificar las características en lotes de prueba en laboratorio y campo. [35]

Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global- NTP 400.012

Se establece utilizar tamices designados en la ASTM E-11 con los cuales se determina la forma en que se distribuye según la dimensión granular de los áridos. Permite determinar la gradación de agregados que serán usados y su cumplimiento con los estándares de que se exige en las especificaciones técnicas de obra. Para la realización del ensayo se toma una muestra significativa la cual será pesada y se le hará pasar por cada tamiz separando las partículas según sea su tamaño. Las partículas de cada tamiz posteriormente serán pesadas para determinar los porcentajes retenidos. [36]

Método de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado-NTP 339.185

Según la norma se estandariza un proceso para la obtención de la cantidad de agua evaporable presente en los áridos de forma interna y superficial. Con la humedad que se puede obtener de este ensayo se aplica una rectificación por humedad almacenada en los agregados durante el diseño de mezcla del concreto, por lo que su determinación es muy importante ya que representa un aporte de agua. Para su realización se toma una muestra la cual tendrá una masa según sea el tipo de agregado y se pondrá al horno a fin de obtener un material

completamente seco. Luego del proceso de evaporación se pesará las recipientes secadas al horno para luego aplicar la ecuación y expresar el resultado en porcentaje. [37]

Método de ensayo normalizado para determinar el peso unitario del agregado-NTP 400.017

Esta norma estandariza la manera de calcular el peso unitario de forma suelta y compactada así también se utiliza para determinar los vacíos en los agregados. La aplicación aceptada de la norma tiene un límite para áridos pétreos que poseen un tamaño máximo nominal el cual es 150 mm, la importancia para determinar esta característica de los áridos se basa en su uso en el diseño de mezcla el cual cuantifica las proporciones de materiales del concreto. [38]

Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso - NTP 400.021

Esta norma presenta la forma estándar para la cuantificación del peso específico del árido en estado seco, así como en estado saturado con la superficie exterior seca, así también el peso específico aparente y la capacidad de para absorber agua. Para la obtención de la absorción y el estado saturado con superficie seca el agregado grueso es saturado en agua durante 24 horas. Las cifras obtenidas en este procedimiento son importantes ya que se emplean en el proporcionamiento de los materiales para la producción de concreto. [39]

Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino - NTP 400.022

En sus instrucciones se presenta la forma estándar para la cuantificación del peso específico del agregado fino en fase seca y en fase saturada con superficie seca, así también el peso específico aparente y la capacidad de absorbente. Para la obtención de la absorción y el estado saturado con superficie seca el árido es saturado en agua durante al menos 24 horas. Las cifras que se obtengan en este ensayo son importantes para la realización del diseño de mezcla del concreto. [40]

Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams-NTP 339.035

Este instructivo nos brinda un procedimiento para poder establecer el revenimiento o asentamiento del concreto cuando este se encuentra en estado plástico. El método es válido para concretos que se diseñen con agregados de hasta 37.5 mm o 1.5 pulgadas. El procedimiento

consiste en moldear el concreto en el cono de Abrams mediante tres estratos compactados con una varilla para luego desmoldarlo y determinar la desigualdad de alturas entre la del concreto y la medida del cono. [41]

La norma detalla el siguiente procedimiento:

- Humedecer el cono (20 cm de base, 10cm de base superior y 30cm de altura) y varilla con superficie lisa además de una punta redondeada (16mm o 5/8")
- Colocar el cono sobre una base plana no deformable, no absorbente y húmeda.
- Vaciar concreto con un cucharón en tres capas con 1/3 del volumen total del cono.
- Utilizar la varilla lisa para compactar mediante 25 impactos en cada uno de los estratos, de manera espiral desde el borde hacia el centro.
- Levantar el cono en un intervalo de $\pm 5s$ a $\pm 2s$.
- Al instante medir con un flexómetro el asentamiento comparando la dimensión vertical del molde y la superficie superior del concreto.

Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)- NTP 339.046

La norma regulariza el método con el cual se estima el peso unitario del concreto en su estado de fluides, además de ello brinda fórmulas para calcular su rendimiento. Para la realización se dispone de una muestra de concreto el cual es depositado en un recipiente de medición para luego ser consolidado por vibración o por apisonado. Para finalizar el recipiente es enrasado y pesado. Ya con el dato de pesado del concreto y la capacidad volumétrica del contenedor se calcula el peso unitario. [42]

Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión- NTP 339.083

Esta norma establece el método con el cual podemos cuantificar el volumen de aire incluido dentro del concreto fresco a partir de su cambio volumétrico cuando la mezcla es sometida a una variación de la presión. El ensayo hace uso de dos tipos de medidores tipo A y B los cuales están basados en el principio de la ley de Boyle. [43]

Método de ensayo normalizados para exudación del concreto - NTP 339.077

Esta norma establece el método para medir el agua de la mezcla que es capaz de resumir a la superficie en una muestra de mezcla de concreto en fresco. El método tiene un par de

variaciones dependiendo del nivel de vibración al cual es supeditada la muestra. Las opciones que plantea el método es un consolidado por varillado y por vibración. Para el ensayo es necesario mantener la temperatura entre los 18°C y 24 °C, durante el tiempo que demora el ensayo conservar la muestra y aspirar el agua en espacios de 10 minutos en cuatro mediciones y luego pasar a intervalos de 30 minutos. [44]

Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto - NTP 339.184

Según detalla la norma esta dispone el conjunto de pasos con los cuales se mide la temperatura que presenta la mezcla de concreto en estado fresco, teniendo como restricción la aplicación para concretos con agregados de tamaño máximo nominal mayor de 3". El método es usado para la verificación de los requisitos especificados para el concreto en obra. El método precisa que el dispositivo de medición debe tener una exactitud de ± 0.5 °C y debe estar en contacto del concreto durante 5 minutos después de extraída la muestra. [45]

Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración- NTP 339.082

Esta norma define el proceso para precisar el fraguado del concreto el cual debe tener un slump mayor a 0. Para la ejecución del ensayo se hace uso del mortero del concreto el cual es el producto del tamizado por el tamiz N°4. El fraguado se delimita midiendo la resistencia del mortero a ser penetrado. El mortero será depositado en un recipiente para luego ser penetrado por agujas normalizadas cada cierto intervalo de tiempo, obteniéndose así una curva que relaciona la oposición del concreto a la penetración en un eje versus el periodo de tiempo transcurrido en el otro. [46]

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas - NTP 339.034

La presente referencia expone el método para determinar la resistencia que presentan testigos o probetas de forma cilíndricas a ser comprimidos y cuya masa unitaria debe ser mayor a los 800 kg/cm³. El ensayo sirve como base en el control de calidad de dosificaciones, mezclado, colado y así establecer los requerimientos mínimos, evaluar la acción de aditivos y empleos con características similares. Para obtener la resistencia las probetas, serán ensayadas en una máquina de compresión debiéndose tener como mínimo dos ensayos para promediar un resultado. [47]

Tabla 1: Tolerancias permisibles según la edad del testigo

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 ó 2.1 %
3 d	± 2 ó 2.8 %
7 d	± 6 ó 3.6 %
28 d	± 20 ó 3 %
90 d	± 48 ó 2.2 %

Fuente: [47]

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo- NTP 339.078

El método planteado en esta norma permite cuantificar la resistencia que presentan las vigas al ser expuestas a esfuerzos de flexión, estas vigas que se encuentran sobre apoyos simples con cargas aplicadas en el borde del tercio central de la luz. Para el cálculo del módulo de rotura se realiza de acuerdo al emplazamiento de la fractura la cual debe ubicarse en los límites del tercio central o con un apartamiento de longitud menor o igual al 5 % del espacio libre entre apoyos. [48]

ASTM C469 Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión.

Determina el procedimiento para cuantificar la correlación existente entre esfuerzo y deformación del concreto endurecido, el resultado fluctúa entre 0.00005 y 40% del valor último de resistencia admitida por el concreto. El cálculo se realiza con la fórmula siguiente:

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0.00005}$$

Donde se define las variables como : E_c = módulo de elasticidad, S_2 = esfuerzo al 40% del f'_c máximo, S_1 = esfuerzo al 0.00005% del f'_c máximo y la deformación unitaria en el esfuerzo S_2 . [49]

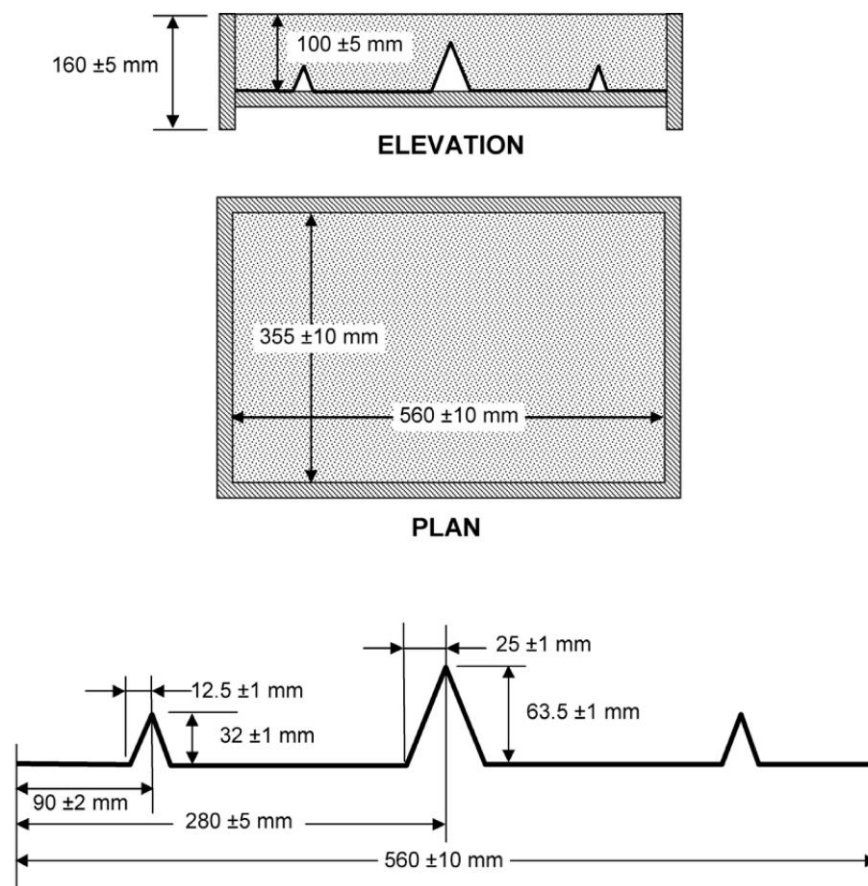
Profundidad de penetración de agua bajo presión - UNE-EN 12390-8

La utilidad del test planteado en esta norma se centra en cuantificar la longitud de penetración que puede alcanzar el agua a presión en el interior del concreto en estado sólido. La probeta deberá tener una dimensión en su diámetro mayor a 150 milímetros y con una edad mínima de 28 días. Después de las 72 horas en el aparato de ensayo las probetas serán divididas en partes iguales de forma perpendicular a la superficie de penetración del agua para así medir la profundidad máxima de penetración del agua. [50]

Método para evaluar el agrietamiento por contracción plástica del concreto-ASTM C1579

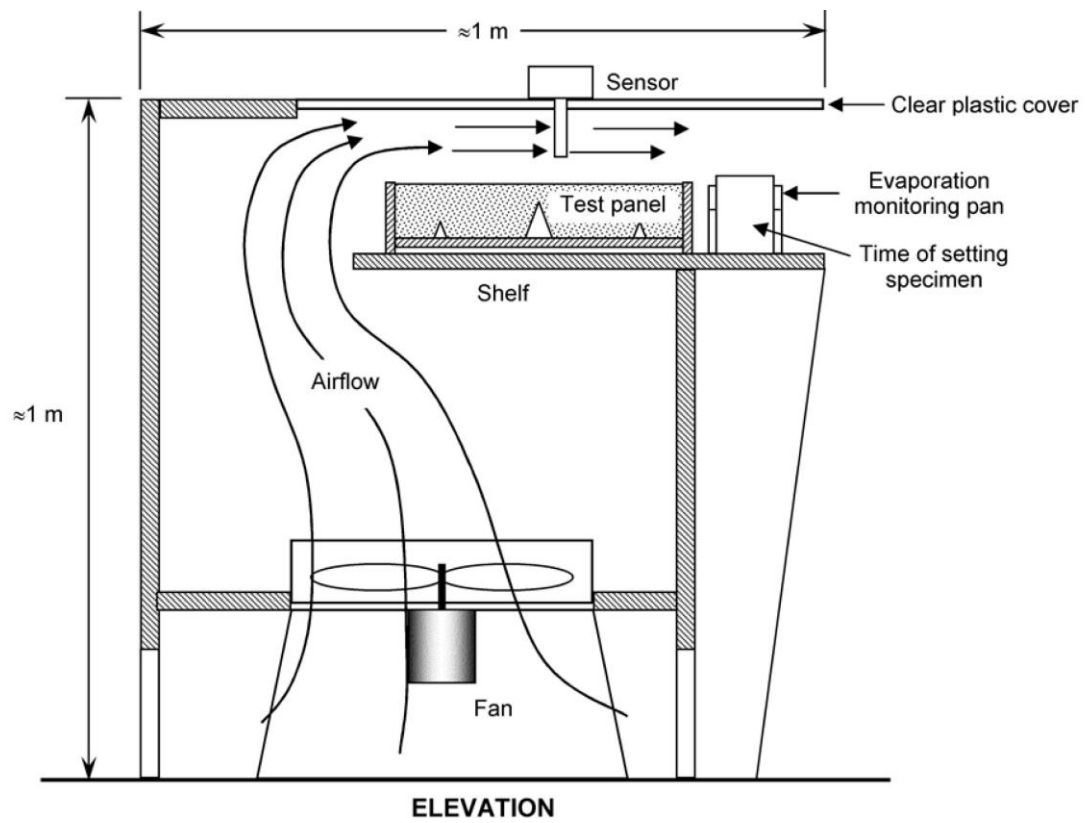
Esta norma permite mediante un ensayo comparar la formación de fisuras al exponer paneles de concreto en un entorno con condiciones de pérdida de humedad severas y restricciones en el encofrado. Con este método se intenta controlar variables atmosféricas y determinar el comportamiento del concreto fresco. Para el método se hará uso de una cámara y un ventilador que permita generar unas condiciones de flujo de aire uniforme. Se deberá tener en cuenta la medición de la temperatura dentro de la cámara, humedad y velocidad del aire fin de sostener las características climáticas. [51]

Ilustración 4: Medidas de moldes rectangulares para paneles usados en el ensayo de fisuración del concreto



Fuente: [51]

Ilustración 5: Cámara ambiental con ventilador



Fuente: [51]

Materiales y métodos

Método de investigación

Esta investigación tiene una orientación cuantitativa ya que se recogieron valores producto de los diversos ensayos de laboratorio ejecutados con el fin de evidenciar la validez o no de la hipótesis planteada.

Tipo de investigación

El enmarcamiento del tipo de investigación del presente trabajo se encuentra dentro de los límites del tipo experimental, puesto que para su ejecución se ejecutaron ensayos a las diferentes tipos de mezclas de concreto con la variable independiente cuando estas se mantenían en estado de fresco y también en una fase endurecida, cuyos resultados se registraron para poder realizar un análisis de la validez de la hipótesis.

La investigación es también de carácter tecnológica ya que plantea el uso de un nuevo método de curado.

Nivel de investigación

En cuanto al nivel de la presente investigación esta se sitúa como un trabajo aplicativo en virtud de que se ejecutarán los diseños con la variable independiente y se evaluarán los resultados que se obtienen en las variables dependientes.

Hipótesis

“Utilizar Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno es viable y mejora las características técnicas del concreto”

Diseño de la investigación

Se contemplo para esta investigación que la población se constituirá de dos grupos diferenciados de la ampliación o no de la variable independiente, siendo un grupo de control sin su aplicación y otro experimental con su inclusión en diversos porcentajes. El incentivo al que será sometido el grupo experimental en este caso es el agente de curado interno y a consecuencia de los valores recabados en los ensayos se concluirá la aceptabilidad de la hipótesis.

Diseño de la investigación:

RG1 → X1 → 01

RG1 → X1 → 01

RG3 → X3 → 01

RG4 → X4 → 01

RG5 → - → 01

X1: Administrar Poliacrilato de Sodio al 0.05% referente del peso del cemento.

X2: Administrar de Poliacrilato Sodio al 0.1% referente del peso del cemento.

X3: Administrar de Poliacrilato Sodio al 0.15% referente del peso del cemento.

X4: Administrar de Poliacrilato Sodio al 0.3% referente del peso del cemento.

-: Dosificación nula en los marcadores de variable independiente (Poliacrilato de Sodio) en la población del grupo control.

Operacionalización de variables

La variable independiente en esta investigación es el Poliacrilato de Sodio. En este caso las propiedades físicas y mecánicas del concreto a analizar en los ensayos se computan como las variables dependientes de la investigación.

Tabla 2: Tabla de operacionalización de variables de la investigación

Tipo	Descripción	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Índice
Independiente	Poliacrilato de Sodio	Propiedad física	Peso	Balanza, Probetas	Kg
Dependiente	Comportamiento del concreto	Ensayos en estado fresco	Asentamiento (slump)	NTP 339.035	Pulgadas
			Peso unitario	NTP 339.046	Kg/m3
			Contenido de aire	NTP 339.083	%
			Exudación	NTP 339.077	%
			Temperatura de la mezcla	NTP 339.184	°C
			Tiempo de fraguado	NTP 339.082	h
		Ensayos en estado endurecido	Resistencia a la compresión	NTP 339.034	Kg/cm2
			Resistencia a la flexión	NTP 339.078	Kg/cm2
			Módulo de elasticidad	ASTM C469	Kg/cm2
			Permeabilidad	UNE-EN 12390-8	mm
			Método para evaluar el agrietamiento por contracción plástica	ASTM C1579	mm
Costo de producción	Costo x m3	Análisis del costo x m3 de concreto	ACU	SOL (S/)	
Interviniente	Propiedades de agregados	Propiedades físicas	Granulometría de los agregados	NTP 400.012	%
			Contenido de humedad	NTP 339.185	%
			Peso unitario	NTP 400.017	kg/cm3
			Peso específico y absorción	NTP 400.021 y NTP 400.022	kg/cm3; %
	Diseño de mezcla	Cantidad de materiales	Agregado grueso	Balanza digital	kg/m3
			Agregado fino	Balanza digital	kg/m3
			Cemento	Balanza digital	kg/m3
			Agua	Probeta graduada	Lts
	Cemento	Cantidad de materiales	Tipo de Cemento	NTP 334.082 y NTP 334.090	Tipo

Fuente: Propia

Población y muestra

Se estableció que población estará constituida por concreto diseñado para una resistencia a la compresión $f'c=245$ kg/cm² en la cual se dosificaría porcentajes Poliacrilato de Sodio de 0% para el grupo de control y 0.05%, 0.1%; 0.15% y 0.3% para la población que conforma el grupo experimental.

La muestra total será por conveniencia y estará constituida por muestras de concreto fresco y probetas de concreto sólido. Cada porcentaje de Poliacrilato de Sodio contará con 24 entre testigos y muestras de mezcla fluida. El muestreo tendrá un método no aleatorio, la muestra será iguala la población y no existirá muestreo probabilístico.

Ensayo de SLUMP:

También conocido generalmente en obra como ensayo de asentamiento, otro nombre que se le ha dado es el de revenimiento, su uso permite conocer cómo se comporta el concreto fresco y su grado de consistencia. La consistencia que está conceptualizada como el nivel resistente para fluir que expone un volumen de concreto buscando una contribución adecuada en la aplicación y moldeo en una obra. La cantidad de muestras se estableció en 1 por cada tipo de mezcla, contando un total de cinco.

Tabla 3: Muestra del ensayo de slump

Tipo de mezcla	Muestra	Total
Diseño patrón	1	1
Diseño con 0.05% PS	1	1
Diseño con 0.1% PS	1	1
Diseño con 0.15% PS	1	1
Diseño con 0.3% PS	1	1
Total=		5

Fuente: Propia

Ensayo de peso unitario

A partir de los resultados de este ensayo el cual proporciona un valor de peso por unidad de volumen se puede tener una idea del peso unitario del concreto cuando esta fresco y así también celular un rendimiento de la mezcla de diseño. El número de muestras se estableció de una para cada tipo de mezcla, contando un total de cinco.

Tabla 4: Muestra para ensayo de peso unitario del concreto fresco

Tipo de mezcla	Muestra	Total
Diseño patrón	1	1
Diseño con 0.05% PS	1	1
Diseño con 0.1% PS	1	1
Diseño con 0.15% PS	1	1
Diseño con 0.3% PS	1	1
Total=		5

Fuente: Propia

Ensayo de contenido de aire

Al utilizar este ensayo podemos cuantificar el aire que contiene la mezcla de concreto usando un método de presión. Contenidos elevados de aire producto de un batido rápido genera la formación de burbujas en la mezcla, requiriendo una evaluación indispensable de esta variable en las mezclas de concreto, ya que hay una probabilidad de que resulten volúmenes elevados de poros, por ende, una reducción en las propiedades del concreto. Como muestras de este ensayo se estableció la cuantía de una por cada mezcla, contando un total de cinco.

Tabla 5: Muestra para ensayo de contenido de aire en el concreto

Tipo de mezcla	Muestra	Total
Diseño patrón	1	1
Diseño con 0.05% PS	1	1
Diseño con 0.1% PS	1	1
Diseño con 0.15% PS	1	1
Diseño con 0.3% PS	1	1
Total=		5

Fuente: Propia

Ensayo de exudación:

El proceso de la exudación es producto de que las partículas sólidas se asientan y en consecuencia genera que el agua suba hacia la superficie, por ello, que si no existe un adecuado control de este fenómeno se logran conseguir fracciones A/C excesivas en la porción superior de los elementos, ocasionando una capa deficiente y con vacíos teniendo como consecuencia necesaria la evaluación de la incidencia. La cantidad de muestras se estableció en una por cada tipo de mezcla, contando un total de cinco.

Tabla 6: Muestra para de ensayo de exudación del concreto

Tipo de mezcla	Probetas	Total
Diseño patrón	1	1
Diseño con 0.05% PS	1	1
Diseño con 0.1% PS	1	1
Diseño con 0.15% PS	1	1
Diseño con 0.3% PS	1	1
Total=		5

Fuente: Propia

Ensayo de temperatura

La temperatura es una característica importante en influencia sobre la calidad, así como en el tiempo que tarda en fraguar y su capacidad de resistencia del concreto. En el concreto si no existe un control, conocer su comportamiento es muy engorroso, si no imposible. Las mezclas que tengan una temperatura elevada posiblemente resultaran datos de resistencia elevados en edades prematuras y por debajo de lo esperado a edades tardías. El número de muestras se estableció en una por cada tipo de mezcla, contando un total de cinco.

Tabla 7: Muestra de temperatura del concreto

Tipo de mezcla	Muestra	Total
Diseño patrón	1	1
Diseño con 0.05% PS	1	1
Diseño con 0.1% PS	1	1
Diseño con 0.15% PS	1	1
Diseño con 0.3% PS	1	1
Total=		5

Fuente: Propia

Ensayo de tiempo de fraguado

Este ensayo consiste en determinar el periodo transcurrido para el proceso de solidificación del concreto el cual es consecuencia de los cambios químicos que ocasiona el agua al contactar con el material cementante, lo que en palabras cortas quiere decir tiempo que demora en fraguar y pasar de un estado de fluides a sólido. Se busca que con las características que posee el Poliacrilato de Sodio frente al agua este proceso resulte ventajoso disminuyendo los periodos del fraguado al inicio ante un concreto convencional por ende que es ineludible la realización

de dicho ensayo. La cantidad de muestras se estableció en una por cada tipo de mezcla, contando un total de cinco.

Tabla 8: *Ensayo de tiempo de fraguado*

Tipo de mezcla	Probetas	Total
Diseño patrón	1	1
Diseño con 0.05% PS	1	1
Diseño con 0.1% PS	1	1
Diseño con 0.15% PS	1	1
Diseño con 0.3% PS	1	1
Total=		5

Fuente: *Propia*

Ensayo de resistencia a la compresión

Es la característica mecánica con mayor significancia del concreto, la cual define las propiedades intrínsecas del concreto, es por ello la importancia de la realización de este ensayo, ya que lo que se busca con la incorporación del polímero que está siendo estudiado, la resistencia a compresión suba o permanezca constante, originando de esta forma mayor ventaja y resultando eficaz para el fin de esta adicción. La cantidad de muestras se estableció en dos por cada edad a investigar y por cada una de las mezclas, contando un total de cuarenta.

Tabla 9: *Muestra para determinar resistencia del concreto a la compresión*

Tipo de mezcla	Edad de las probetas				Total
	7	14	28	56	
Diseño patrón	2	2	2	2	8
Diseño con 0.05% PS	2	2	2	2	8
Diseño con 0.1% PS	2	2	2	2	8
Diseño con 0.15% PS	2	2	2	2	8
Diseño con 0.3% PS	2	2	2	2	8
Total=					40

Fuente: *Propia*

Ensayo de resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es otro factor importante en relación con las cualidades mecánicas que posee el concreto endurecido; analizar los datos de un ensayo de flexión ayuda en el análisis del comportamiento que puede presentar en un proceso esfuerzo-deformación y la oposición a fletarse del material. La cantidad de muestras se estableció en dos por cada tipo de mezcla, contando un total de diez.

Tabla 10: Muestra de vigas a ensayar para determinar la resistencia a la flexión

Tipo de mezcla	Vigas a 28 días	Total
Diseño patrón	2	2
Diseño con 0.05% PS	2	2
Diseño con 0.1% PS	2	2
Diseño con 0.15% PS	2	2
Diseño con 0.3% PS	2	2
		10

Fuente: Propia

Ensayo de módulo de elasticidad

Como resultado de ejecutar este ensayo se logra calcular la fracción existente entre un esfuerzo aplicado y deformación apreciada en el concreto el cual se sitúa entre el 0.00005 y el 40% de la resistencia última, que es justamente la sección de la curva donde se idealiza que el concreto se comporta de manera elástica. Está estrechamente relacionado con la resistencia, la calidad de los materiales y de las diferentes fases existentes en la matriz del concreto: la pasta, agregados y la interfase de agregado de pasta. La cantidad de muestras se estableció en tres por cada tipo de mezcla, contando un total de quince.

Tabla 11: Muestra de ensayo de módulo de elasticidad

Tipo de mezcla	Probetas a 28 días	Total
Diseño patrón	3	3
Diseño con 0.05% PS	3	3
Diseño con 0.1% PS	3	3
Diseño con 0.15% PS	3	3
Diseño con 0.3% PS	3	3
		15

Fuente: Propia

Ensayo de fisuración de contracción por secado

Muchas las fisuras en el concreto se dan en consecuencia a procedimientos de edificación de poca calidad, como por ejemplo un incorrecto o ineficaz curado del concreto. Producir un curado forma interna en el concreto cuando se hace uso del Poliacrilato de Sodio, las fisuras en el concreto deberían de ser nulas o al menos mostrar una reducción, en consecuencia, es imperioso llevar a cabo dicho ensayo. La cuantía de muestras se estableció en dos por cada tipo de mezcla, contando un total de diez.

Tabla 12: Muestra para ensayo de fisuración de contracción por secado

Tipo de mezcla	Muestras	Total
Diseño patrón	2	2
Diseño con 0.05% PS	2	2
Diseño con 0.1% PS	2	2
Diseño con 0.15% PS	2	2
Diseño con 0.3% PS	2	2
		10

Fuente: Propia

Ensayo de permeabilidad de agua a presión

El concreto posee una naturaleza porosa por ende se requiere mantener un nivel de permeabilidad escueto, ya que una de las características afectadas es la durabilidad del concreto y esto a su vez interfiere en el periodo de utilidad en las construcciones ya que supone una elevada posibilidad de que ingresen sustancias dañinas dentro del concreto; el rango de permeabilidad crece o decrece influenciado por causas como el nivel de hidratación del cemento, la idoneidad del curado y su prolongación en el tiempo. El agente curado en este caso el Poliacrilato actuara directamente debido a que se aprovecharan sus cualidades para reducir el grado de porosidad del concreto, tras lo mencionado líneas arriba concluimos que la ejecución del ensayo es necesaria. La cantidad de muestras se estableció en tres por cada tipo de mezcla, contando un total de quince.

Tabla 13: Muestra de ensayo de permeabilidad de agua a presión

Tipo de mezcla	Probetas a 28 días	Total
Diseño patrón	3	3
Diseño con 0.05% PS	3	3
Diseño con 0.1% PS	3	3
Diseño con 0.15% PS	3	3
Diseño con 0.3% PS	3	3
		15

Fuente: Propia

Técnica e instrumentos de recolección de datos

Se hizo uso de técnicas que permitieron obtener datos, las técnicas que se ocuparon en la investigación se conforman de los ensayos que permitieron cuantificar las propiedades de los agregados y del concreto ya sea solido o en estado fresco.

- Granulometría de los agregados - NTP 400.012

- Contenido de humedad- NTP 339.185
- Peso Unitario - NTP 400.018
- Peso específico y absorción- NTP 400.021 y NTP 400.022
- Revenimiento (slump) - NTP 339.035
- Peso unitario- NTP 339.046
- Contenido de aire - NTP 339.083
- Exudación - NTP 339.077
- Temperatura de la mezcla - NTP 339.184
- Tiempo de fraguado - NTP 339.082
- Resistencia a la compresión - NTP 339.034
- Resistencia a flexión - NTP 339.078
- Módulo de elasticidad – ASTM C 469 -94
- Permeabilidad - UNE-EN 12390-8
- Método para evaluar el agrietamiento por contracción plástica- ASTM C1579

Los instrumentos que se utilizarán son:

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| • Normativas | • Wincha |
| • Fichas y formularios | • Olla de washintong |
| • Usos granulométricos y tamices | • Probetas |
| • Cono de Abraham | • Moldes |
| • Mazo de goma | • Horno |
| • Varilla | |

Tabla 14: Matriz de consistencia

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:								
Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto f'c=245 kg/cm2, utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo								
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Descripción	Dimensiones	Indicador	Metodología	
¿Es técnica y económicamente viable el uso de poliacrilato de sodio en el concreto como agente de curado interno?	Objetivo general: Comparar la influencia del uso de poliacrilato de sodio como agente de curado interno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de f'c=245 kg/cm2 respecto a un curado convencional.	"Utilizar Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno es viable y mejora las características mecánicas del concreto"	Independiente	Poliacrilato de Sodio	Propiedad Física	Peso	Tipo de investigación: experimental Diseño de la investigación: RG1 → X1 → 01 RG1 → X1 → 01 RG3 → X3 → 01 RG4 → X4 → 01 RG5 → - → 01	
						Asentamiento (Slump)		
						Peso unitario		
						Contenido de aire		
						Exudación		
						Temperatura		
	Dependiente		Comportamiento del concreto	Ensayos en estado fresco	Tiempo de Fraguado			
					Resistencia a la Compresión			
					Resistencia a la flexión			
					Módulo de elasticidad			
					Permeabilidad			
					Método para evaluar el agrietamiento de contracción plástica			
	Independiente		Propiedades de los agregados	Propiedades físicas	Costo de producción	Costo por m3	Análisis del costo x m3	X1: Dosificación de Poliacrilato de Sodio al 0.05% del peso del cemento X2: Dosificación de Poliacrilato Sodio al 0.1% del peso del cemento X3: Dosificación de Poliacrilato Sodio al 0.15% del peso del cemento X4: Dosificación de Poliacrilato Sodio al 0.3% del peso del cemento - : Nivel cero en los indicadores de variable independiente (Poliacrilato de Sodio) para el grupo control Población y muestra: coincidentes Muestreo: en total 5 ensayos de asentamiento, 5 de tiempo de fraguado, 5 de contenido de aire, 5 de temperatura, 5 de peso específico, 5 de exudación. 40 de resistencia a la compresión, 10 de resistencia a la flexión, 15 de módulo de elasticidad, 10 de agrietamiento por contracción plástica, 15 de permeabilidad de agua.
					Diseño de mezcla	Cantidad de materiales	Granulometría de los agregados	
							Contenido de humedad	
Peso Unitario								
Cemento	Características	Tipo de cemento	Pesos específico y absorción					
			Agregado Grueso					
			Agregado Fino					
			Cemento					
			Agua					

Fuente: Propia

Procedimiento de ensayos

El procedimiento de cada uno de los ensayos se detalla a continuación y se realizaron en función a la normativa correspondientes:

Procedimiento del ensayo de granulometría de agregados

Como agregado grueso se hizo uso del agregado que proviene de la cantera denominada Pacherras, como agregado fino se empleó agregado de la cantera de La Victoria ubicada en el distrito de Pátapo.

Antes de proceder con los ensayos de agregados se realizó un cuarteo esto a fin de trabajar con una muestra que sea representativa y los datos sean los más acertados.

Ilustración 6: Procedimiento de cuarteo de agregados



Fuente: Propia

La normativa de Perú tiene para el análisis de agregados NTP.400.012. La norma nos permite conocer la gradación del agregado a utilizar.

El procedimiento normado establece que el agregado debe estar seco al horno y poseer una masa de 300 gramos como mínimo para poder ser una muestra representativa. Para cumplir con el procedimiento se hizo uso de una muestra de 1 kg. Para la granulometría del agregado la norma específica una muestra cuya masa debe ser mayor a 5 kg, debiendo pasar un secado al horno para luego ser tamizada.

Ilustración 7: Muestra de agregado fino y grueso



Fuente: Propia

Las muestras fueron pesadas al salir del horno para luego realizar el tamizado. Para el tamizado de la arena u agregado fino se empleó una serie de tamices que están normados: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100, en cambio la piedra chancada que es el agregado grueso se analiza su gradación empleando los tamices normados de : 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8 y N° 16, obviándose los tamices de 2", 1 1/2" ya que la piedra chancada tiene un más grande de las partículas del agregado grueso es de 3/4" siendo este su comúnmente denominado tamaño máximo nominal.

Ilustración 8: Tamices para granulometría de agregado fino (arena) y grueso (piedra chancada)



Fuente: Propia

La acción de tamizado ocurrió de forma manual. Se colocó los agregados de tal forma que no superen la capacidad de cada tamiz, evitar la pérdida de masa y que la cantidad no dificulte el paso del agregado a través de los tamices.

Al finalizar el tamizado se procede a obtener el peso del agregado retenido en cada uno de los tamices para así poder cuantificar los porcentajes acumulados retenidos y los porcentajes acumulados que pasan. Fue necesario pesar los depósitos para luego obtener el peso solo del agregado que contiene.

Ilustración 9: Tamices para granulometría de agregado fino (arena) y grueso (piedra chancada)



Fuente: Propia

Ilustración 10: Pesos retenidos de agregado fino en cada tamiz



Fuente: Propia

La función gráfica que representa la granulometría del agregado fino se realizó a partir del porcentaje acumulado que pasa, esta debe estar dentro de los límites que establece la NTP 400.037. Si los límites establecidos no son trasgredidos por la forma de la curva granulométrica se puede concluir que tiene una gradación adecuada para su uso en la producción de concreto.

Procedimiento del ensayo contenido de humedad

El ensayo con el cual se cuantificó el contenido de humedad se desarrolló según lo establecido en la NTP 339.185, en la cual se detalla el criterio con el cual se debe dictaminar de la porción de muestra de acuerdo con el tamaño máximo nominal que tiene configurado el agregado. Para la práctica del ensayo de la arena gruesa se tomó una muestra con masa de 1 kg cumpliendo con lo descrito en la normativa siendo 0.3kg el límite para agregado fino.

En el caso de la piedra chancada se hizo uso de una porción de 5kg a fin de ejecutar el ensayo siendo 3kg lo mínimo a emplear para cuantificar la humedad en agregados gruesos según la norma. A fin de secar los agregados se empleó un horno en el cual los áridos son expuestos a $110^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ de temperatura de en el transcurso del tiempo de 24 horas para luego ser pesadas. La resta entre la masa original y la masa seca al horno es la humedad del agregado.

Ilustración 11: Muestras de agregados pesadas para ingresar al horno



Fuente: Propia

Procedimiento del ensayo peso unitario suelto y compactado

Los lineamientos para este ensayo y seguidos en la ejecución se detallan en la NTP 400.017.

Con el propósito de cuantificar su peso suelto por unidad de volumen se dejó caer a los agregados en un recipiente desde una altura inferior a 2 pulgadas sobre el borde del recipiente. Como paso siguiente se enraso y determino su peso que fraccionado entre el valor volumétrico del recipiente nos da como resultado el peso suelto.

Con el propósito de establecer el peso compactado siguieron los mismos actos, pero dividido en tres capas y adicionando el varillado de 25 veces en cada capa. Se realizo el procedimiento tres veces con el fin de obtener un promedio.

***Ilustración 12:** Instrumentos para ensayos de peso suelto y compactado*



***Fuente:** Propia*

***Ilustración 13:** Peso suelto del agregado fino*



***Fuente:** Propia*

Procedimiento del ensayo peso específico y absorción

Se alineo los pasos realizados en concordancia con la norma NTP 400.021 ya que es la que estandariza el método para determinar la absorción y peso específico que presentan los agregados.

Para llevar a cabo el procedimiento el agregado grueso fue lavado y tamizado por la maya del tamiz N° 4 con el objetivo de descartar las impurezas, como paso seguido la muestra fue saturada dentro de agua en el periodo de 24 horas. Con el agregado ya saturado se secó al tacto, se divide en dos muestras con la finalidad de tener un resultado promedio y luego se pesó las muestras dentro y fuera del agua.

Como paso final y con el fin de determinar la absorción las muestras son introducidas al horno.

Ilustración 14: Agregado grueso saturado y superficialmente seco



Fuente: Propia

Ilustración 15: Pesaje del agregado estando sumergido



Fuente: Propia

Ilustración 16: Secado de muestra al horno



Fuente: Propia

Para con el arena esta se colocó en agua de la misma manera y por 24 horas por consiguiente se secó al aire de forma que se encuentre con la superficie seca.

La comprobación del estado superficialmente seco se dio mediante el cono de absorción. Se deja caer la muestra en tres estratos o capas suministrando 25 golpes del pilón en cada una de ellas. Se realizo el procedimiento hasta obtener $\frac{3}{4}$ partes.

Se toma 500 gramos que serán colocados en una fiola con agua y se agito para eliminar el aire. Después los dos contenidos son llevados al horno en el cual el agua se evaporará dejando ver solo el peso seco en la balanza y así calcular el peso específico y la capacidad absorbente.

Ilustración 17: Prueba de humedad superficial mediante ensayo de cono de absorción



Fuente: Propia

Ilustración 18: Pesado de fiolas con agregado fino y agua



Fuente: Propia

Procedimiento para la realización del ensayo de asentamiento del concreto

La norma que guio los pasos dados para concretar el ensayo es la NTP 339.035.

Este ensayo cuantifica la cohesión que mantiene el concreto en su estado fresco y nos otorga una referencia de cuan trabajable es la mezcla. Se utilizo un cono de Abrahans que sirve de

molde, una varilla metálica lisa con extremo redondeado con la cual se golpeó 25 veces cada una de las tres capas que llenaron el cono y una plancha metálica donde se apoya el cono.

Una vez realizado el mezclado se procede inmediatamente a realizar el ensayo en un tiempo menor a 2:30 minutos. Antes de iniciar los instrumentos son humedecidos con el fin de no quitar humedad al concreto.

Ilustración 19: Medición de slump o asentamiento en el concreto.



Fuente: Propia

Procedimiento para ensayo de peso unitario del concreto

Las etapas del ensayo se enfilan al enunciado de la norma NTP 339.046. El concreto es colocado en la olla de Washington en tres capas que fueron compactadas a partir de conceder un total de 25 golpes con la varilla y se suministró con el martillo de goma otros 15 en cada estrato. Posteriormente al compactado de la última capa se enrasó y se pesó. La obtención del peso unitario por cada unidad volumétrica es producto de la relación del peso de la muestra sobre la capacidad volumétrica del contenedor.

Ilustración 20: Pesado del concreto en estado fresco



Fuente: Propia

Procedimiento para ensayo de medición del contenido de aire atrapado

Para el ensayo de contenido de aire se hace uso del procedimiento establecido en la NTP 339.080.

El concreto de cada una de las mezclas en estado fresco fue colocado en la olla de Washington en tres estratos compactados suministrando individualmente golpes con la varilla 25 veces y 15 veces con golpes del martillo de goma. Una vez compactada la última capa se enraso y se limpió los bordes con el fin de que el sellado de la tapa sea hermético. Una vez tapado y asegurado los anclajes de la tapa se introduce agua hasta obtener agua clara saliendo por el orificio de la tapa, posterior a ello se cierran las válvulas y se bombea. Para obtener el contenido de aire se libera la presión, se dio unos golpes al manómetro y se procedió a tomar la lectura.

***Ilustración 21:** Determinación del contenido de aire mediante el empleo de la olla de Washington*



Fuente: Propia

Procedimiento para la realización del ensayo de exudación

La metodología que se siguió para la realización del ensayo fue la que determina la NTP 339.077.

La norma establece dos métodos de compactación de la muestra, en este caso utilizamos el método de compactación por varillado. Para evitar la evaporación del agua la muestra fue tapada y se colocó en un lugar nivelado sin ningún tipo de vibración. Para realizar la extracción del agua exudada la muestra fue inclinada y se realizó extracciones de agua durante los primeros 40 minutos en intervalos de 10 y después se procedió a extraer el agua exudada en intervalos de 30 minutos.

Ilustración 22: Agua de exudación del concreto fresco



Fuente: Propia

Ilustración 23: Adsorción de agua de exudación



Fuente: Propia

Procedimiento para ensayo control de temperatura del concreto fresco

El conjunto de pasos ejecutados para concretar el ensayo se enumera dentro de la norma NTP 339.184. Con el concreto ya mezclado se realizó el vaciado el concreto sobre una carretilla. El termómetro con una exactitud de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ se humedeció antes de ser introducido en el concreto en una profundidad de 3'' durante el tiempo de 5 minutos, la lectura se realizó antes de extraer el termómetro.

Ilustración 24: Medición de la temperatura de la mezcla del concreto en estado fresco



Fuente: Propia

Procedimiento para ensayo de tiempo de fraguado del concreto

Los lineamientos del ensayo están determinados en la NTP 339.082.

Una vez realizado el mezclado del concreto la se procedió a realizar el tamizado con el tamiz N°4 con el fin de separar la piedra de la pasta. El llenado del recipiente se hizo hasta alcanzar una diferencia de niveles de una pulgada entre el borde del recipiente y la superficie de la mezcla. El tamizado se efectuó durante un tiempo menor a 15 minutos.

Las muestras fueron tapadas con una tela húmeda con la finalidad de evitar la evaporación por temperatura. La penetración por las agujas se ejecutó de forma que exista una separación

de una pulgada entre las áreas de penetración. Antes de realizar la penetración se realizó una extracción del agua de exudación. La lectura de la carga aplicada se mide mediante un sensor el cual mide la fuerza utilizada para penetrar el concreto 1" y se muestra en el tablero.

Se tiene como punto inicial de fraguado los 500 psi y 4000 psi como punto de frontera del fraguado final.

Ilustración 25: Tamizado del concreto fresco con malla N°4



Fuente: Propia

Ilustración 26: Absorción del agua de exudación



Fuente: Propia

Ilustración 27: Agujas de penetración normalizadas



Fuente: Propia

Ilustración 28: Concreto en el penetrómetro



Fuente: Propia

Procedimiento para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto

La metodología para llevar a la realización el ensayo esta detallada en la NTP 339.034.

El diámetro de las probetas a testear es de 6” y una altura de 12” de acuerdo los lineamientos de la NTP 339.033: “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo”, la cual plantea un llenado de tres capas con una compactación de 25 golpes de varilla y 15 del martillo de goma en cada capa.

Una vez llenadas los moldes se enraso y se dejó que el concreto fraguara. Al día siguiente se procedió a realizar el desencofrado.

Parala fase de curado se utilizó la forma convencional de sumergir en agua los testigos de concreto patrón y un curado al aire para las probetas con adición de Poliacrilato. Las probetas se han medido en altura y diámetro con un micrómetro a fin de tener un dato exacto de la superficie de aplicación de carga. Se hizo uso de neoprenos y después se pasó a ensayar la probeta en la prensa aplicando carga. El ritmo de entrega de la carga osciló en 0.25 ± 0.05 Mpa/s.

Ene ensayo de las probetas se estableció a en edades de 17,14,28 y 56 días.

Ilustración 29: Moldeo de probetas



Fuente: Propia

Ilustración 31: Fase de curado del concreto patrón



Fuente: Propia

Ilustración 30: Desmolde de probetas y vigas



Fuente: Propia

Ilustración 32: Ensayo de las probetas



Fuente: Propia

Procedimiento para ensayo de flexión del concreto

Los procedimientos realizados para llevar cabo el ensayo está detallados en la norma NTP 339.078.

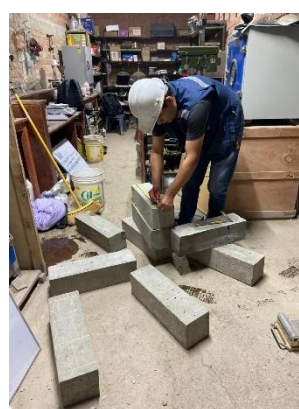
La obtención de las vigas se efectuó en línea con lo establecido según norma NTP 339.033 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Las vigas del concreto patrón recibieron un curado en agua mientras que las que tienen adición de Poliacrilato de Sodio tuvieron curado al aire.

Ilustración 33: Moldeo de vigas



Fuente: Propia

Ilustración 34: Marcado de puntos de aplicación de carga



Fuente: Propia

Ilustración 35: Ensayo de vigas



Fuente: Propia

Las vigas fueron ensayadas a los 28 días de edad, para estos se obtuvo las medidas de cada uno de los especímenes y se marcó la posición donde se ubicó la carga. El módulo de rotura se calculó a partir del punto de falla.

Procedimiento para ensayo de Módulo de elasticidad

El procedimiento se realizó siguiendo lo que demarca la ASTM C469. La obtención de los testigos de concreto se materializó de acuerdo a la NTP 339.033. Se usó probetas de concreto cilíndricas de 6" de espesor y 12" de altura con 28 días de edad. El concreto patrón se aplicó un curado convencional sumergido en agua a diferencia de las probetas de concreto con Poliacrilato de Sodio las cuales se mantuvieron al aire. Se colocó dos anillos a las probetas que sujetan el compresómetro mediante el cual se mide la deformación axial del concreto. Para calcular el módulo de elasticidad se hace uso del esfuerzo y deformación a los 50 millonésimas de la deformación y al 40% de la resistencia última, se forma una relación entre las restas del esfuerzo y deformación de los dos puntos que viene a ser la tangente de la curva de esfuerzo deformación en su sección elástica.

Ilustración 36: Colocación de anillos y compresómetro



Fuente: Propia

Ilustración 37: Ensayo de probeta



Fuente: Propia

Procedimiento para ensayo de permeabilidad del concreto

Los lineamientos de este ensayo están establecidos en la norma española UNE 12390-8.

La norma establece que se ensaya probetas con una edad mayor a 28 días. La cara expuesta al agua a presión fue cepillada y pulida con el fin de eliminar las capas de partículas sueltas.

Se preparó la máquina de ensayo llenando los tanques de agua y eliminando el aire atrapado en los conductos. Las probetas fueron colocadas en la máquina de ensayo y se aplicó una presión de 500 ± 50 KPa a lo largo de 72 ± 2 horas. Para determinar el grado de penetración del agua las probetas fueron secadas superficialmente una vez extraídas de la máquina de ensayo y llevadas a la máquina de compresión donde se les realizó el ensayo de compresión diametral con el fin de partir longitudinalmente la probeta en dos partes de forma perpendicular a la superficie expuesta a agua. Una vez ensayadas a compresión diametral se mide la penetración del agua

con un vernier, las dos mitades de cada probeta se marcan según la humedad presentada y así obtener un promedio de las tres probetas.

Ilustración 38: Pulido de probeta



Fuente: Propia

Ilustración 40: Presión del agua en máquina de ensayo



Fuente: Propia

Ilustración 39: Emplazamiento de probetas en la máquina de ensayo



Fuente: Propia

Ilustración 41: Ensayo diametral de probeta



Fuente: Propia

Ilustración 42: Medición de la penetración del agua



Fuente: Propia

Procedimiento para ensayo de fisuración del concreto

Los lineamientos seguidos durante la ejecución del ensayo están detallados en la ASTM C 1579. La norma plantea el uso de moldes rectangulares con unas protuberancias en su base que tiene la finalidad de inducir la fisuración del concreto. Se hace uso de una cámara en la cual un ventilador debe mantener un flujo de aire indirecto simulando condiciones extremas. Durante la realización del ensayo se mantuvo la medición de temperatura como el ritmo de evaporación del agua de un recipiente de muestra. Para llevar a cabo el ensayo una vez obtenido la mezcla del concreto se procedió a llenar los paneles de madera, estos paneles tienen muescas o protuberancias en forma triangular los cuales inducen la fisuración. Se utilizó un mazo de goma a fin de compactar la mezcla de concreto y quitar el aire atrapado y reducir la porosidad. se realizó un enrasado en forma perpendicular a las muescas que inducen la fisuración. Para la medición de las fisuras se hace uso de un fisurómetro y se monitorea el espesor de las fisuras.

Ilustración 43: Preparación de paneles



Fuente: Propia

Ilustración 44: Paneles dentro de la cámara ambiental



Fuente: Propia

Ilustración 45: Medición de fisuras



Fuente: Propia

Resultados y discusión

Resultados de los ensayos

Ensayos de agregado fino (arena gruesa)

El agregado fino está constituido por arena gruesa cuya procedencia es la cantera ubicada en Pátapo y denominada La Victoria.

Resultados del ensayo de granulometría del agregado fino

Se utilizó una muestra de 1000.4 g de peso de agregado fino húmedo cuyo peso seco al salir del horno se cuantificó en 994.2 g y que después de realizar el tamizado de manera manual por los diferentes tamices desde los 3/8" hasta el tamiz N°100 obtuvimos el siguiente los cuales se detallan en la tabla siguiente:

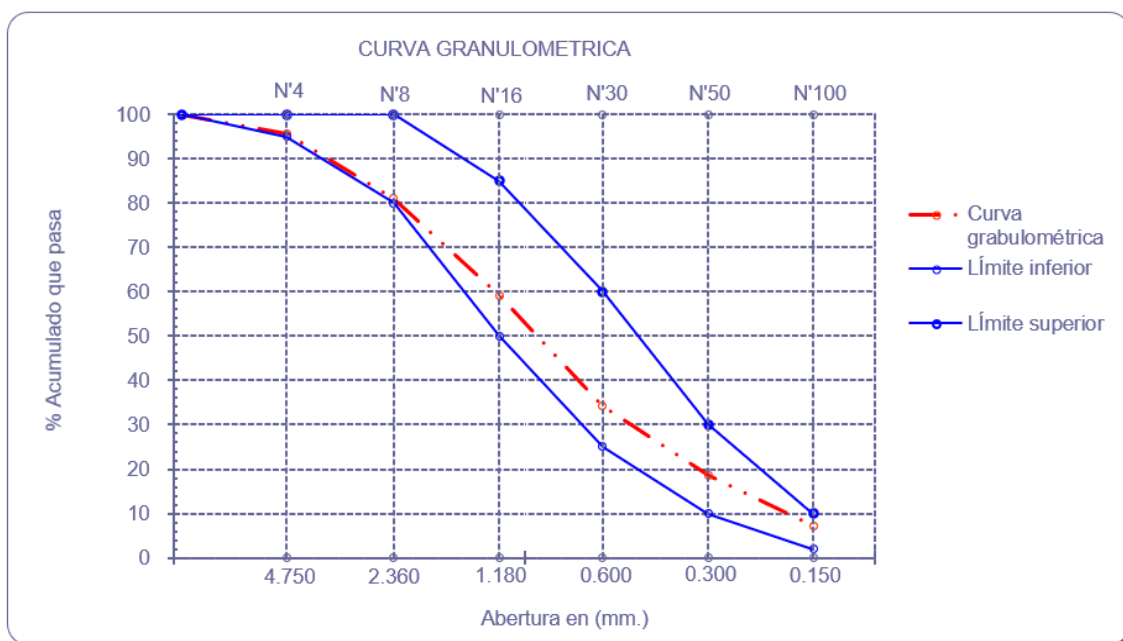
Tabla 15: Distribución de la granulometría del agregado fino

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	43.75	4.4	4.4	95.6	95	100
Nº 08	2.360	144.83	14.6	19.0	81.0	80	100
Nº 16	1.180	218.2	21.9	40.9	59.1	50	85
Nº 30	0.600	245.39	24.7	65.6	34.4	25	60
Nº 50	0.300	155.99	15.7	81.3	18.7	10	30
Nº 100	0.150	114.4	11.5	92.8	7.2	2	10
Fondo		71.63	7.2	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				3.040			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente: Propia

De los datos obtenidos y presentados en la tabla anterior, se obtuvo un valor de 3.04 como módulo de finesa encontrándose entre los límites de 2.3 y 3.1, cumpliendo con las características planteadas en la normativa.

Los valores retenidos obtenidos en el ensayo forman una curva que representa la granulométrica y se aprecia que la distribución por tamaños del agregado fino de la cantera de "La Victoria" cumple las directrices de la NTP 400.037.

Tabla 16: Curva que representa la granulometría del agregado fino

Fuente: Propia

La forma de la curva granulométrica no transgrede los límites establecidos en la NTP 400.037.

Ensayo de contenido de humedad

El porcentaje de humedad contenido en los gránulos de arena se determinó en línea con la NTP 339.185, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 17: Ensayo de Humedad

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1082.12
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1075.95
C.- Peso de recipiente	(gr.)	82.1
D.- Contenido de humedad	(%)	0.62

Fuente: Propia

Se obtuvo una humedad de 0.62% en la arena gruesa extraída en la cantera de “La Victoria”.

Ensayo de peso unitario suelto y compactado

El ensayo fue realizado de conforme a la NTP 400.017.

Tabla 18: Ensayo de peso unitario suelto y peso compactado

1.- PESO UNITARIO SUELTO		A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	30064.0	29864.0	29864.0
02.- Peso del recipiente	(gr.)	8364.0	8364.0	8364.0
03.- Peso de muestra	(gr.)	21700.0	21500.0	21500.0
04.- Constante ó Volumen	(cm3)	14.63	14.63	14.6
05.- Peso unitario suelto húmedo	(gr/cm3)	1.48	1.47	1.5
06.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(gr/cm3)	1.474		
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(gr/cm3)	1.465		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO		A	B	C
08.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	31764.0	32064.0	31864.0
09.- Peso del recipiente	(gr.)	8364.0	8364.0	8364.0
10.- Peso de muestra	(gr.)	23400.0	23700.0	23500.0
11.- Constante ó Volumen	(cm3)	14.63	14.63	14.6
12.- Peso unitario suelto húmedo	(gr/cm3)	1.60	1.62	1.6
13.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(gr/cm3)	1.609		
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(gr/cm3)	1.599		

Fuente: Propia

Se obtuvo como resultado 1,474 gr/cm³ (1474 kg/m³) como peso suelto húmedo por unidad de volumen y 1,465 gr/cm³ (1465 kg/m³) como peso suelto seco por unidad de volumen.

Como resultado de peso compactado húmedo por unidad de volumen se obtuvo 1,609 gr/cm³ (1609 kg/m³) y 1,599gr/cm³ (1599 kg/m³) como peso compactado seco por unidad de volumen.

Ensayo de peso específico y absorción

El ensayo a la arena gruesa de la cadera de “La Vitoria” se efectuó de acuerdo con la NTP 400.022 obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 19: Ensayo de peso específico y absorción

I.- Datos.			
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Pes	(g)	976.1	1019.1
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	670.39	713.74
3.- Peso del Agua	(g)	305.67	305.39
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	666.22	708.82
5.- Peso del Frasco	(g)	170.08	213.37
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	495
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.553	2.546
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.573	2.569
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.605	1.000
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.84	0.99
E.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PROMEDIO	(%)	0.92	

Fuente: Propia

Como conclusión del ensayo se determinó un promedio de peso específico de masa de 2549 kg/m³ y un promedio de porcentaje de absorción de 0.92%.

Ensayos de agregado grueso (piedra chancada de 3/4")

Fragmentos de piedra chancada con TMN de 3/4 de pulgada conforman el agregado grueso cuya procedencia es la cantera de Pachерres.

Resultados del ensayo de granulometría del agregado grueso

El producto del análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Pachерres se muestra a continuación:

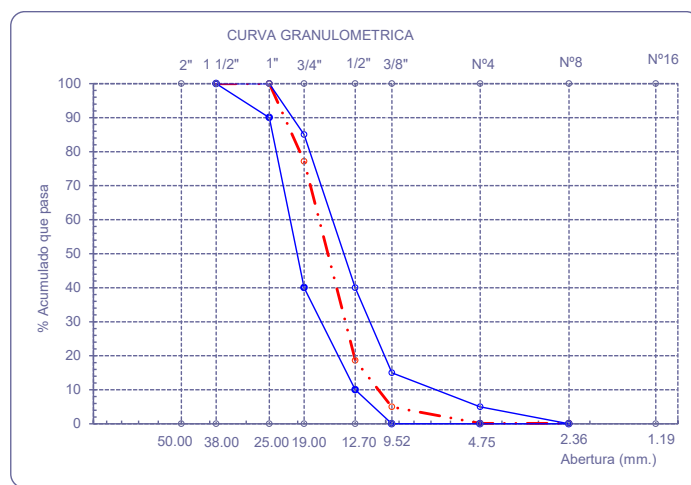
Tabla 20: Distribución de la granulometría del agregado grueso

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	1143.0	22.9	22.9	77.1	40.0	85.0
1/2"	12.70	2922.0	58.5	81.3	18.7	10.0	40.0
3/8"	9.52	684.0	13.7	95.0	5.0	0.0	15.0
Nº 04	4.75	241.0	4.8	99.9	0.1	0.0	5.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0
Fondo		7.0	0.1	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1"	38.00			
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	25.00			

Fuente: Propia

Para establecer los límites de los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz se utiliza el "USO 56".

Ilustración 46: Curva que representa la granulometría del agregado grueso



Fuente: Propia

La función que representa la granulometría esta entre los límites del USO 56 propuesto en la NTP 400.037.

Ensayo de contenido de humedad

La humedad de la arena se determinó de acuerdo con la NTP 339.185, obteniéndose valores que se presentan a continuación:

Tabla 21: Ensayo de contenido de humedad del agregado piedra 3/4"

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5679
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5666
C.- Peso de recipiente	(gr.)	679.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.26

Fuente: Propia

Se obtuvo una humedad de 0.26% en la arena gruesa extraída de la cantera de "Pacherres".

Ensayo de peso unitario suelto y compactado

Los pasos del ensayo fueron realizados siguiendo los paso dictaminados por la NTP 400.017.

Tabla 22: Ensayo de peso unitario suelto y compactado de la piedra de ¾"

1.- PESO UNITARIO SUELTO		A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(kg.)	27.8	27.7	27.7
02.- Peso del recipiente	(kg.)	8.4	8.4	8.4
03.- Peso de muestra	(kg.)	19.4	19.3	19.3
04.- Constante ó Volumen	(m3)	0.01	0.01	0.0
05.- Peso unitario suelto húmedo	(gr./cm3)	1.33	1.32	1.3
06.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(gr./cm3)	1.324		
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(gr./cm3)	1.321		
2.- PESO UNITARIO COMPACTADO				
08.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(kg.)	29.3	29.5	29.6
09.- Peso del recipiente	(kg.)	8.4	8.4	8.4
10.- Peso de muestra	(kg.)	20.9	21.1	21.2
11.- Constante ó Volumen	(m3)	0.01	0.01	0.0
12.- Peso unitario suelto húmedo	(gr./cm3)	1.43	1.44	1.5
13.- Peso unitario compactado humedo (Pron)	(gr./cm3)	1.442		
14.- Peso unitario seco compactado (Promedi)	(gr./cm3)	1.439		

Fuente: Propia

Se obtuvo como resultado 1,324 gr/cm³ (1324 kg/m³) como peso suelto húmedo por unidad de volumen y 1,321 gr/cm³ (1321 kg/m³) como peso unitario suelto seco.

Como resultado de peso unitario compactado húmedo se obtuvo 1,442 gr/cm³ (1442kg/m³) y 1,439gr/cm³ (1439 kg/m³) como peso compactado seco por cada unidad de volumen.

Ensayo de peso específico y absorción

El ensayo aplicado en el agregado de piedra chancada extraída de la cantera de “Pacherres” se efectuó de acuerdo a la NTP 400.021 obteniéndose el siguiente registro:

Tabla 23: Ensayo de peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso

I.- Datos.			
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2218	2159
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2242	2182
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del cana	(g)	2456	2417
4.- Peso de la canastilla	(g)	1046	1046
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1410	1371
II.- Resultados			
A.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.666	2.662
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.695	2.691
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.745	2.740
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.08	1.07
E.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PROMEDIO	(%)	1.07	

Fuente: Propia

Como resultado del ensayo se determinó un promedio de peso específico de masa de 2664 kg/m³ y un promedio de porcentaje de absorción de 1.07%.

Ensayos del concreto realizados en estado fresco

Ensayo de asentamiento

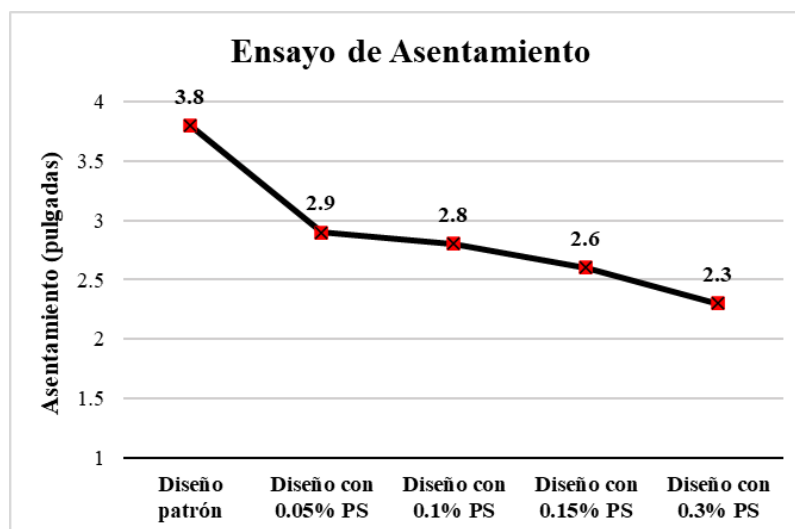
Los pasos ejecutados en la realización del ensayo se dieron en línea con lo descrito en la N.T.P. 339.035. se ha obtenido los siguientes datos en los cuales es fácil observar un decrecimiento en el slump en las muestras de concreto que contienen una adición de Poliacrilato de Sodio.

Tabla 24: Ensayo de slump o asentamiento para las diferentes dosificaciones de P.S.

Variable	Tipo de mezcla	f'c (Kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Asentamiento	
				Pulg	cm
Concreto Patrón	Diseño patrón	245	28/10/2022	3.8	9.7
0.05% PS	Diseño con 0.05% PS	245	28/10/2022	2.9	7.4
0.1% PS	Diseño con 0.1% PS	245	28/10/2022	2.8	7.1
0.15% PS	Diseño con 0.15% PS	245	28/10/2022	2.6	6.6
0.3% PS	Diseño con 0.3% PS	245	28/10/2022	2.3	5.8

Fuente: Propia

Ilustración 47: Ensayo de asentamiento de las diferentes porcentajes administrados de PS



Fuente: Propia

El concreto dosificado con 0.3% de Poliacrilato de Sodio con respecto al peso del cemento tiene el menor asentamiento de todas las mezclas analizadas. Sumado a ello, se visualiza que el revenimiento sufre un decrecimiento paralelo con el aumento el Poliacrilato de Sodio.

Ensayo de peso unitario del concreto

El peso por unidad de volumen en

el concreto sin Poliacrilato de Sodio presenta un valor más alto comparado con cualquiera de las dosificaciones de Poliacrilato de Sodio con una densidad de 2501.58 kg/m³.

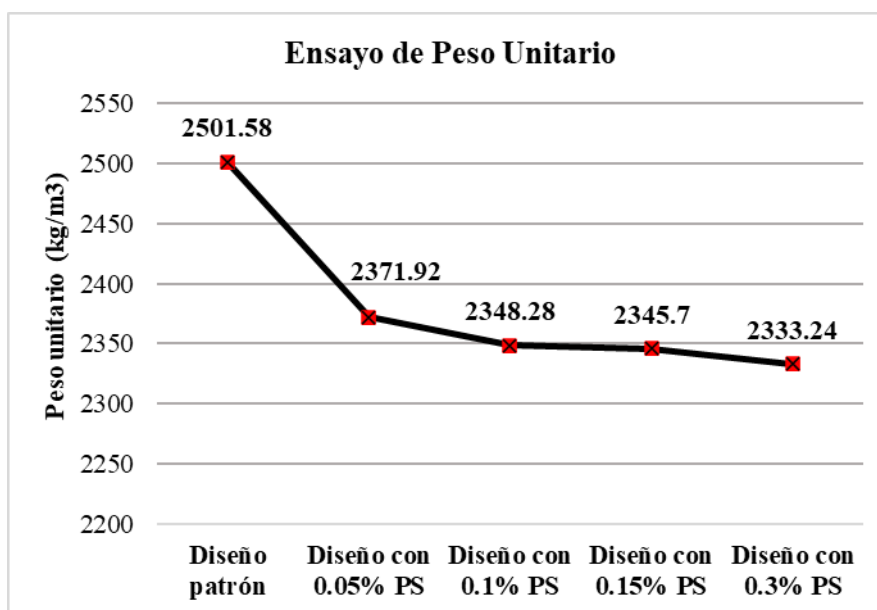
Tabla 25: Ensayo de peso por unidad de volumen del concreto

Variable	Tipo de mezcla	f'c (Kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Densidad (kg/m ³)
Concreto Patrón	Diseño patrón	245	28/10/2022	2501.58
0.05% PS	Diseño con 0.05% PS	245	28/10/2022	2371.92
0.1% PS	Diseño con 0.1% PS	245	28/10/2022	2348.28
0.15% PS	Diseño con 0.15% PS	245	28/10/2022	2345.7
0.3% PS	Diseño con 0.3% PS	245	28/10/2022	2333.24

Fuente: Propia

El diseño con 0.3% de Poliacrilato de Sodio alcanza un peso por unidad de volumen de 2333.24 kg/m³, siendo el menor resultado de todos los porcentajes analizados y un 7% respecto al patrón. El porcentaje de 0.5% de Poliacrilato de Sodio es el que mayor resultado mostro respecto los otros concretos con la variable independiente.

A medida que el % de Poliacrilato de Sodio sube el peso unitario del concreto en estado de fluides se reduce, esto esta evidenciado en la siguiente curva.

Ilustración 48: Ensayo de peso unitario del concreto

Fuente: Propia

Ensayo de medición del contenido de aire

El ensayo se realizó bajo los lineamientos de la N.T.P. 400.017.

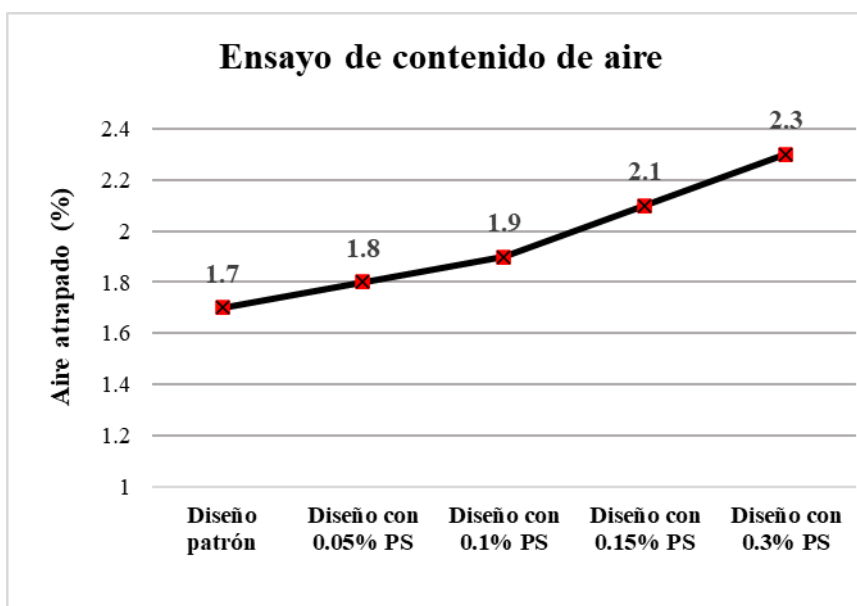
La cantidad porcentual de aire en el concreto patrón es el menor entre las mezclas analizadas con 1.7%. Por otro lado, los porcentajes de contenido en aire en los concretos con Poliacrilato de Sodio es mayor.

Tabla 26: Ensayo de medición del contenido de aire

Variable	Tipo de mezcla	f'c (Kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Contenido de aire - Método por presión	
				Tipo de medidor	Contenido de aire %
Concreto Patrón	Diseño patrón	245	28/10/2022	2501.58	1.7
0.05% PS	Diseño con 0.05% PS	245	28/10/2022	2371.92	1.8
0.1% PS	Diseño con 0.1% PS	245	28/10/2022	2348.28	1.9
0.15% PS	Diseño con 0.15% PS	245	28/10/2022	2345.7	2.1
0.3% PS	Diseño con 0.3% PS	245	28/10/2022	2333.24	2.3

Fuente: Propia

Con los valores obtenidos podemos visualizar un incremento porcentual de la cantidad de aire contenido en el concreto con adición del polímero y que el porcentaje aumenta de forma directa al aumento de la cantidad adicionada. Esto se visualiza en la curva de resultados que se muestra a continuación con el concreto patrón en el punto más bajo y el concreto con 0.3% de Poliacrilato de Sodio en el punto más alto.

Ilustración 49: Ensayo para el cálculo del contenido de aire

Fuente: Propia

Ensayo de control de temperatura del concreto en estado fresco

El ensayo se realizó bajo los lineamientos de la NTP 339.184.

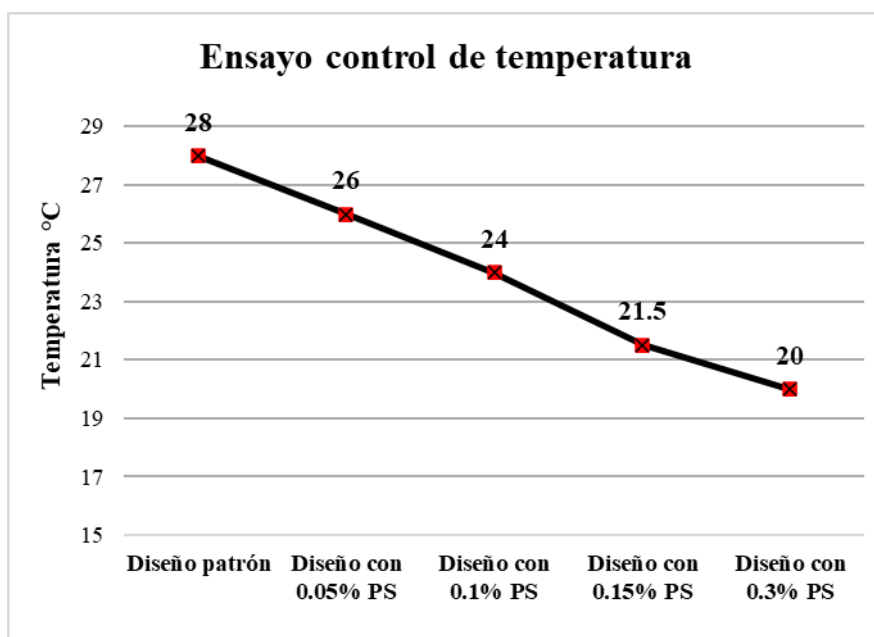
Según las temperaturas obtenidas de la medición de las mezclas del concreto en estado fluido se evidenció que el concreto patrón presentó la temperatura más elevada con 28°C. El concreto con menor temperatura fue el que contenía mayor porcentaje de Poliacrilato de Sodio, marcando 20 °C.

Tabla 27: Ensayo para determinar la temperatura del concreto en estado

Variable	Tipo de mezcla	f'c (Kg/cm ²)	Fecha de vaciado	Temperatura (C°)
Concreto Patrón	Diseño patrón	245	28/10/2022	28
0.05% PS	Diseño con 0.05% PS	245	28/10/2022	26
0.1% PS	Diseño con 0.1% PS	245	28/10/2022	24
0.15% PS	Diseño con 0.15% PS	245	28/10/2022	21.5
0.3% PS	Diseño con 0.3% PS	245	28/10/2022	20

Fuente: Propia

Los concretos con porcentajes de Poliacrilato de Sodio evidenciaron temperaturas menores y la reducción de los valores tuvo una tendencia inversamente proporcional al porcentaje del Poliacrilato adicionado. Se evidenció que a mayor porcentaje se reduce la temperatura como se aprecia en el siguiente gráfico con el concreto patrón con el dato más elevado y el porcentaje de 0.3% de Poliacrilato de Sodio en el extremo inferior.

Ilustración 50: Ensayo de control de temperatura del concreto en estado fresco

Fuente: Propia

Ensayo de exudación

Se utilizo recipientes de área igual a 176.71 cm².

Para la mezcla de concreto patrón el ensayo duro 2:10 horas y se aspiró un volumen acumulado de agua de exudación igual a 5.4 ml como se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 28: Ensayo de exudación - muestra patrón

Hora	Intervalo de tiempo	Volumen de agua	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada x unidad de área (ml/cm ²)
09:35	inicio	0	0.00	0.000
09:45	10	0.6	0.60	0.003
09:55	10	0.9	1.50	0.008
10:05	10	1	2.50	0.014
10:15	10	1	3.50	0.020
10:45	30	1.2	4.70	0.027
11:15	30	0.5	5.20	0.029
11:45	30	0.2	5.40	0.031

Fuente: Propia

Para la mezcla de concreto con 0.05% de Poliacrilato el ensayo tuvo una duración en tiempo de exudación de 1:40 horas y se obtuvo un volumen de agua de exudación igual a 3.5 ml como lo detalla la siguiente tabla.

Tabla 29: Ensayo de exudación - muestra con 0.05% de PS

Hora	Intervalo de tiempo	Volumen de agua	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada x unidad de área (ml/cm ²)
09:45	inicio	0	0.00	0.000
09:55	10	0.4	0.40	0.002
10:05	10	0.6	1.00	0.006
10:15	10	0.9	1.90	0.011
10:25	10	0.5	2.40	0.014
10:55	30	0.7	3.10	0.018
11:25	30	0.4	3.50	0.020

Fuente: Propia

Para la mezcla de concreto con 0.1% de Poliacrilato el ensayo tuvo una duración de 1:40 horas y se obtuvo un volumen de agua de exudación igual a 2.9 ml como lo detalla la siguiente tabla.

Tabla 30: Ensayo de exudación - muestra con 0.1% de PS

Hora	Intervalo de tiempo	Volumen de agua	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada x unidad de área (ml/cm ²)
09:55	inicio	0	0.00	0.000
10:05	10	0.3	0.30	0.002
10:15	10	0.5	0.80	0.005
10:25	10	0.7	1.50	0.008
10:35	10	0.4	1.90	0.011
11:05	30	0.6	2.50	0.014
11:35	30	0.4	2.90	0.016

Fuente: Propia

Para la mezcla de concreto con 0.15% de Poliacrilato el ensayo tuvo una duración de 1:40 horas y se obtuvo un volumen de agua de exudación igual a 2.5 ml como lo detalla la siguiente tabla.

Tabla 31: Ensayo de exudación - muestra con 0.15% de PS

Hora	Intervalo de tiempo	Volumen de agua	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada x unidad de área (ml/cm ²)
10:05	inicio	0	0.00	0.000
10:15	10	0.3	0.30	0.002
10:25	10	0.4	0.70	0.004
10:35	10	0.5	1.20	0.007
10:45	10	0.3	1.50	0.008
11:15	30	0.6	2.10	0.012
11:45	30	0.4	2.50	0.014

Fuente: Propia

Para la mezcla de concreto con 0.3% de Poliacrilato el ensayo tuvo una duración de 1:10 horas y se obtuvo un volumen de agua de exudación igual a 1.8 ml como lo detalla la siguiente tabla.

Tabla 32: Ensayo de exudación - muestra con 0.3% de PS

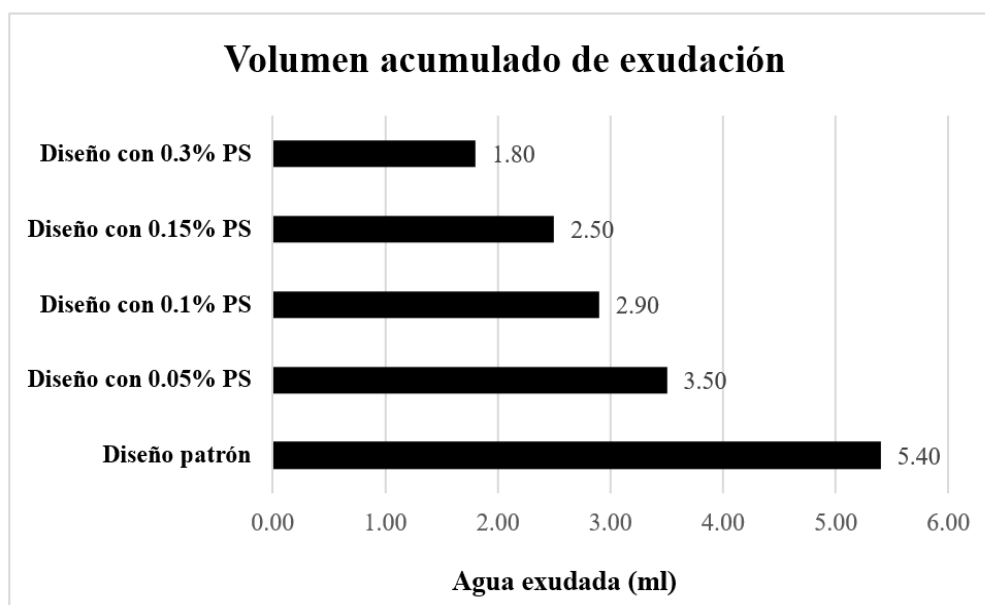
Hora	Intervalo de tiempo	Volumen de agua	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada x unidad de área (ml/cm ²)
10:15	inicio	0	0.00	0.000
10:25	10	0.2	0.20	0.001
10:35	10	0.4	0.60	0.003
10:45	10	0.3	0.90	0.005
10:55	30	0.5	1.40	0.008
11:25	30	0.4	1.80	0.010

Fuente: Propia

El concreto patrón exuda la mayor cantidad de agua según las cifras registradas en el ensayo, a diferencia de las porciones de concreto con Poliacrilato de Sodio los cuales presentan valores más reducidos, además se puede apreciar una que vinculo inverso entre la proporción de agua exudada y el % del Poliacrilato de Sodio adicionado al concreto.

El tiempo de exudación es mayor en el concreto patrón, en cambio las muestras de diseños de concreto con Poliacrilato de Sodio con porcentajes de 0.05,0.1, y 0.15 tuvieron un mismo valor a diferencia del concreto con 0.3% de Poliacrilato de Sodio el cual tuvo un tiempo de exudación menor.

Ilustración 51: Resultados del volumen de agua exudada



Fuente: Propia

Ensayo de tiempo de fraguado del concreto

El concreto patrón llega a una resistencia de 500 PSI a las 4:34 horas después de iniciado el ensayo siendo este el punto de fraguado inicial, mientras que para lograr el estado de fraguado final lo alcanza a las 6:26 horas.

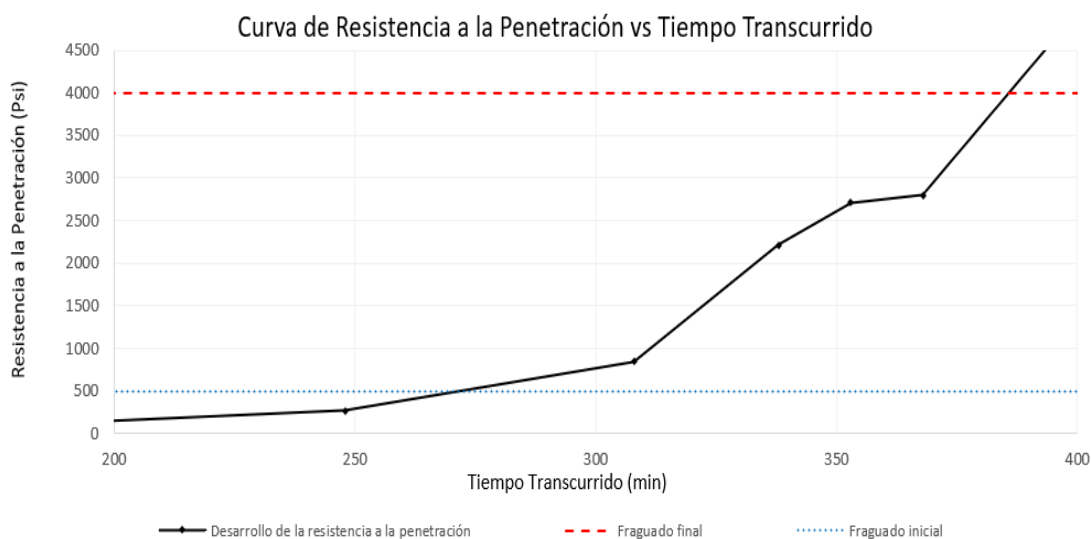
Hora de Inicio: 9:30:00 a. m.

Tabla 33: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto patrón

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
11:52	02:22	142	645	1	5.0	11	11
13:38	04:08	248	645	1	122.3	270	270
14:38	05:08	308	323	1/2	191.6	422	845
15:08	05:38	338	161	1/4	251.1	554	2215
15:23	05:53	353	65	1/10	123.0	271	2711
15:38	06:08	368	32	1/20	63.4	140	2797
16:23	06:53	413	16	1/40	66.0	146	5822

Fuente: Propia

Ilustración 52: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto patrón)



Fuente: Propia

Duración del Fraguado Inicial 500 PSI: 04:34 Horas

Duración del Fraguado Final 4000 PSI: 06:26 Horas

La pendiente de la curva de resistencia a la penetración vs tiempo de fraguado se mantiene ligera durante los primeros 300 minutos, pronunciándose cada vez más a partir de ese punto.

El diseño de concreto que incluye una adición de 0.05% de Poliacrilato llegó a una resistencia de 500 PSI a las 4:33 horas después de iniciado el ensayo siendo este el punto de fraguado inicial, mientras que el estado de fraguado final lo alcanza a las 6:24 horas.

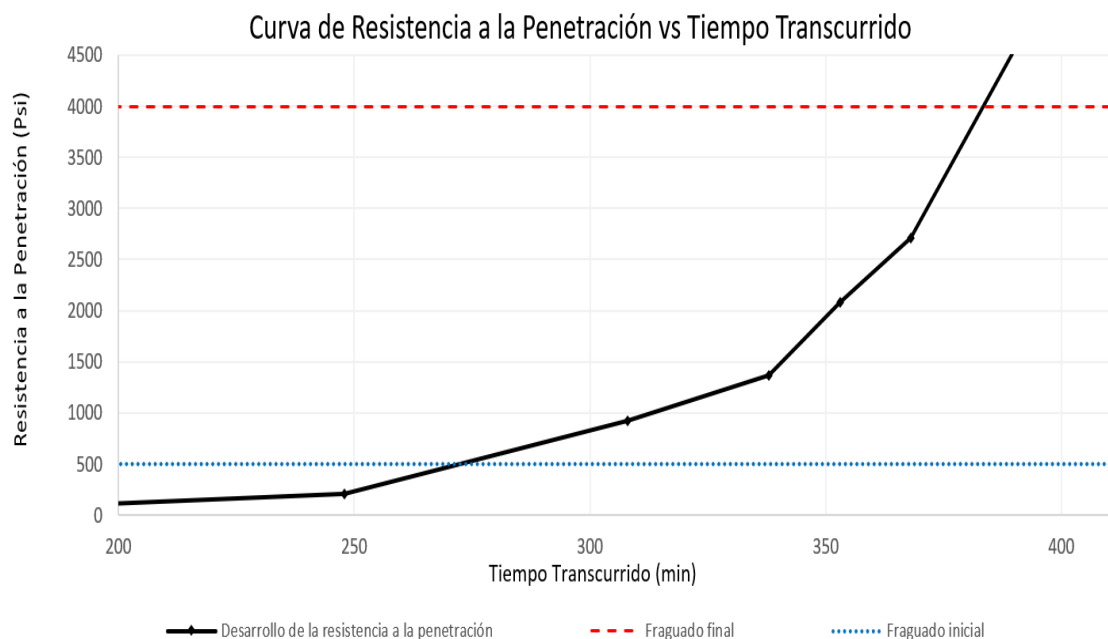
Hora de Inicio: 10:20:00 a. m.

Tabla 34: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto con 0.05% de PS

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
12:42	02:22	142	645	1	1.6	4	4
14:28	04:08	248	645	1	94.6	209	209
15:28	05:08	308	323	1/2	209.7	462	925
15:58	05:38	338	161	1/4	154.5	341	1362
16:13	05:53	353	65	1/10	94.6	208	2084
16:28	06:08	368	32	1/20	61.5	136	2712
17:13	06:53	413	16	1/40	73.4	162	6473

Fuente: Propia

Ilustración 53: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto patrón)



Fuente: Propia

Duración del Fraguado Inicial 500 PSI: 04:33 Horas

Duración del Fraguado Final 4000 PSI: 06:24 Horas

La pendiente de la curva de resistencia a la penetración vs tiempo de fraguado se mantiene ligera durante los primeros 250 minutos, pronunciándose cada vez más a partir de ese punto.

El diseño de concreto que incluye una adición de 0.1% de Poliacrilato llega a una capacidad resistente de 500 PSI a las 4:32 horas después de iniciado el ensayo siendo este el punto de fraguado inicial, mientras que el estado de fraguado final lo alcanza a las 6:21 horas.

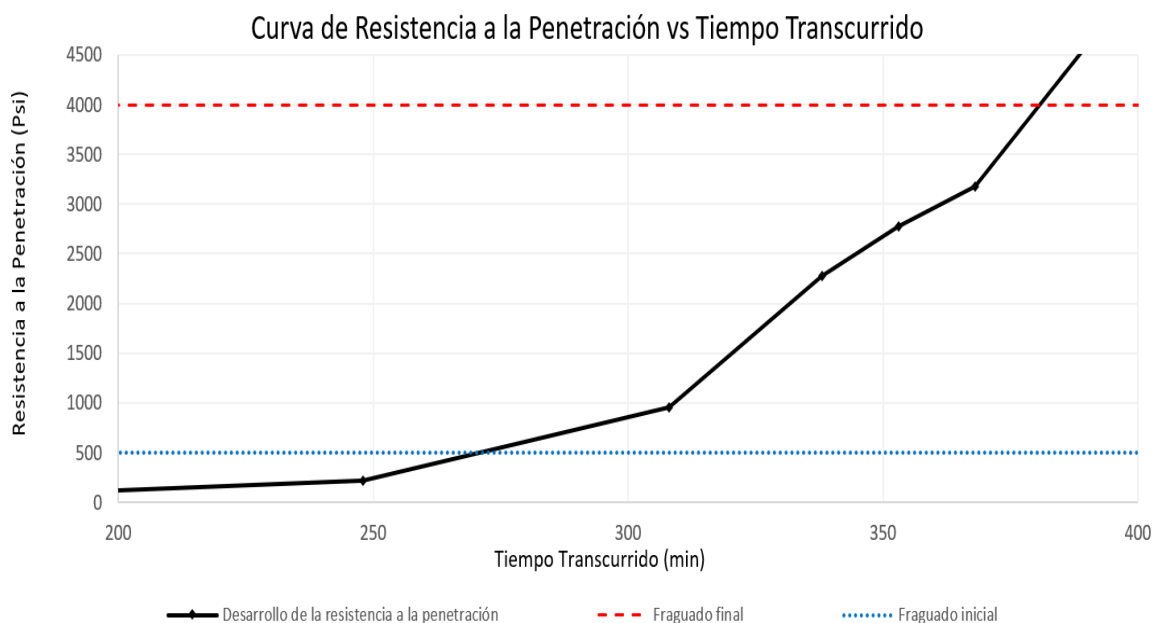
Hora de Inicio: 11:00:00 a. m.

Tabla 35: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto con 0.1% de PS

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
13:22	02:22	142	645	1	2.7	6	6
15:08	04:08	248	645	1	97.1	214	214
16:08	05:08	308	323	1/2	217.2	479	958
16:38	05:38	338	161	1/4	258.8	570	2282
14:53	03:53	353	65	1/10	125.9	277	2774
17:08	06:08	368	32	1/20	72.1	159	3177
17:53	06:53	413	16	1/40	68.9	152	6076

Fuente: Propia

Ilustración 54: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto con 0.1% PS)



Fuente: Propia

Duración del Fraguado Inicial 500 PSI: 04:32 Horas

Duración del Fraguado Final 4000 PSI: 06:21 Horas

La pendiente de la curva de resistencia a la penetración vs tiempo de fraguado se mantiene ligera durante los primeros 250 minutos, pronunciándose cada vez más a partir de ese punto.

El diseño de concreto que incluye una adición de 0.15% de Poliacrilato llega a marcar una capacidad resistente de 500 PSI a las 4:30 horas después de iniciado el ensayo siendo este el punto de fraguado inicial, mientras que el estado de fraguado final lo alcanza a las 6:20 horas.

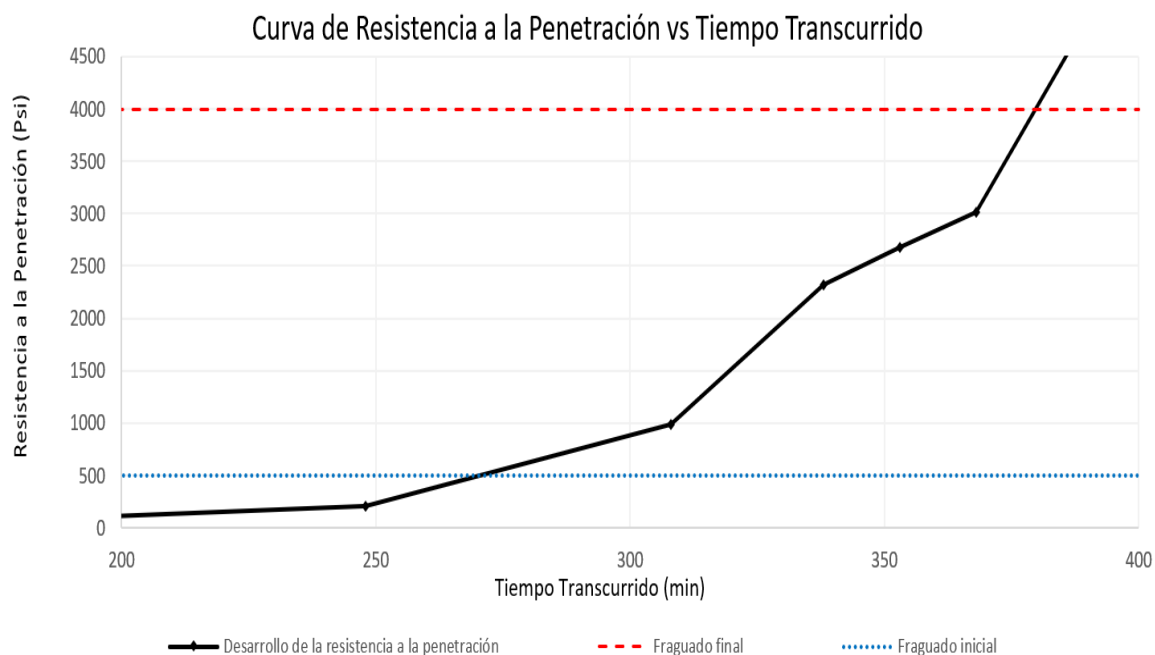
Hora de Inicio: 11:45:00 a. m.

Tabla 36: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto con 0.15% de PS

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:07	02:22	142	645	1	3.2	7	7
15:53	04:08	248	645	1	96.6	213	213
16:53	05:08	308	323	1/2	224.3	494	989
17:23	05:38	338	161	1/4	263.5	581	2324
17:38	05:53	353	161	1/10	121.3	267	2674
17:53	06:08	368	65	1/20	68.3	151	3011
18:38	06:53	413	32	1/40	77.2	170	6808

Fuente: Propia

Ilustración 55: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto con 0.15% PS)



Fuente: Propia

Duración del Fraguado Inicial 500 PSI: 04:30 Horas

Duración del Fraguado Final 4000 PSI: 06:20 Horas

La pendiente de la curva de resistencia a la penetración vs tiempo de fraguado se mantiene ligera durante los primeros 250 minutos, pronunciándose cada vez más a partir de ese punto.

El diseño de concreto que incluye una adición de 0.3% de Poliacrilato llega a una resistencia de 500 PSI a las 4:27 horas después de iniciado el ensayo siendo este el punto de fraguado inicial, mientras que el estado de fraguado final lo alcanza a las 6:16 horas.

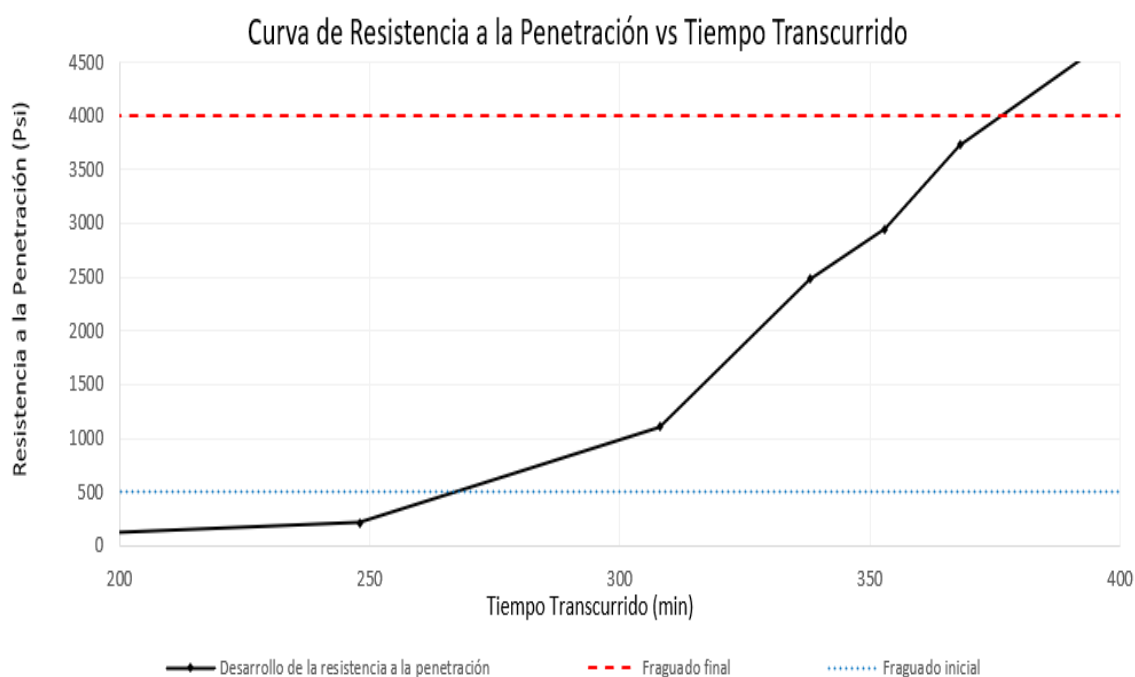
Hora de Inicio: 12:30:00 p. m.

Tabla 37: Ensayo de tiempo de fraguado del concreto con 0.3% de PS

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:42	02:12	142	645	1	4.1	9	9
16:38	04:08	248	645	1	96.0	212	212
17:38	05:08	308	323	1/2	251.9	555	1111
18:08	05:38	338	161	1/4	281.8	621	2485
18:23	05:53	353	161	1/10	133.7	295	2948
18:38	06:08	368	65	1/20	84.6	187	3730
19:23	06:53	413	32	1/40	59.1	130	5212

Fuente: Propia

Ilustración 56: Curva de resistencia a la penetración vs tiempo transcurrido (concreto con 0.3% PS)



Fuente: Propia

Duración del Fraguado Inicial 500 PSI: 04:27 Horas

Duración del Fraguado Final 4000 PSI: 06:16 Horas

La curva de resistencia a la penetración vs tiempo de fraguado mantiene una pendiente ligera durante los primeros 250 minutos, pronunciándose cada vez más a partir de ese punto.

Resultados de los ensayos realizados al concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión del concreto

Los especímenes de concreto se colocaron en la prensa a las edades de 7, 14, 28, y 56 días de los que se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 38: Registro del ensayo de resistencia compresión

Tipo de mezcla	Edad	Probeta	f'c (Kg/cm2)	Resultado (Kg/cm2)
Diseño patrón	7	A	289.0	287.5
Diseño patrón	7	B	286.0	
Diseño patrón	14	A	290.0	299.5
Diseño patrón	14	B	309.0	
Diseño patrón	28	A	361.0	357.5
Diseño patrón	28	B	354.0	
Diseño patrón	56	A	370.0	369.0
Diseño patrón	56	B	368.0	
Diseño con 0.05% PS	7	A	232.0	228.5
Diseño con 0.05% PS	7	B	225.0	
Diseño con 0.05% PS	14	A	235.0	261.0
Diseño con 0.05% PS	14	B	287.0	
Diseño con 0.05% PS	28	A	265.0	264.5
Diseño con 0.05% PS	28	B	264.0	
Diseño con 0.05% PS	56	A	284.0	282.5
Diseño con 0.05% PS	56	B	281.0	
Diseño con 0.1% PS	7	A	204.0	229.5
Diseño con 0.1% PS	7	B	255.0	
Diseño con 0.1% PS	14	A	268.0	262.0
Diseño con 0.1% PS	14	B	256.0	
Diseño con 0.1% PS	28	A	281.0	272.5
Diseño con 0.1% PS	28	B	264.0	
Diseño con 0.1% PS	56	A	292.0	296.0
Diseño con 0.1% PS	56	B	300.0	
Diseño con 0.15% PS	7	A	225.0	226.0
Diseño con 0.15% PS	7	B	227.0	
Diseño con 0.15% PS	14	A	243.0	246.0
Diseño con 0.15% PS	14	B	249.0	
Diseño con 0.15% PS	28	A	285.0	281.0
Diseño con 0.15% PS	28	B	277.0	
Diseño con 0.15% PS	56	A	305.0	313.0
Diseño con 0.15% PS	56	B	321.0	
Diseño con 0.3% PS	7	A	205.0	220.5
Diseño con 0.3% PS	7	B	236.0	
Diseño con 0.3% PS	14	A	220.0	231.0
Diseño con 0.3% PS	14	B	242.0	
Diseño con 0.3% PS	28	A	271.0	267.0
Diseño con 0.3% PS	28	B	263.0	
Diseño con 0.3% PS	56	A	276.0	278.5
Diseño con 0.3% PS	56	B	281.0	

Fuente: Propia

Registro de la resistencia a la compresión a los 7 días:

Con una edad de 7 días el concreto del diseño patrón alcanzó una capacidad resistente a la compresión de 287.5 kg/cm², además se puede observar que es el que más ganó resistencia y que esta sobrepasa la capacidad de resistencia de diseño.

Los diseño de concreto con adiciones de 0.05% y 0.1% de Poliacrilato son las que tienen mayor resistencia de entre los diseños que tienen adición Poliacrilato a la edad de 7 días.

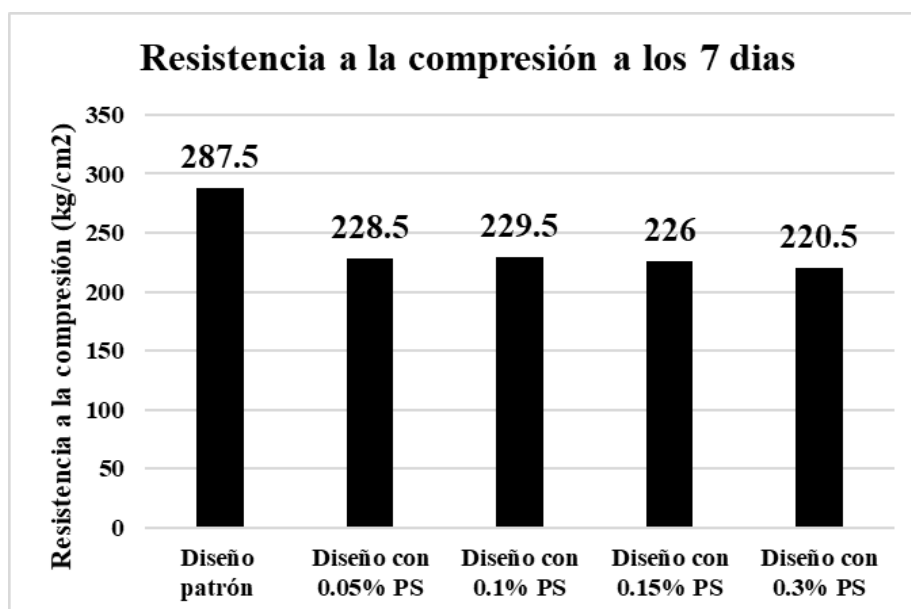
Tabla 39: Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días

Variable	Tipo de mezcla	f'c (Kg/cm ²)	Porcentaje respecto al f'c de diseño
Concreto Patrón	Diseño patrón	287.50	1.17
0.05% PS	Diseño con 0.05% PS	228.50	0.93
0.1% PS	Diseño con 0.1% PS	229.50	0.94
0.15% PS	Diseño con 0.15% PS	226.00	0.92
0.3% PS	Diseño con 0.3% PS	220.50	0.90

Fuente: Propia

El grafico siguiente muestra que el valor de resistencia que se registró en el concreto patrón es superior comparado con las cifras mostradas en concretos con porcentajes de Poliacrilato de Sodio. Las resistencias de las mezclas de concreto con curado interno se mantuvieron en el mismo rango y no mostraron gran diferencia en los datos obtenidos con una ligera disminución en los concretos con porcentajes de 0.3 y 0.15% de Poliacrilato de Sodio.

Ilustración 57: Resultados de resistencia a la compresión a los 7 días



Fuente: Propia

Los valores de capacidad resistente del concreto con edad de 14 días evidenciaron que se mantiene la superioridad en el desempeño del diseño de concreto patrón en este ensayo, habiendo superado la resistencia de diseño en un 22%.

Los concretos con adición de Poliacrilato de Sodio mostraron la misma tendencia entre ellos con resultados no tan dispersos, además las mezclas con porcentajes de 0.3 y 0.15% de Poliacrilato de Sodio se mantuvieron resultados menores a las demás mezclas ensayadas.

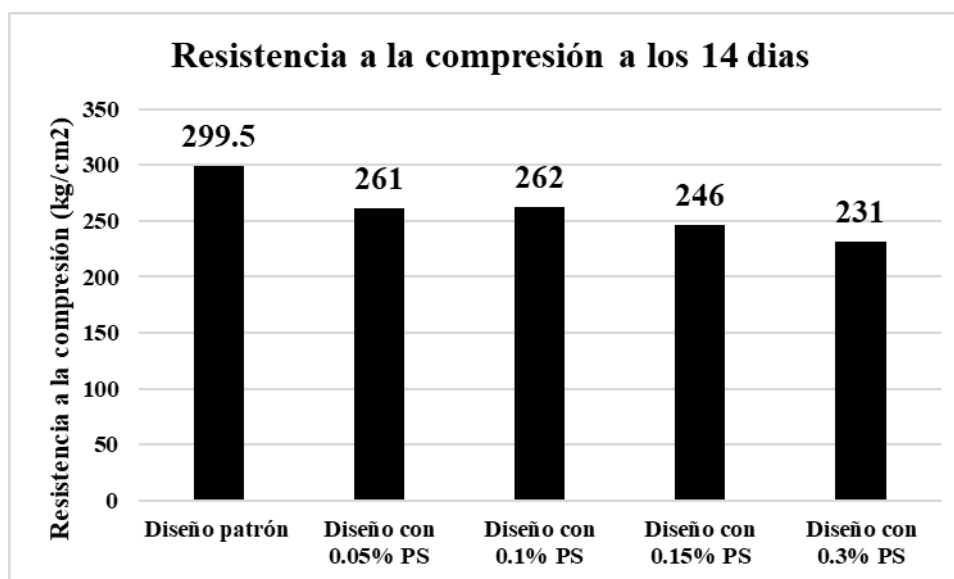
Tabla 40: Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días

Variable	Tipo de mezcla	f'c (Kg/cm ²)	Porcentaje respecto al f'c de diseño
Concreto Patrón	Diseño patrón	299.50	1.22
0.05% PS	Diseño con 0.05% PS	261.00	1.07
0.1% PS	Diseño con 0.1% PS	262.00	1.07
0.15% PS	Diseño con 0.15% PS	246.00	1.00
0.3% PS	Diseño con 0.3% PS	231.00	0.94

Fuente: Propia

Con 14 días de edad el concreto patrón mostró una resistencia a comprimirse de 299.5 kg/cm², además se alcanza a contemplar que es el que mayor ganancia de resistencia tiene y que esta sobrepasa la resistencia para la cual se elaboró el diseño de mezcla. El concreto con adición de 0.1% de Poliacrilato es el que tiene mayor resistencia de entre los diseños que tienen adición Poliacrilato, se evidencio ligeramente una tendencia inversamente proporcional entre los resultados y el porcentaje de Poliacrilato de Sodio.

Ilustración 58: Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días



Fuente: Propia

Conforme a los datos de resistencia a la compresión a los 28 días confirmaron al concreto patrón como la mezcla con mayor desempeño en este ensayo superando en 46% la resistencia de diseño. Los resultados de las mezclas con porcentajes de Poliacrilato de Sodio muestran que superan la resistencia para la cual se hizo el diseño tendiendo valores mayores de entre 8 y 15% mayores.

Tabla 41: Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días

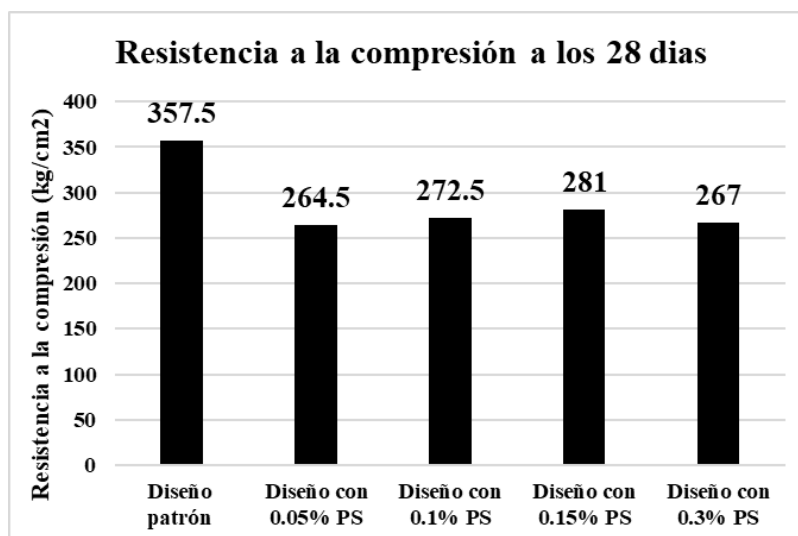
Variable	Tipo de mezcla	f'c (Kg/cm ²)	Porcentaje respecto al f'c de diseño
Concreto Patrón	Diseño patrón	357.50	1.46
0.05% PS	Diseño con 0.05% PS	264.50	1.08
0.1% PS	Diseño con 0.1% PS	272.50	1.11
0.15% PS	Diseño con 0.15% PS	281.00	1.15
0.3% PS	Diseño con 0.3% PS	267.00	1.09

Fuente: Propia

Con 28 días de edad el concreto patrón alcanzó una capacidad de resistencia a la compresión de 357.5 kgf/cm², además se puede observar que es el que más ha ganado resistencia y que esta sobrepasa la resistencia especificada en el diseño. El diseño adicionado con 0.05% de Poliacrilato de Sodio es el que tiene menor resistencia de entre los diseños que tienen adición Poliacrilato.

El grafico mostrado a continuación muestra una tendencia en forma de campana en los resultados de las mezclas con curado interno teniendo como valor más elevado el resultado de la mezcla con 0.15% de Poliacrilato de Sodio.

Ilustración 59: Resultados de resistencia a la compresión a los 28 días



Fuente: Propia

Según los registro de valores de la capacidad de resistencia a la compresión a los 56 días se mantiene el concreto patrón como la mezcla con mejor desempeño en este ensayo con un 50% mayor al f_c de diseño. Por otro lado, los concretos con adición de Poliacrilato de Sodio mantiene un crecimiento a los 56 días de edad y alcanzan porcentajes de entre 13 y 28% más comparados a la resistencia especificada en el diseño.

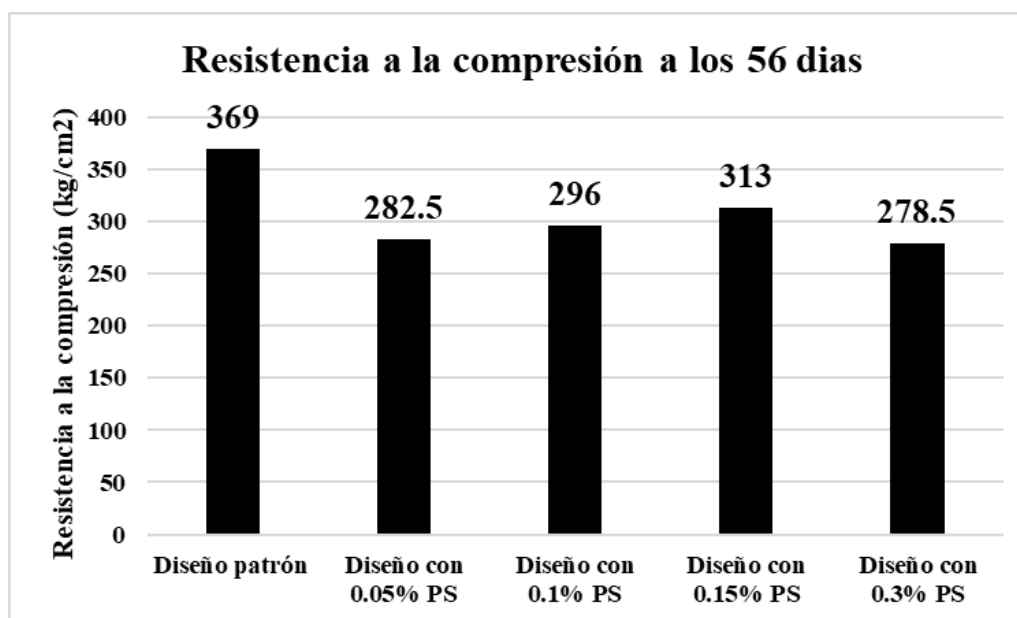
Tabla 42: Resultados de resistencia a la compresión a los 56 días

Variable	Tipo de mezcla	f'_c (Kg/cm ²)	Porcentaje respecto al f'_c de diseño
Concreto Patrón	Diseño patrón	369.00	1.51
0.05% PS	Diseño con 0.05% PS	282.50	1.15
0.1% PS	Diseño con 0.1% PS	296.00	1.21
0.15% PS	Diseño con 0.15% PS	313.00	1.28
0.3% PS	Diseño con 0.3% PS	278.50	1.14

Fuente: Propia

Con 56 días de edad el concreto patrón demuestra una capacidad de resistente a la compresión de 369 kgf/cm², además se puede observar que es el que más ha ganado resistencia y que esta sobrepasa la resistencia para la cual se elaboró diseño. El concreto con dosificación de 0.15% de Poliacrilato de Sodio es el que tiene mayor resistencia de entre los diseños que tienen adición Poliacrilato.

Ilustración 60: Resultados de resistencia a la compresión a los 56 días



Fuente: Propia

Crecimiento de la capacidad de resistencia del concreto patrón.

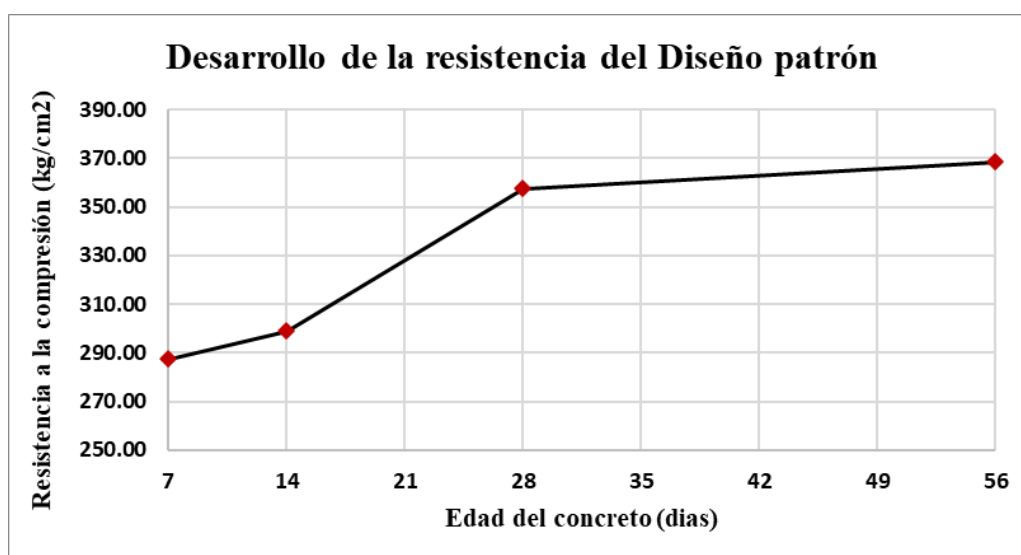
Tabla 43: Resultados de resistencia a la compresión del concreto patrón

Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	% Respecto a f'c de diseño
7	287.5	1.17
14	299	1.22
28	357.5	1.46
56	368.5	1.50

Fuente: Propia

Para una edad de 7 días el concreto patrón alcanza el 117% de la capacidad resistente del diseño evidenciando una resistencia inicial muy alta.

La curva de crecimiento de resistencia vs edad en el concreto patrón muestra un desarrollo de resistencia continuo, la mayor ganancia se dio en los primeros 7 días, muestra pendientes más pronunciadas en los primeros 28 días y una más suave después de los 28 días de edad.

Ilustración 61: Desarrollo de resistencia a la compresión del concreto patrón

Fuente: Propia

Crecimiento de la propiedad resistente a compresión del concreto con 0.05% Poliacrilato de Sodio.

Tabla 44: Resultados de resistencia a la compresión del concreto con 0.05% PS

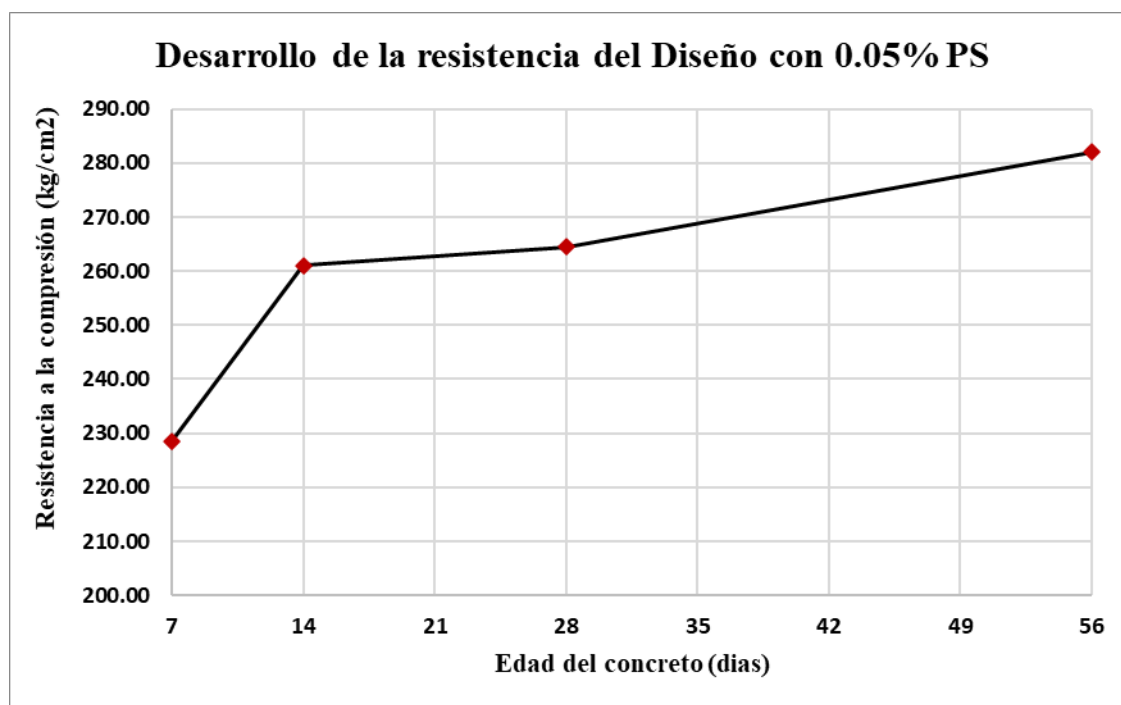
Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	% Respecto a f'c de diseño
7	228.5	0.93
14	261	1.07
28	264.5	1.08
56	282	1.15

Fuente: Propia

El concreto con 0.05% de Poliacrilato de Sodio alcanza el 93% de la resistencia de diseño a los 7 días y la sobrepasa a los 14 días evidenciando una resistencia inicial muy alta y un desarrollo pausado después de los 7 días.

La curva de incremento de resistencia vs edad en el concreto patrón con 0.05% de Poliacrilato de Sodio muestra un desarrollo de resistencia continuo, la mayor ganancia se dio en los primeros 7 días, se apreció pendientes más pronunciadas en los primeros 14 días, las pendientes se reducen después de los 14 evidenciando un ralentizamiento de la ganancia de resistencia para luego de los 28 días aumentar la velocidad.

Ilustración 62: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con 0.05% PS



Fuente: Propia

Crecimiento de la resistencia del concreto con 0.1% Poliacrilato de Sodio.

El concreto adicionado porcentualmente en 0.1% de Poliacrilato de Sodio alcanza el 93% de la resistencia de diseño a los 7 días y la sobrepasa a los 14 días evidenciando una resistencia inicial muy alta y un desarrollo más pausado después de alcanzar 7 días.

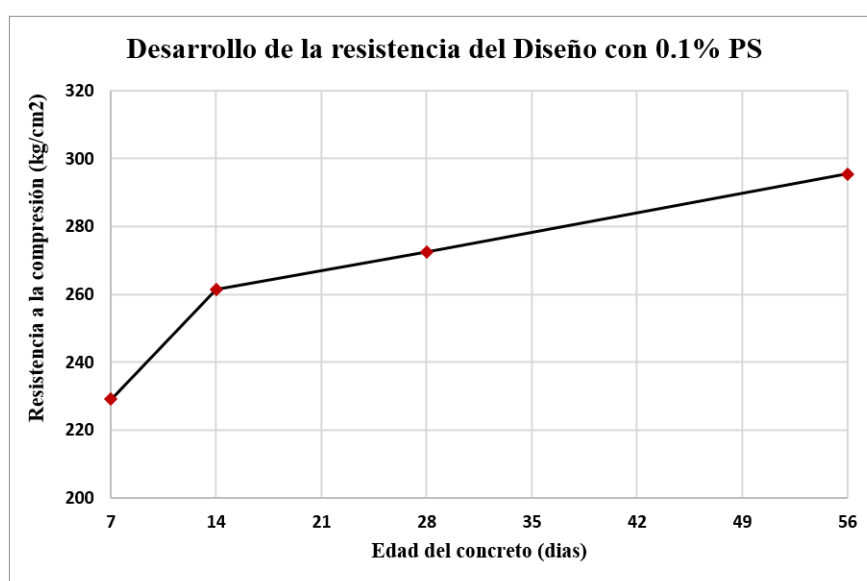
La curva de adquisición de resistencia vs edad en el concreto patrón con 0.1% de Poliacrilato de Sodio muestra un desarrollo de resistencia continuo, la mayor ganancia se dio en los primeros 7 días, se apreció pendientes más pronunciadas en los primeros 14 días, la pendiente se reduce después de los 14 evidenciando un ralentizamiento de la ganancia de resistencia y se mantiene aumentando hasta los 56 días de edad.

Tabla 45: Resultados de resistencia a la compresión del concreto con 0.1% PS

Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	% Respecto a f'c de diseño
7	229	0.93
14	261.5	1.07
28	272.5	1.11
56	295.5	1.21

Fuente: Propia

Subsiguientemente, se presenta una gráfica que ilustra la adquisición de resistencia a la compresión.

Ilustración 63: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con 0.1% PS

Fuente: Propia

Crecimiento de la resistencia del concreto con 0.15% Poliacrilato de Sodio.

Tabla 46: Resultados de resistencia a la compresión del concreto con 0.15% PS

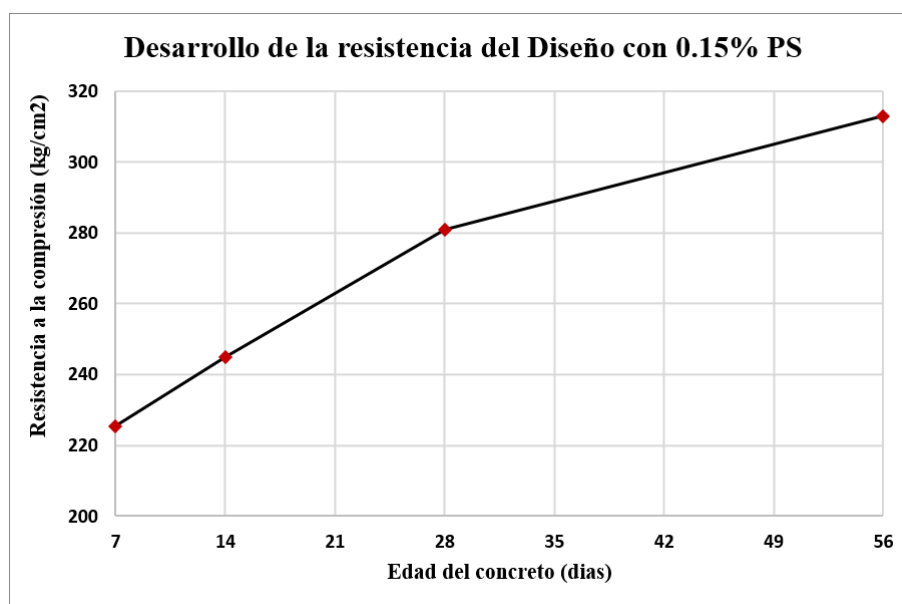
Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	% Respecto a f'c de diseño
7	225.5	0.92
14	245	1.00
28	281	1.15
56	313	1.28

Fuente: Propia

El concreto con 0.15% de Poliacrilato de Sodio alcanza el 92% de la resistencia de diseño a los 7 días y el 100% a los 14 días evidenciando una resistencia inicial muy alta y un desarrollo pausado después de los 7 días.

La curva la adquisición de resistencia vs edad en el concreto patrón con 0.15% de Poliacrilato de Sodio muestra un desarrollo de resistencia continuo, la mayor ganancia se dio en los primeros 7 días, se apreció una pendiente continua entre los 7 y 28 días de edad del concreto, las pendiente se reduce después de los 28 evidenciando un ralentizamiento del desarrollo de resistencia hasta los 56 días de edad.

Ilustración 64: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con 0.15% PS



Fuente: Propia

Crecimiento de la resistencia del concreto con 0.3% Poliacrilato de Sodio.

Tabla 47: Resultados de resistencia a la compresión del concreto con 0.3% PS

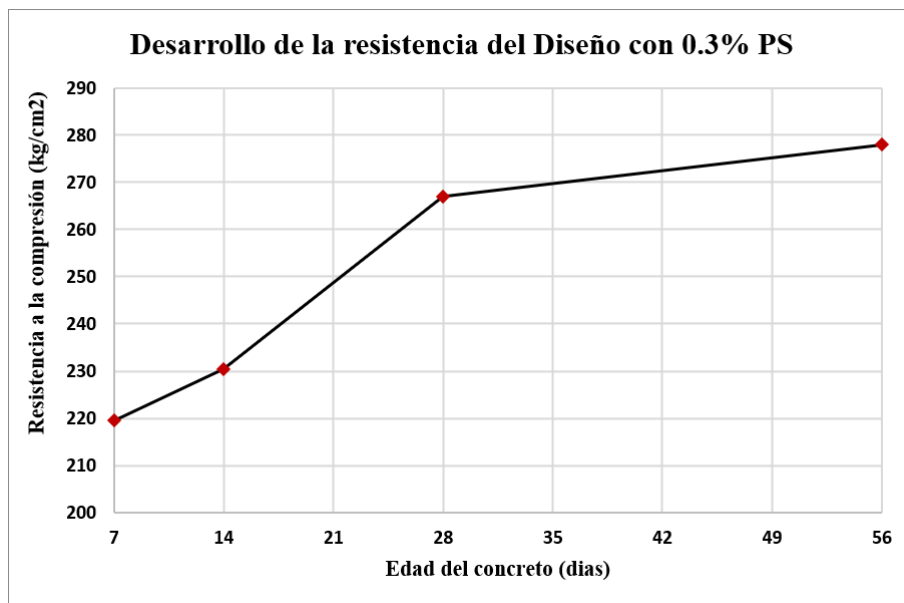
Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	% Respecto a f'c de diseño
7	219.5	0.90
14	230.5	0.94
28	267	1.09
56	278	1.13

Fuente: Propia

El concreto con 0.3% de Poliacrilato de Sodio alcanza el 90% de la resistencia de diseño a los 7 días, el 94% a los 14 días y la supera a los 28 días con 109%; evidenciando una resistencia inicial muy alta y un desarrollo pausa después de los 7 días.

La curva de ganancia de resistencia vs edad en el concreto patrón con 0.3% de Poliacrilato de Sodio muestra un desarrollo de resistencia continuo, la mayor ganancia se dio en los primeros 7 días, se apreció pendientes más pronunciadas en los primeros 28 días, la pendiente se reduce después de los 14 días evidenciando un ralentizamiento de la ganancia de resistencia y esta se mantiene aumentando hasta los 56 días de edad.

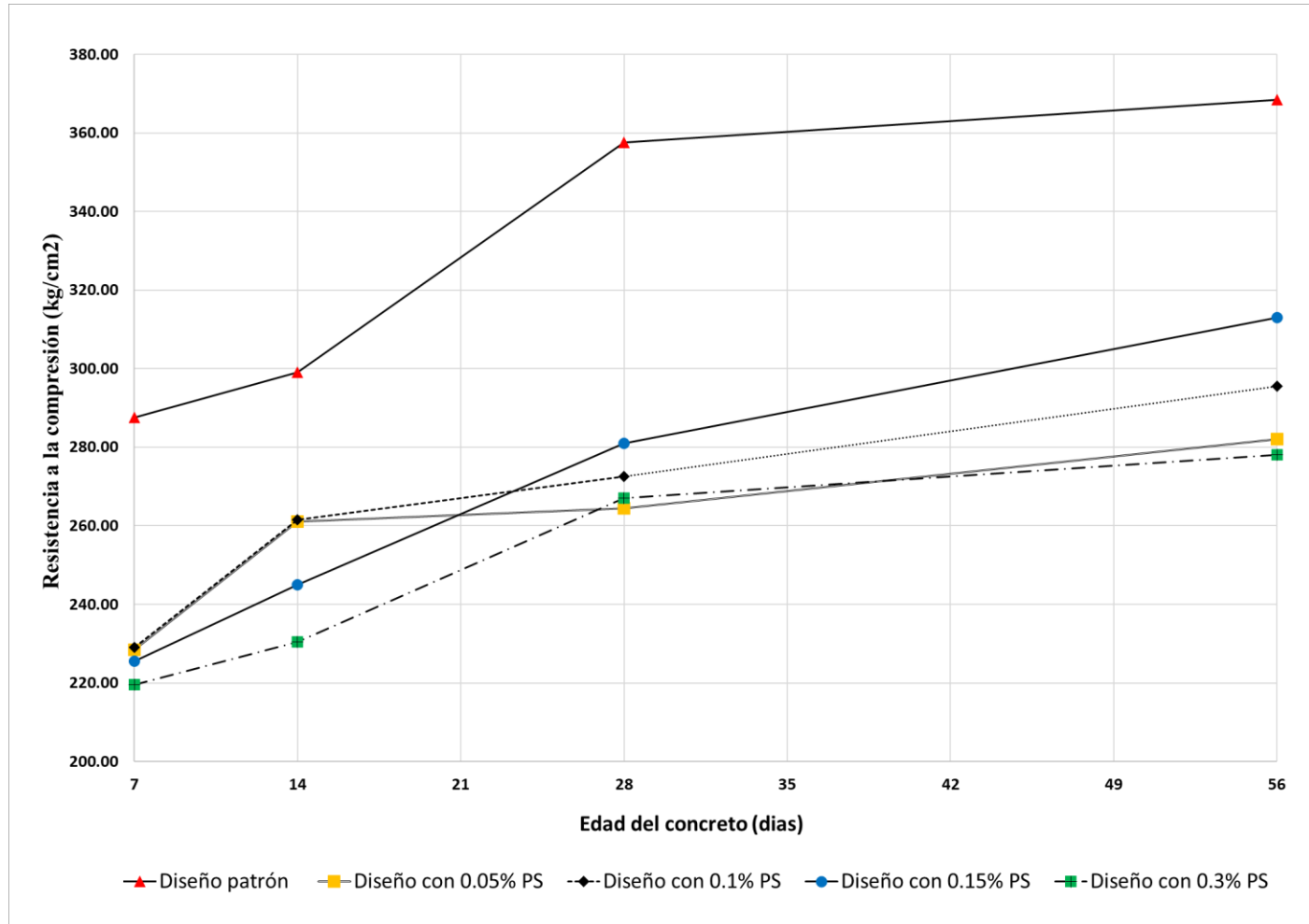
Ilustración 65: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con 0.3% PS



Fuente: Propia

El contraste de las curvas de desarrollo de resistencia a la compresión vs edad evidencio una superioridad del concreto patrón sobre los concretos con valores porcentuales de Poliacrilato de Sodio. Las mezclas con 0.1 y 0.15% de Poliacrilato de Sodio mostraran el mejor desempeño de entre las que se analizaron a diferencia de los porcentajes de 0.05 y 0.3%. El porcentaje con 0.15% evidencio un crecimiento más sostenido y siendo el que mejor desempeño desarrollo en el ensayo referente la capacidad resistente a la compresión. Se evidencio una diferencia de resistencia casi constante entre la muestra Patrón sin la variable independiente y la muestra con 0.15% de Poliacrilato de Sodio.

Ilustración 66: Desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto con los diferentes porcentajes



Fuente: Propia

Resistencia a flexión

El resultado de todas las vigas ensayadas a flexión se evidencia en el siguiente cuadro:

Tabla 48: Resultados de ensayo de flexión en vigas

Denominación de Espécimen	Carga	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)
Viga 1 - Diseño patrón	40200	28	5.36	54.66
Viga 2 - Diseño patrón	38170	28	5.09	51.90
Viga 1 - Diseño con 0.05% PS	22100	28	2.95	30.05
Viga 2 - Diseño con 0.05% PS	20660	28	2.75	28.09
Viga 1 - Diseño con 0.1% PS	24150	28	3.22	32.83
Viga 2 -Diseño con 0.1% PS	28390	28	3.79	38.60
Viga 1 - Diseño con 0.15% PS	26510	28	3.53	36.04
Viga 2 - Diseño con 0.15% PS	28130	28	3.75	38.25
Viga 1 - Diseño con 0.3% PS	22650	28	3.02	30.79
Viga 2 - Diseño con 0.3% PS	23560	28	3.14	32.03

Fuente: Propia

El concreto patrón supera en módulo de rotura a todas las mezclas con adición de Poliacrilato de Sodio. La mezcla con un superior comportamiento a la flexión es la que contiene una adición de 0.15% de Poliacrilato de Sodio. La mezclas con 0.05 y 0.3% de Poliacrilato de Sodio son las que alcanzan menores valores. El concreto patrón se desempeña mejor a flexión en más del 30% comparado con los valores de las mezclas con Poliacrilato de Sodio.

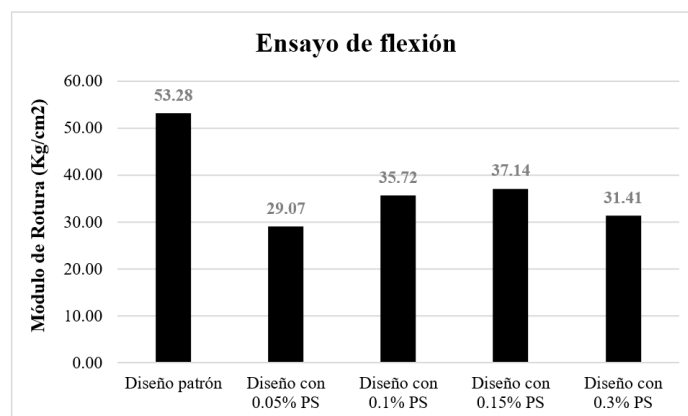
Tabla 49: Relación porcentual del módulo de rotura respecto al patrón

Diseño	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	% Variación respecto al patron
Diseño patrón	53.28	100.00%
Diseño con 0.05% PS	29.07	54.56%
Diseño con 0.1% PS	35.72	67.04%
Diseño con 0.15% PS	37.14	69.72%
Diseño con 0.3% PS	31.41	58.96%

Fuente: Propia

De acuerdo a la siguiente gráfica de barras se observó un aumento del módulo de rotura a la par que el porcentaje crece, pero esto cambia cuando el porcentaje varia de 0.15% a 0.3% del polímero.

Ilustración 67: Ensayo de resistencia a la flexión



Fuente: Propia

Módulo de elasticidad

El resultado del módulo de elasticidad de concreto de las probetas ensayadas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 50: Resultado de ensayo de módulo de elasticidad

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) (Kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.00050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c (Kg/cm ²)	Promedio E_c (Kg/cm ²)
Patrón - f'c= 245 kg/cm ²	22/07/2023	19/08/2023	28	313.15	125	15.65431	0.000495	246182	250209.00
Patrón - f'c= 245 kg/cm ²	22/07/2023	19/08/2023	28	310.32	124	15.51456	0.000480	252497	
Patrón - f'c= 245 kg/cm ²	22/07/2023	19/08/2023	28	306.70	123	16.86552	0.000470	251948	
C f'c= 245 +0.05% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	241.76	97	12.08477	0.000510	183838	191384.74
C f'c= 245 +0.05% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	251.10	100	11.50656	0.000512	192476	
C f'c= 245 +0.05% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	260.17	104	13.00526	0.000510	197840	
C f'c= 245 +0.1% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	288.17	115	13.20525	0.000527	213925	215267.32
C f'c= 245 +0.1% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	285.22	114	13.06880	0.000519	215522	
C f'c= 245 +0.1% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	284.52	114	14.22345	0.000510	216355	
C f'c= 245 +0.15% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	294.38	118	14.71559	0.000502	228020	232230.51
C f'c= 245 +0.15% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	297.49	119	13.63132	0.000495	236656	
C f'c= 245 +0.15% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	305.12	122	15.25330	0.000510	232016	
C f'c= 245 +0.3% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	282.45	113	14.12017	0.000495	222042	218572.39
C f'c= 245 +0.3% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	277.64	111	13.86194	0.000488	222094	
C f'c= 245 +0.3% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	297.00	119	14.12320	0.000545	211581	

Fuente: Propia

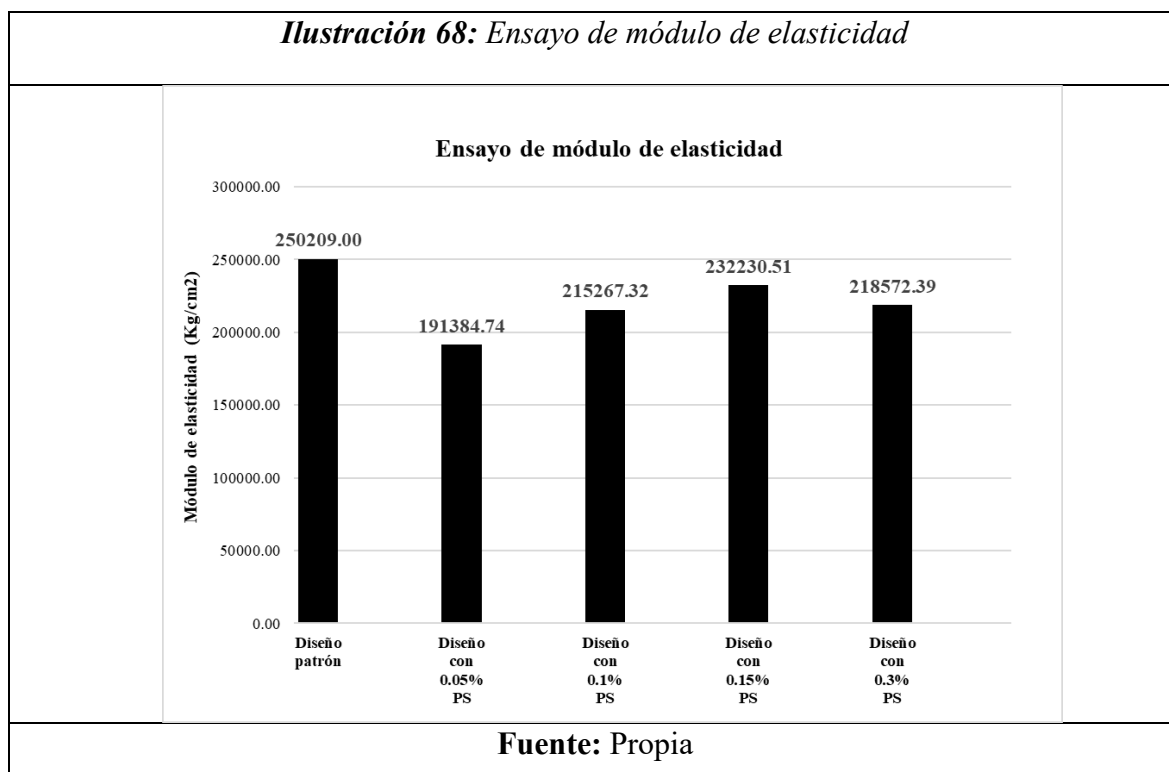
El concreto patrón lidera los resultados superando en módulo de elasticidad a los concretos con porcentajes de Poliacrilato de Sodio. El concreto con 0.15 y 0.3% de Poliacrilato son los que mejor desempeño mostraron. Los concretos con 0.05 y 0.1% mostraron menor desempeño de entre las mezclas de concreto ensayadas.

Tabla 51: Relación porcentual del módulo de elasticidad respecto al patrón

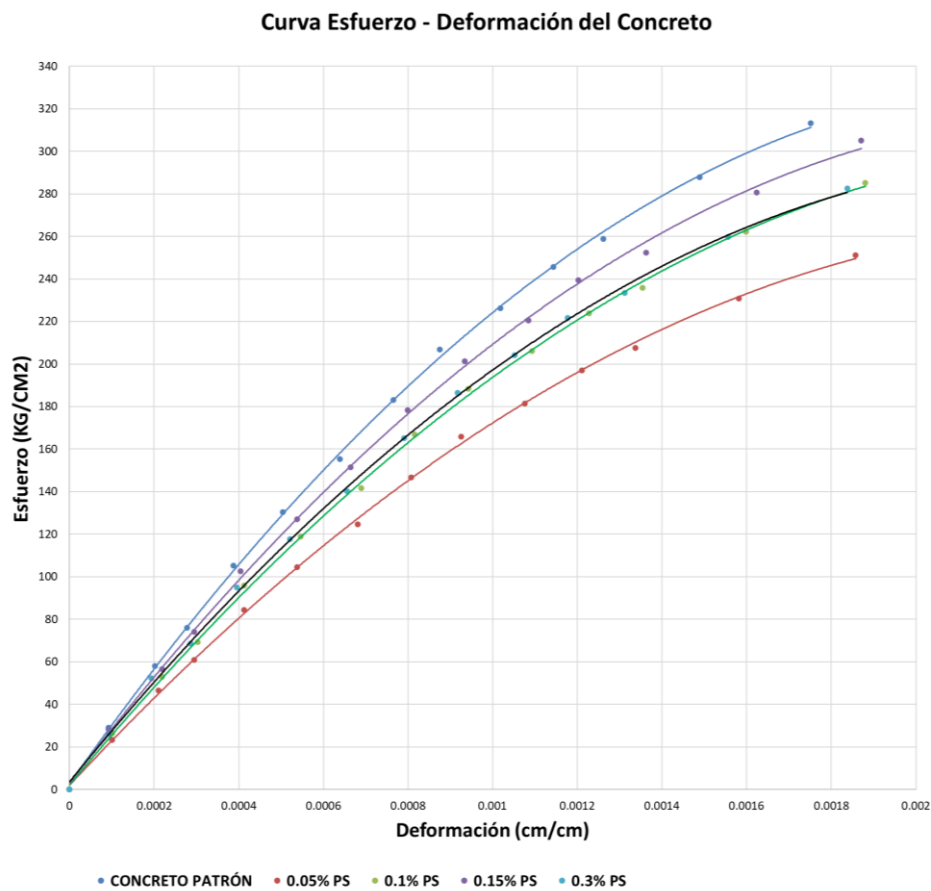
Diseño	Módulo de elasticidad (Kg/cm ²)	% Variación respecto al patrón
Diseño patrón	250209.00	-
Diseño con 0.05% PS	191384.74	76.49%
Diseño con 0.1% PS	215267.32	86.04%
Diseño con 0.15% PS	232230.51	92.81%
Diseño con 0.3% PS	218572.39	87.36%

Fuente: Propia

De acuerdo a la siguiente gráfica de barras se observó un aumento del módulo de elasticidad a medida que el porcentaje aumenta, pero esto cambia cuando el porcentaje varía de 0.15% a 0.3% del polímero.



Al graficar la curva de esfuerzo deformación a partir de los datos de laboratorio se observa la como las muestras con Poliacrilato de Sodio tienen un menor esfuerzo de rotura y menor módulo de elasticidad.

Ilustración 69: Curva de esfuerzo deformación del concreto

Fuente: Propia

Ensayo de penetración de agua a presión

Los resultados de penetración de agua se obtuvieron después de 72 horas y siendo un ensayo de durabilidad a menores valores es mejor.

Tabla 52: Resultados del ensayo de penetración de agua a presión

PENETRACIÓN DE AGUA (mm)							
TIPO DE MEZCLA	PROBETA 01		PROBETA 02		PROBETA 03		PROMEDIO DE PENETRACIÓN
	LADO A	LADO B	LADO A	LADO B	LADO A	LADO B	
Diseño patrón	34.5	34.5	36.01	37.03	62.55	59.89	44.08
Diseño con 0.05% PS	133.51	133.52	137.11	141.57	116.81	117.84	130.06
Diseño con 0.1% PS	79.38	79.37	85.25	86.74	81.92	83.02	82.61
Diseño con 0.15% PS	81.31	90.73	90.18	91.08	107.8	108.35	94.91
Diseño con 0.3% PS	68.19	66.93	68.91	71.11	69.07	67.56	68.63

Fuente: Propia

La magnitud de penetración del agua dentro del concreto patrón tuvo un promedio de 44.08 mm siendo el mejor desempeño de entre las muestras analizadas, las mezclas con adición de Poliacrilato en el porcentaje de 0.05% tuvo la penetración más alta de entre todas las mezclas con adición del polímero. La mezcla que mejor se comportó a la exposición de agua a presión fue la de 0.3% de agua. Al aumentar el porcentaje de Poliacrilato de Sodio de 0.1% a 0.15% se aprecia un aumento de la permeabilidad.

Tabla 53: Relación porcentual de penetración de agua respecto al patrón

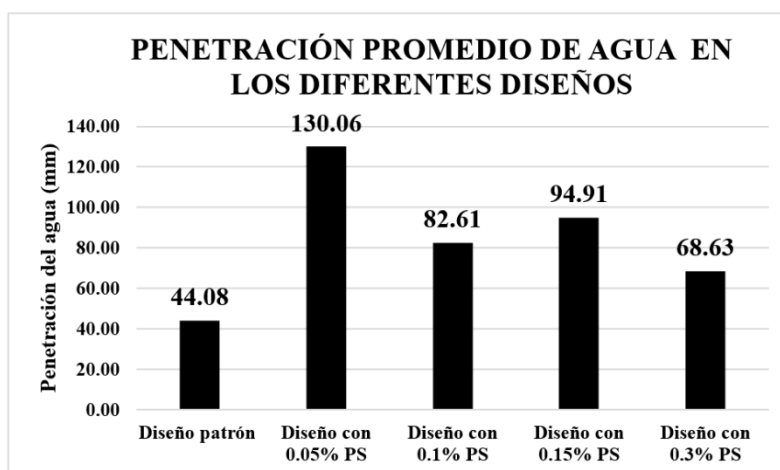
Diseño	Promedio de penetración (mm)	% Variación respecto al patrón
Diseño patrón	44.08	100.00%
Diseño con 0.05% PS	130.06	295.05%
Diseño con 0.1% PS	82.61	187.42%
Diseño con 0.15% PS	94.91	215.31%
Diseño con 0.3% PS	68.63	155.69%

Fuente: Propia

La mezcla con 0.3% de Poliacrilato de Sodio mostro menos resistencia a la penetración de agua con tan solo 55.69% más de lo obtenido el concretó patrón. Por otro lado, la muestra con 0.05% de Poliacrilato de Sodio alcanzo valores de penetración de casi el triple de lo obtenido en el concreto patrón.

A excepción de los registros de penetración de la mezcla de 0.15% se aprecia en la gráfica de barras una tendencia de reducción de la penetración a medida que el porcentaje de Poliacrilato de Sodio se eleva.

Ilustración 70: Ensayo de penetración de agua a presión

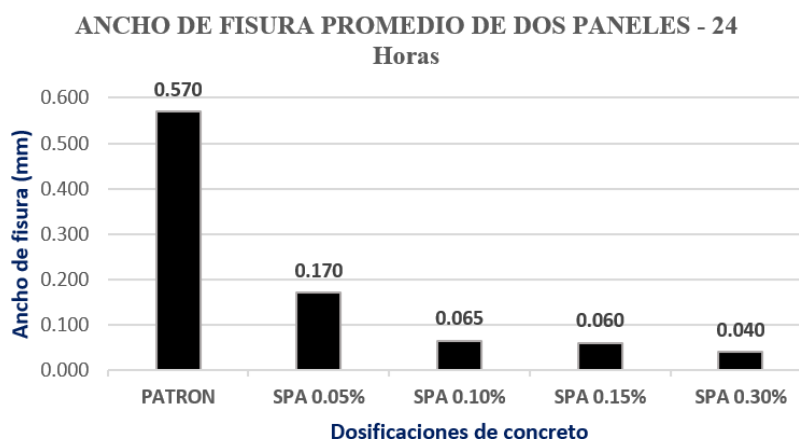


Fuente: Propia

Ensayo de fisuración por contracción plástica

Los paneles de concreto fueron sometidos a un flujo de aire contante obteniéndose fisuras que fueron medidas en espesor con un fisurómetro. La muestra patrón es la que mayor espesor de fisura obtiene después de 24 horas. La fisuración disminuye a medida que se incrementa en la mezcla el porcentaje del Poliacrilato de Sodio. La reducción del espesor de la fisura es más evidente al pasar de concreto patrón al menor porcentaje de Poliacrilato de Sodio.

Ilustración 71: Ensayo de fisuración por contracción plástica



Fuente: Propia

Se evidencio una reducción drástica del fisuramiento del concreto en las muestras con Poliacrilato de Sodio, la reducción se mostró en un rango 70 y 93% respecto al concreto patrón. Al mismo tiempo que la cantidad de Poliacrilato de Sodio en el concreto aumento la reducción de las fisuras se volvió más evidente delatando así una tendencia vinculante inversamente proporcional entre el Poliacrilato de Sodio y el espesor de las fisuras.

Tabla 54: Reducción en porcentaje de la fisuración por contracción plástica

Diseño	Ancho de fisura (mm)	% de reducción respecto a patrón
Diseño patrón	0.570	-
Diseño con 0.05% PS	0.170	70.18%
Diseño con 0.1% PS	0.065	88.60%
Diseño con 0.15% PS	0.060	89.47%
Diseño con 0.3% PS	0.040	92.98%

Fuente: Propia

Evaluación económica

Para el análisis económico se tomó en cuenta un curado convencional, un curado con Aditivo químico SIKA ANTISOL y el curado interno con el porcentaje de 0.15% de Poliacrilato de

Sodio que obtuvo una mejor desempeño en los diversos ensayos realizados en esta investigación.

A continuación, se muestran los precios unitarios de las partidas de concreto 245 kg/cm², curado con agua del concreto, curado con aditivo químico SIKA ANTISOL y el concreto 245 kg/cm² curado de forma interna con Poliácrlato de Sodio al 0.15%.

El concreto de f'c 210 kg/cm² tiene un costo unitario por metro cubico de 539.68 soles.

Tabla 55: Costo unitario del concreto f'c 245 kg/cm²

Partida						
CONCRETO PARA LOSA f'c= 245 kg/cm²						
Rendimiento m ³ /DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m ³		539.70	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	24.22	19.38	
PEON	hh	8.0000	3.2000	17.29	55.33	
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	19.12	15.30	
					90.01	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m ³		0.5690	75.00	42.68	
ARENA GRUESA	m ³		0.4920	55.00	27.06	
AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.2598	7.00	1.82	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		11.6700	31.00	361.77	
					433.33	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	90.01	2.70	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4000	10.50	4.20	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4000	23.64	9.46	
					16.36	

Fuente: Propia

El curado de concreto usando agua por metro cuadrado de superficie de concreto es de 1.88 soles.

Tabla 56: Costo unitario de curado de concreto con agua

Partida						
CURADO CON AGUA						
Rendimiento m ² /DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m ²		1.88	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.0000	0.0800	17.29	1.38	
					1.38	
Materiales						
AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.0500	7.00	0.35	
					0.35	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.38	0.04	
					0.04	

Fuente: Propia

El curado de concreto usando aditivo por metro cuadrado es de 5.41 soles.

Tabla 57: Costo unitario del curado con aditivo

Partida CURADO CON ADITIVO QUIMICO EN CONCRETO						
Rendimiento m2/DIA	150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2	5.41		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.0000	0.0533	17.29	0.92	
Materiales						
ANTISOL NORMALIZADO	kg		0.0520	43.14	2.24	
Equipos						
MOCHILA PARA APLICAR ADITIVO	hm	1.0000	0.0533	42.30	2.25	
					2.25	

Fuente: Propia

El concreto con 0.15% de Poliacrilato de Sodio tiene costo unitario por metro cubico de 649.07 soles.

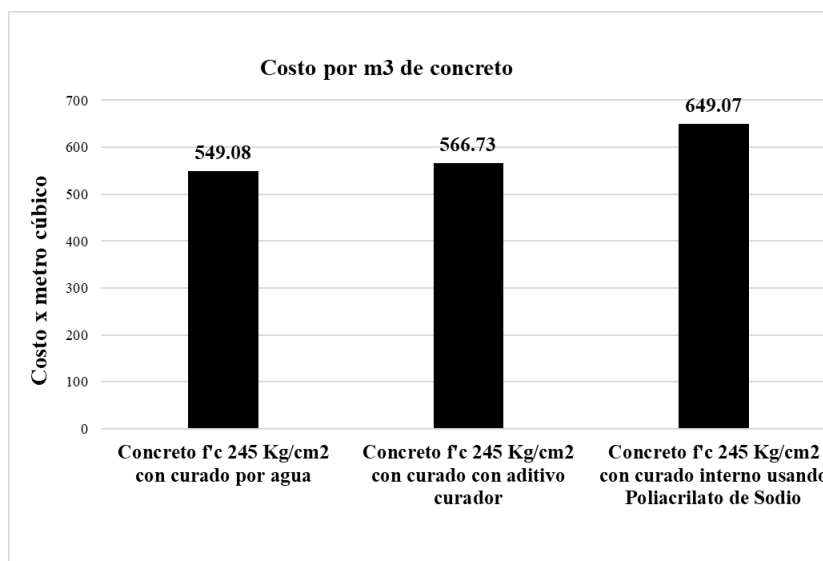
Tabla 58: Costo unitario de concreto curado internamente

Partida LOSA DE CONCRETO CON CURADO INTERNO DE PS AL 0.15% f'c= 245 Kg/cm2						
Rendimiento m2/DIA	18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m2	659.40		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.0000	0.8889	24.22	21.53	
PEON	hh	8.0000	3.5556	17.29	61.48	
OFICIAL	hh	2.0000	0.8889	19.12	17.00	
					100.01	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5690	75.00	42.68	
ARENA GRUESA	m3		0.4920	55.00	27.06	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2598	7.00	1.82	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		11.6700	31.00	361.77	
POLIACRILATO DE SODIO	kg		0.7440	145.00	107.88	
					541.21	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	100.01	3.00	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.4444	10.50	4.67	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4444	23.64	10.51	
					18.18	

Fuente: Propia

A partir de los costos unitarios realizamos una comparación del costo de concreto por metro cubico más su respectivo curado, de entre todos los tipos de curados el curado convencional con agua es más rentable a comparación de un curado químico o curado interno con Poliacrilato de sodio.

Ilustración 72: Costo unitario por m³ de concreto en 5 metros cuadrados de losa de $e=0.2m$



Fuente: Propia

El curado con aditivo químico SIKA ANTISOL tiene un costo de S/ 566.7 siendo un 3.2% más caro que el concreto curado con agua. El curado interno con 0.15% de Poliacrilato de sodio tiene el costo más elevado de los tres tipos de curado con un costo de S/649.07 por metro cubico y siendo un 18.2% más caro que el concreto curado con agua.

A partir del análisis económico la opción de curado convencional con agua surge como la más conveniente en términos económicos, sin embargo, es necesario ampliar en rango de costo beneficio considerando puntos importantes en el uso del curado con agua dado que será necesario mayor uso de mano de obra, eventuales resanes y la disponibilidad de agua y personal de manera permanente lo cual podría nivelar la balanza. Otro punto importante es la sostenibilidad del uso del recurso hídrico, una manera de lograr certificaciones ambientales ya sea para la empresa o para el proyecto es en lo que podría contribuir la opción de curado interno.







Discusión

Los resultados obtenidos en los ensayos en estado fresco (slump, peso unitario y temperatura de mezcla) han mostrado que el concreto patrón tiene mejores resultados y existe una relación inversa al % de Poliacrilato de Sodio en el concreto ya que a medida que el porcentaje aumenta los datos son menos satisfactorios. Esto evidencia que la trabajabilidad del concreto se reduce aumentando la cantidad de aire atrapado e influyendo en la porosidad del concreto. Por otro lado, los datos muestran que el Poliacrilato si reduce la exudación lo que influye en la aparición

de fisuras por contracción plástica. En el ensayo de tiempo de fraguado se evidenció un retardo en el tiempo de fraguado inicial y final, aunque este no es considerable.

A continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados de los ensayos.

Tabla 59: Relación de causa efecto del % de Poliácridato de Sodio en el concreto

Tipo de mezcla	Slump	Peso Unitario	Contenido de aire %	Temperatura (C°)	Volumen de agua exudada
Diseño patrón	3.8	2501.58	1.7	28	5.4
Diseño con 0.05% PS	2.9	2371.92	1.8	26	3.5
Diseño con 0.1% PS	2.8	2348.28	1.9	24	2.9
Diseño con 0.15% PS	2.6	2345.7	2.1	21.5	2.5
Diseño con 0.3% PS	2.3	2333.24	2.3	20	1.8
					

Fuente: Propia

El Poliácridato de Sodio reduce el slump, reduciendo así la trabajabilidad aumentando el contenido de aire y a la vez reduciendo el peso unitario; la reducción de trabajabilidad a causa de la absorción del agua de mezcla con Poliácridato también interviene reduciendo el volumen de agua exudada y la temperatura. A partir del análisis de los resultados y las propiedades absorbentes de agua por el Poliácridato de Sodio se infiere en las características del concreto en estado fresco.

En los datos de los ensayos de resistencia a compresión, flexión y módulo de elasticidad, se ha observado una misma tendencia de cambio en los valores, formando una misma figura a diferente escala. El concreto patrón mostro sistemáticamente una preponderancia en los resultados respecto a las demás muestras ensayadas. De entre las mezclas con Poliácridato de Sodio la que contiene el porcentaje de 0.15% se comportó mejor. El curado interno con Poliácridato de Sodio supera la resistencia de diseño, los valores se acrecientan a medida que el porcentaje de Poliácridato de Sodio se eleva hasta el porcentaje de 0.15%, para el valor de 0.3% los valores obtenidos decrecen.

Los valores de permeabilidad del concreto muestran concordancia con la reducción de trabajabilidad, peso unitario y la elevación del porcentaje de aire atrapado a causa de la aplicación de Poliácridato de Sodio en la mezcla ya que a mayor porcentaje en el concreto es mayor la profundidad de penetración de agua, esto evidencia el entrelazamiento entre los valores de estas propiedades del estado fresco y la permeabilidad así también como la correlación del Poliácridato de Sodio como agente causante de Permeabilidad.

El concreto patrón mostro fisuras de mayor espesor que las observadas en las demás muestras. La disminución del espesor del fisuramiento del concreto en las mezclas de concreto

a medida que el porcentaje adicionado aumenta siendo esta la misma relación obtenida en el ensayo de exudación al disminuir la exudación revelan que si existe injerencia del Poliacrilato de Sodio en estas propiedades.

De los ensayos realizados a las diferentes muestras de concreto se hace evidente a partir de los datos estos demuestran congruencia entre las propiedades del concreto que están enlazadas, demostrando así la certeza de los datos obtenidos y la influencia del porcentaje de Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno.

El costo unitario del concreto patrón es más atractivo económicamente respecto costo del porcentaje de Poliacrilato de Sodio con mejor desempeño, sin embargo, se deben valorar otros aspectos que pueden añadir rentabilidad económica indirecta lo que pueden influir en la elección del tipo de curado a utilizar.

Conclusiones

Como resultado de la investigación y los ensayos realizados en obra se llegó a las siguientes conclusiones:

-La capacidad absorbente del Poliacrilato de Sodio reduce en gran medida la trabajabilidad del concreto tal como se puede apreciar en los ensayos de slump realizados a la muestra patrón y las que contienen Poliacrilato de Sodio, ubicándose la reducción del slump de las mezclas con polímeros entre un 23.7% y 39.5% comparados con el slump de la muestra patrón.

-Los pesos unitarios se ven reducidos a medida que el Poliacrilato de Sodio aumenta su presencia en la mezcla causando una baja de hasta 7% respecto a la mezcla patrón.

-El porcentaje de aire atrapado en la mezcla tiene una relación directa con el aumento del porcentaje de adición de Poliacrilato.

-La temperatura de la mezcla tiende a disminuir a causa del crecimiento del porcentaje de Poliacrilato de Sodio.

-La exudación se reduce con la utilización de Poliacrilato de Sodio en la mezcla.

-El tiempo de fraguado inicial se ve reducido en las mezclas con adiciones de Poliacrilato de Sodio, así como el tiempo de fraguado final esto debido a que existe menos agua libre en la mezcla a causa de la adición del polímero, se aprecia además un decrecimiento del tiempo de fraguado inicial y final a medida que el porcentaje de la adición del polímero aumenta.

-La fisuración disminuye al utilizar el Poliacrilato de Sodio en la mezcla.

-Se obtuvieron resistencias a compresión iniciales altas, principalmente en la mezcla patrón, siendo la mezcla con 0.3% de Poliacrilato de Sodio la más baja con 220.5 kg/cm² a los 7 días representando un 90% de la resistencia de diseño.

-Todas las mezclas superan la resistencia de diseño a la edad de 28 días, la muestra más baja represento el 109% de esta.

-La mezcla con 0.1% de Poliacrilato de Sodio fue la que logro una mejor resistencia inicial seguida por la de 0.5%, 0.15% y 0.3%, lo que indica que para porcentajes mayores a 0.1% la resistencia inicial disminuye.

-El concreto patrón logro obtener un mejor desempeño de resistencia a compresión, teniendo resultados mayores a las mezclas con Poliacrilato de Sodio en cada una de las edades ensayadas y logrando una resistencia a los 28 y 56 días de 357.5 kg/cm² y 369.1 kg/cm² respectivamente demostrando así la preponderancia de un curado con agua.

-La mezcla con 0.15% de Poliacrilato de Sodio tuvo un ritmo sostenido de crecimiento en la resistencia a compresión, logrando superar la resistencia de diseño a los 14 días de edad, obteniendo un 1.15% y 1.28% de la resistencia de diseño a los 28 días y 56 días respectivamente.

-La resistencia a compresión se ve reducida para porcentajes de Poliacrilato de Sodio mayores a 0.15%.

-El concreto patrón tiene mejor módulo de elasticidad y mejor módulo de elasticidad respecto a los concretos con curado interno. El concreto con 0.15% fue de las que mejor se comportó de entre las demás muestras con Poliacrilato de Sodio.

-El concreto de la mezcla patrón tuvo mejor resistencia a flexión según lo esperado por los resultados de resistencia a compresión, logrando 53.28 kg/cm² de módulo de rotura.

-De acuerdo con los resultados de resistencia compresión, en los resultados de resistencia a flexión la mezcla de concreto con 0.15% de Poliacrilato de Sodio obtuvo un mejor desempeño con un 69.72% del valor obtenido en la mezcla patrón.

-La resistencia a flexión en las mezclas con adición de Poliacrilato de Sodio creció a medida que el porcentaje del polímero también lo hace, pero disminuye para un porcentaje de 0.3%.

-La reducción de las mezclas con adición de Poliacrilato de Sodio en la resistencia a flexión estuvo en el rango de 30.28% y 45.44% con respecto al concreto patrón.

-El módulo de elasticidad del concreto patrón curado de manera convencional es mayor a todas las muestras con curado interno manteniendo la tendencia vista en otros ensayos como compresión, la muestra con 0.15% de Poliacrilato de Sodio obtuvo un mejor desempeño de entre todas las muestras con curado interno.

-El módulo de elasticidad en las mezclas con adición de Poliacrilato de Sodio creció a medida que el porcentaje del polímero también lo hace, pero disminuye para el porcentaje mayor a 0.15%.

El concreto patrón curado en laboratorio tuvo la menor penetración de agua con 44.08 mm siendo este un valor aceptable para concretos en masa.

En el ensayo de penetración de agua el porcentaje de 0.05% de Poliacrilato de Sodio se obtuvo una profundidad de 130 mm lo que significa un 195% más de la penetración obtenida en la mezcla patrón.

La mezcla con 0.3% de Poliacrilato de Sodio fue la que mejor se comportó al estar expuesta al agua a presión obteniendo 68.63mm siendo un 55.69% más que lo obtenido en la mezcla patrón.

Las fisuras obtenidas en el ensayo de fisuración para el concreto patrón superan al promedio obtenido en cada uno de los porcentajes de Poliacrilato de Sodio estudiados en esta investigación evidenciando que el Poliacrilato de Sodio si reduce la fisuración .

El curado interno es más caro que el curado convencional y el curado con aditivo químico al considerar un enfoque de costo beneficio directo.

Recomendaciones

Se recomienda realizar una mezcla previa del Poliacrilato de Sodio con la arena para así lograr que el Poliacrilato se mezcle mejor y evitar que el polímero se concentre causando una mayor porosidad y siendo perjudicial para la estructura.

Se recomienda realizar una corrección del agua por slump debido a que según los resultados de la investigación este se reduce lo que afecta la trabajabilidad del concreto y puede conllevar la formación de cangrejeras.

Se recomienda hacer uso de cementos que provean resistencias iniciales altas ya que se observó que el curado interno con Poliacrilato de Sodio tiende a reducir el ritmo de crecimiento de la resistencia.

Se recomienda el uso de Poliacrilato de Sodio en el porcentaje de 0.15% siempre y cuando el uso de agua para el curado no se pueda realizar o tenga un considerable costo económico.

Se recomienda utilizar métodos de vibración efectivos para evitar la formación de cangrejeras en los elementos estructurales que se pretenda usar el curado interno con Poliacrilato de sodio.

Se recomienda utilizar métodos que reduzcan la cantidad de aire en el concreto debido a que los resultados de aire atrapado muestran un aumento de este cuando el % de poliacrilato aumenta.

Se recomienda hacer uso de Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno en los porcentajes de 0.1% y 0.15%.

Se recomienda no utilizar el porcentaje de 0.3% de Poliacrilato de Sodio ya que no se observó que una mayor cantidad del polímero pueda significar que se mejore las características del concreto.

Se recomienda hacer ensayos de compresión en obra para verificar que el uso de Poliacrilato de Sodio no reduca la resistencia por debajo del valor de diseño.

Como punto de partida para futuras investigaciones se recomienda centrarse en modificar positivamente el agua de diseño o utilizar un aditivo adicional que aumente la fluides del concreto y así mejorar los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ya que se evidenció que existió una relación entre el % de poliacrilato de Sodio y la reducción en los resultados de propiedades como slump, peso unitario, contenido de aire y que además esto se reflejó en las propiedades mecánicas. Además, considerar condiciones de curado en obra y así poder analizar en un entorno más realista.

Referencias

- [1] a. M. Research, «www.alliedmarketresearch.com,» Julio 2021. [En línea]. Available: bit.ly/3zyHyal.
- [2] Asociación Nacional Española de Fabricantes de Hormigón Preparado (ANEFHOP), «ANEFHOP,» 07 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3MG62kC>.
- [3] Portland Cement Association, «Diseño y Control de Mezclas de Concreto,» USA, 2004.
- [4] American Concrete Institute, «Standar Practice for Curing Concrete,» USA, 1994.
- [5] American Concrete Institute , «Guide to External Curing of Concrete,» USA, 2016.
- [6] Sika, «Curado del Concreto,» Colombia, 2009.
- [7] American Concrete Institute, «Report on Internally Cured Concrete Using Prewetted Absorptive Lightweight Aggregate,» USA, 2013.
- [8] M. A. Sanjuán Barbudo y P. Castro Borgues, Acción de los agentes químicos y físicos sobre el concreto, México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., 2001.
- [9] G. Tumialan, «PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA DEL CONCRETO,» de *ACI 562 Nueva Norma para la Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Edificaciones de Concreto*, Lima -Perú, 2014.
- [10] BBC NEWS, «www.bbc.com,» 26 Agosto 2016. [En línea]. Available: <https://bbc.in/3MMDK86>. [Último acceso: 11 Junio 2022].
- [11] D. Gestión, «<https://gestion.pe/>,» 07 Agosto 2013. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3MKu9P9>. [Último acceso: 12 Junio 2022].
- [12] R. E. Cervantes Abarca, «Evaluación De La Resistencia A La Compresión Del Concreto Estructural Elaborado En Obras Autoconstruidas En El Distrito De La Victoria, Chiclayo 2020,» Chiclayo - Perú, 2021.
- [13] D. ". Republica", «larepublica.pe,» 27 Abril 2020. [En línea]. Available: bit.ly/3USJAd6. [Último acceso: 20 11 2022].
- [14] R. RPP, «RPP NOTICIAS,» 30 Enero 2017. [En línea]. Available: bit.ly/3XkWZvW. [Último acceso: 20 Noviembre 2022].
- [15] UNESCO, «unesco.org,» [En línea]. Available: bit.ly/3OATePn. [Último acceso: 20 Noviembre 2022].

- [16] ONU-Agua, «Informe de políticas de ONU-AGUA sobre el Cambio Climático y el Agua,» Ginebra, 2017.
- [17] RILEM Committee TC-196, «Application of Super Absorbent Polymers (SAP) in Concrete Construction: State-of-the-Art Report,» Canadá, 2009.
- [18] Química Industrial, «www.quimicaindustrial.pe,» 2020. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3xnmIb2>.
- [19] Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi, «Diseño y Control de Mezclas de Concreto,» Skokie, Illinois.
- [20] M. Bhadki Safwan, M. A. Bodale Ahamad, S. Sayyad Kaleem y N. Ulde Nuh, «AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON INTERNALLY CURED CONCRETE,» Mumbai, 2016.
- [21] L. Rachana, A. Venkateswararao y C. M. chowdary, «Effect of self curing agent on mechanical properties of concrete with GGBS replacement,» *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, vol. 796, n° 1, pp. 1-10, 2021.
- [22] G. V. Jasmine, M. P. Kumar y P. M. Raju, «Study on early age and ultimate compressive strength of M30 grade self-curing concrete,» *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, vol. 1025, n° 1, pp. 1-10, 2021.
- [23] S. D. Rodríguez Torres, «Evaluación de los efectos del curado interno en el concreto,» Bgota, 2016.
- [24] A. Y. Vásquez Taico , «Concreto autocurable $f_c=210$ kg/cm², reemplazando un porcentaje,» Cajamarca - Perú, 2019.
- [25] S. R. Pinchi Morey y H. J. Ramírez Mejía, «Propuesta de aplicación del método de autocurado adicionando ladrillo,» Lima, 2020.
- [26] E. Pasquel Carbajal, Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú, Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, 1998.
- [27] T. E. Harmsen, Diseño de estructuras de concreto, IIMA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2002.
- [28] P. Portugal Barriga, Tecnología del concreto de alto desempeño, París , 2007.
- [29] F. Abanto Castillo, Tecnología del concreto, Lima.
- [30] RILEM Technical Committee196-ICC, , «Report 41: Internal Curing of Concrete - State-of-the-Art,» RILEM Publicaciones S.A.R.L., Bagneux, 2007.

- [31] A. Durán-Herrera, JA Canul-Polanco, R. Dávila-Pompermayer, LG López-Yépez y P. Valdez-Támez, «Efecto sinérgico de un polímero súper absorbente y un inhibidor de corrosión de nitrito de calcio en la durabilidad de un concreto de alto desempeño,» *ALCONPAT*, vol. 10, nº 2, pp. 206-218, 2020.
- [32] J. C. McCormac y R. H. Brown, *Diseño de Diseño de*, Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A, 2011.
- [33] F. Abanto Castillo, *Tecnología Del Concreto*, Lima: San Marcos.
- [34] Vedantu, «www.vedantu.com,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3OgiOIi>. [Último acceso: 16 Junio 2022].
- [35] Committe ACI 211., «Standard Practice for Selecting Proportions for. Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91),» USA, 2002.
- [36] Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, «AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino-NTP 400.012,» Lima, 2001.
- [37] INDECOPI, «Metodo de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado,» Lima, 2002.
- [38] INDECOPI, «Método de ensayo normalizado para determinar el peso unitario del agregado-NTP 400.017,» Lima, 2011.
- [39] INDECOPI, «Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso- NTP 400.021,» Lima, 2002.
- [40] INDECOPI, «Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino - NTP 400.022,» Lima, 2002.
- [41] INDECOPI, «Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams-NTP 339.035,» Lima, 2009.
- [42] INDECOPI, «Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)- NTP 339.046,» Lima, 2008.
- [43] INDECOPI, «Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigon (concreto) fresco, por el metodo de presion- NTP 339.083,» Lima, 2003.
- [44] INDECOPI, «Método de ensayo normalizados para exudación del concreto - NTP 339.077,» Lima, 2013.

- [45] INDECOPI, «Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto - NTP 339.184,» Lima, 2002.
- [46] INDECOPI, «Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración- NTP 339.082,» Lima, 2011.
- [47] INDECOPI, «Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas - NTP 339.034,» Lima, 2015.
- [48] INDECOPI, «Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo- NTP 339.078,» Lima, 2012.
- [49] American Society for Testing and Materials, «Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression,» USA, 2022.
- [50] AENOR, «Profundidad de penetración de agua bajo presión - UNE-EN 12390-8,» Madrid, 2001.
- [51] ASTM International, «Método para evaluar el agrietamiento por contracción plástica del concreto- ASTM C1579,» USA, 2014.

Anexos

Anexo 1: Ficha técnica del Poliacrilato de Sodio

POLIACRILATO DE SODIO FICHA TECNICA

producto para formación de geles de conservación de frío

Características físicas y químicas

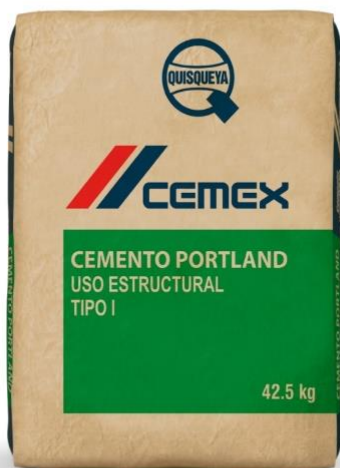
Item	
Composición	Polimero de alto peso molecular
Forma	Sólido cristalino
Color	Bianco
Olor	Ninguno
Ph	<7.0
Temperatura de ignición	No aplicable
Punto de fusión	No aplicable
Punto de inflamación	No aplicable
Presión de vapor	No aplicable
Densidad	0.56 – 0.7 gr./c.c.
Capacidad de absorbancia (gr./gr.)	250 -400 (agua deionizada).
Porcentaje soluble	Menor del 5%

Campos de Aplicaciones

En la fabricación de Geles o pilas de frío destinadas al transporte de alimentos en los cuales el mantener una baja temperatura es condición esencial para su preservación. Como por ejemplo: transporte de carnes frías, pescados y mariscos, flores, frutas, vegetales, medicinas, etc.

Es de especial aplicación en el transporte de productos en países del trópico, donde la cadena de frío no es la más adecuada. Su campo de acción por lo tanto se amplía tanto en el mercado nacional como a nivel de exportación.

Anexo 2: Ficha Técnica del cemento Tipo I

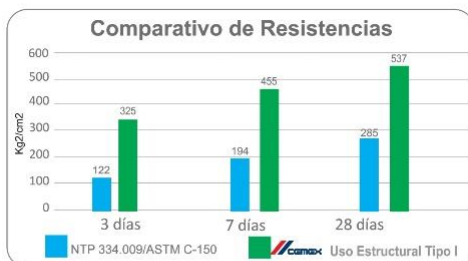


USO
ESTRUCTURAL
Tipo I

Cemento Portland de altas resistencias, permite construir estructuras de gran calidad y fortaleza.

Características Técnicas

Cemento Portland CEM I 52.5 N, cumple con:
Normativa Técnica: EN 197-1:2011
Norma Técnica Peruana: NTP 334.009
Norma Técnica Americana: ASTM C-150



Propiedades Físicas	Unidad	Uso Estructural Tipo I	Requisitos: NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de aire	%	6.0	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.05	Máximo 0.80
Densidad	g/ml	3.13	No específica

Tiempo de fraguado Vicat	Unidad	Uso Estructural Tipo I	Requisitos: NTP 334.009 / ASTM C150
Fraguado inicial	min	140	Mínimo 45
Fraguado final	min	190	Máximo 375

PROPIEDADES

- Cemento de altas resistencias iniciales y finales
- Rápido desencofrado
- Tiempo de fraguado óptimo
- Excelente manejabilidad y estabilidad
- Reduce el calor de hidratación y a tendencia a la fisuración en grandes estructuras
- Concreto óptimo y rentable por su mayor rendimiento
- Evita la segregación de la mezcla y ayuda a minimizar la exudación, por lo que el concreto pueden ser manejado y colocado con mayor facilidad.

USOS Y APLICACIONES

- Ideal para edificaciones y sistemas industrializados
- Para un rápido desencofrado
- Ideal para la producción de prefabricados de concreto
- Ahorros significativos en el consumo de cemento por metro cúbico de concreto
- Para una rápida puesta en uso de estructuras y vías de concreto
- Para obras de infraestructura como vigas, losas, muros y cimentaciones en diversos tipos de edificaciones

La información en el cuadro adjunto corresponde al promedio de los datos obtenidos en el periodo de ensayos de Julio 2021 a Setiembre 2021. Los despachos individuales pueden tener variaciones. Los resultados donde los límites no son especificados por norma se reportan solo como información.



Anexo 3: Certificado de calidad pág. 1


CERTIFICADO DE CALIDAD
N° 2022000400

CMA2022/4146

1. CLIENTE:

RAZÓN SOCIAL: CEMEX PERU S.A.
RUC: 20516020301
DIRECCIÓN: AV. REPÚBLICA DE COLOMBIA 791 OFIC. 503, SAN ISIDRO, LIMA – PERÚ

2. DATOS DEL LOTE

PRODUCTO DECLARADO: CEMENTO PORTLAND TIPO I - USO ESTRUCTURAL
NOMBRE DE EMBARCACIÓN: -
ENSAYOS EFECTUADOS POR: EN LABORATORIOS EXTERNOS
INFORME DE ENSAYO: INFORME DE CALIDAD N°042-JUN-22

3. ALCANCE:

LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA DE PRODUCTO FUERON COMPARADOS CON LA NTP 334.009: 2020

4. DE LA INSPECCION:

DE LOS RESULTADOS QUE SE DETALLAN A CONTINUACION CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA ANALIZADA.

5. RESULTADOS:**REQUERIMIENTOS QUIMICOS**

REQUERIMIENTOS	ESPECIFICACION NTP 334.009: 2020	RESULTADO	EVALUACION
Oxido de Magnesio (MgO) - % Máx.	6.0	2.89	CONFORME
Trióxido de Azufre (SO ₃) - % Máx.	3.5	2.80	CONFORME
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) - %	N.E.	5.67	N.E.
Oxido Férrico (Fe ₂ O ₃) - %	N.E.	3.32	N.E.
Pérdida por ignición (LOI) - % Máx.	3.5	2.17	CONFORME
Residuo insoluble % Max.	1.5	0.98	CONFORME

N.E.: NO ESPECIFICA

OCP/rr

Pág. 1 de 2

Our General terms and Conditions are available in full our www.pacificcontrol.us or, at your request
 Offices, Residents Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world



PACIFIC CONTROL S.A.C.

Phone Central: (+51) 1 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de
 Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el
 Salvador

Anexo 4: Certificado de calidad pág. 2



CERTIFICADO DE CALIDAD
N° 2022000400

CMA2022/4146

REQUERIMIENTOS FISICOS

REQUERIMIENTOS	ESPECIFICACION NTP 334.009: 2020	RESULTADO	EVALUACION
1. Resistencia a la Compresión, Min(Mpa)			
3 Días Min.	12 Mpa (122.37 kg/cm ²)	30.2 Mpa (307.95 kg/cm ²)	CONFORME
7 Días Min.	19 Mpa (193.75 kg/cm ²)	37.8 Mpa (385.45 kg/cm ²)	CONFORME
28 Días Min.	28 Mpa (285.52 kg/cm ²)	44.7 Mpa (455.81 kg/cm ²)	CONFORME
2. Tiempo de Fraguado Inicial, (Minutos), Min	45	135	CONFORME
Tiempo de Fraguado Final, (Minutos), Máx.	<375	264	CONFORME
3. Prueba de Finura			
Superficie específica (m ² /kg), min	260	321	CONFORME
4. Expansión en autoclave % Máx.	0.80	0.10	CONFORME
5. Contenido de aire en el mortero – Máx. %	12	7.26	CONFORME

N.E: NO ESPECIFICA

6. CONCLUSIÓN:

EL PRODUCTO CEMENTO PORTLAND TIPO 1 - USO ESTRUCTURAL EVALUADO ES **CONFORME** CON RESPECTO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA REQUISITO: NTP 334.009: 2020 CEMENTOS. CEMENTO PORTLAND. REQUISITOS

7. PERIODO DE VALIDEZ DEL CERTIFICADO DE CALIDAD:

90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE CERTIFICADO.

FECHA DE EMISION: 19 DE JULIO DEL 2022



Ing. Allan W. Vilchez Ruidiaz
Gerente de Inspecciones
PACIFIC CONTROL S.A.C

OCP/rr

Pág. 2 de 2

TIC Council is an international association
representing independent testing,
inspection and certification companies.



PACIFIC CONTROL S.A.C.

Phone Central: (+51) 1 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de
Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el
Salvador

Our General terms and Conditions are available in full our www.pacificcontrol.com or, at your request
Offices, Residents Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

Anexo 5: Diseño de mezcla pág. 1

<u>ELEMENTO</u>	<u>AGREGADO FINO</u>	<u>AGREGADO GRUESO</u>
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4"
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2549.00 Kg/m ³	2664.00 Kg/m ³
PESO UNITARIO SUELTO SECO	1465.00 Kg/m ³	1318.00 Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	1598.00 Kg/m ³	1436 Kg/m ³
ABSORCIÓN %	0.92 %	1.07 %
CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.65 %	0.30 %
MODULO DE FINEZA	3.04	
CEMENTO PESO ESPECÍFICO :		3130.00 Kg/m ³
AGUA – PESO ESPECÍFICO		1000.00 Kg/m ³
SLUMP: "Consistencia Plástica"		4"
Concreto		Sin aire incorporado
f _c a los 28 días		245.00 Kg/cm ²
Solución		
1.- Determinación de la resistencia promedio		
f _{cr} (1)=f _c +70 <210 kg/cm ²	70.000 Kg	
f _{cr} (2)=f _c +85 210 a 350 kg/cm ³	85.000 Kg	330.000 Kg
f _{cr} (1)=1.1f _c +50 >350 kg/cm ⁴	50.000 Kg	
2.- Tamaño máximo nominal		
Tamaño Máximo a Utilizar		3/4"
3.- Selección del Asentamiento		
Asentamiento a utilizar		4"
4.- Contenido de Aire Atrapado (Tabla 02)		
Contenido de Agua (Con T.M. de 3/4")	2.00 %	0.020 m³
5.- Volúmen unitario del Agua (Tabla 03)		
Contenido de Agua (Con T.M. de 1/2" y Slump de 4")		205.000 Its
6.- Relación de Agua / Cemento por Resistencia		
Con f _{cr} de 273.140 Kg/cm ² y Sin Exp. a Congelamiento y deshielo		
300	0.55	A/C = 0.508
330.000	x	
350	0.48	
7.- Calculo del Factor Cemento		
Factor Cemento	403.543 Kg/m ³	9.50 BLS
8- Calculo del Contenido del Agregado Grueso		
Con M.F.	3.04	
T.M.	3/4"	
		b/bo = 0.600 m³
PESO DEL AGREGADO GRUESO (b/bo x Peso Compactado Seco)		861.600 Kg/m³

Anexo 6: : Diseño de mezcla pág. 2

9.- Sumatoria de Valores Absolutos

Elemento	Pesos en Kg/m ³	P.e. en Kg/m ³	Peso en m ³
Cemento	403.543 Kg/m ³	3130 Kg/m ³	0.129 m ³
Agua	205.000 lts	1000 Kg/m ³	0.205 m ³
Aire	2.00 %	0.020 m ³	0.020 m ³
Agregado Grueso	861.600 Kg/m ³	2664 Kg/m ³	0.323 m ³
		∑ Vol conocidos	0.677 m³

10.- Calculo del Contenido del Agregado Fino

Volúmen Absoluto del Agregado Fino = $1 - \sum \text{Vol conocidos}$ = **0.323 m³**

Peso del Agregado Fino Seco **823.327 Kg/m³**

11.- Valores de Diseño : Cantidades de Materiales como valor de diseño - Condiciones Secas

Cemento	403.543 Kg/m ³
Agua de Diseño	205.000 Kg/m ³
Agregado Grueso Seco	861.600 Kg/m ³
Agregado Fino Seco	823.327 Kg/m ³

12.- Corrección por humedad del Agregado

Contenido de Humedad	Peso Humedo
Agregado Grueso Húmedo (Cont Hum 0.3%)	864.185 Kg/m³
Agregado Fino Húmedo (Cont Hum 0.65%)	828.679 Kg/m³

12.- Aporte de Humedad de los Agregados

Agregado Fino (0.65% - 0.92%)	-0.27 %
Agregado Grueso (0.30% - 1.07%)	-0.77 %

Agregado Grueso	-6.669 Lt/m ³
Agregado Fino	-2.198 Lt/m ³
Aporte de Humedad de los Agregados	-8.867 Lt/m ³
Agua Efectiva:	213.867 Lt/m³

13.- Pesos de Materiales Corregidos por humedad a ser empleados

Elemento	Peso en Kg
Cemento	403.543 Kg/m ³
Agua	213.867 lts
Agregado Grueso Húmedo	864.185 Kg/m ³
Agregado Fino Húmedo	828.679 Kg/m ³

Anexo 7: Diseño de mezcla pág. 3

14.- Proporción en Peso

A.- En Condiciones Húmedas

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1	2.054	2.141	0.530 Lts./bls

18.- Pesos por Tandas

Cemento	42.500 Kg/Saco
Agua Efectiva	22.525 Lts./bls
Agregado Fino Húmedo	87.295 Kg/Saco
Agregado Grueso Húmedo	90.993 Kg/Saco

19.- Ajuste de Proporciones

Condiciones secas :

Cemento	403.543 Kg/m ³
Agua de Diseño	205.000 lts /m ³
Agregado Grueso Seco	861.600 Kg/m ³
Agregado Fino Seco	823.327 Kg/m ³

Relacion agua cemento:

A/C = 0.508

Volúmenes iniciales

Cemento	0.129 m ³	0.334 m ³
Agua de Diseño	0.205 m ³	
Agregado Grueso Seco	0.020 m ³	
Agregado Fino Seco	0.323 m ³	0.343 m ³

Nuevos pesos

Asentamiento de diseño:	3-4"	4"
Asentamiento obtenido:	0"	

Adicionar = 47.000 lts

AGUA	205.000 lts	+	47.000 lts	=	252.000 lts
CEMENTO=	252	/	0.508	=	496.06 Kg

*Mantenemos la relacion agua cemento de $\frac{1}{2}$ A/C = 0.508

Volúmenes corregidos

Cemento	0.158 m ³
Agua	0.252 m ³
Contenido de aire	0.020 m ³
Volumen de pasta	0.430 m ³

Volumen de agregados 0.570 m³

Anexo 8: Diseño de mezcla pág. 4

Volúmenes originales:

Agregado Grueso	0.323 m3
Agregado Fino	0.323 m3
Volumen total inicial de agregados	0.646 m3
Porcentaje AF del volumen inicial	50.00%
Porcentaje AG del volumen inicial	50.00%

Nuevos volúmenes

AF	0.285 m3
AG	0.285 m3

Valores de Diseño : Cantidades de Materiales como valor de diseño - Condiciones Secas

Cemento	496.063 Kg/m3
Agua de Diseño	252.000 lts
Agregado Grueso Seco	758.592 Kg/m3
Agregado Fino Seco	725.845 Kg/m3

Corrección por humedad del Agregado

Contenido de Humedad	
Agregado Grueso Húmedo (Cont Hum 0.3%)	758.592 Kg/m3
Agregado Fino Húmedo (Cont Hum 0.65%)	725.845 Kg/m3

Humedad Superficial	
Agregado Fino (0.65% - 0.92%)	-0.27 %
Agregado Grueso (0.30% - 1.07%)	-0.77 %

Aporte de Humedad de los Agregados

Agregado Grueso	-5.872
Agregado Fino	-1.938
Aporte de Humedad de los Agregados	-7.81

Agua Efectiva: 259.810 lts

Pesos de Materiales Corregidos por humedad a ser empleados

Cemento	496.063 Kg/m3
Agua	259.810 lts
Agregado Grueso Húmedo	758.592 Kg/m3
Agregado Fino Húmedo	725.845 Kg/m3

Proporción en Peso

En Condiciones Húmedas

C	:	AF	:	AG	:	Agua
1		1.463		1.529		0.524 Lts./bls

Pesos por Tandas

Cemento	42.5 kg/bls
Agua Efectiva	22.270 Lts./bls
Agregado Fino Húmedo	62.178 kg/bls
Agregado Grueso Húmedo	64.983 kg/bls

*Anexo 9: Diseño de mezcla pág. 5***DISEÑO TEÓRICO**

VALORES DE DISEÑO: CONDICIONES HUMEDAS

Cemento	496.063 Kg/m ³
Agua	259.810 Kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	758.592 Kg/m ³
Agregado Fino Húmedo	725.845 Kg/m ³

CANTIDAD DE ADICIÓN DE POLIACRILATO DE SODIO POR m³ DE CONCRETO

DOSIFICACIÓN (%)	kg/m ³
0.05%	0.248
0.10%	0.496
0.15%	0.744
0.30%	1.488

Anexo 10: Poliacrilato de Sodio

Anexo 11: Informe de resultados de ensayo de granulometría del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

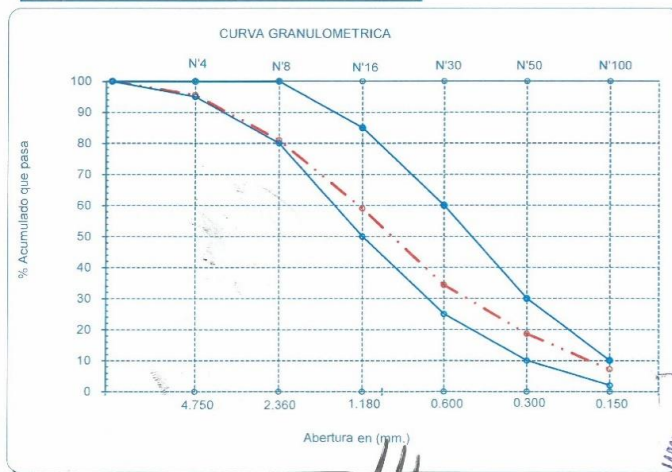


Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliácrido de Sodio como agente de curado interno-Chidlayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera Patapo - La Victoria
 P. Inicial H. : 1000.4
 P. Inicial S. : 994.2
 % de Humedad = 0.62

Malla	Peso Ret.	Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
						Pulg.	(mm.)
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	43.75	4.4	4.4	95.6	95	100
Nº 08	2.360	144.83	14.6	19.0	81.0	80	100
Nº 16	1.180	218.2	21.9	40.9	59.1	50	85
Nº 30	0.600	245.39	24.7	65.6	34.4	25	60
Nº 50	0.300	155.99	15.7	81.3	18.7	10	30
Nº 100	0.150	114.4	11.5	92.8	7.2	2	10
Fondo		71.63	7.2	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				3.040			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Ing. Davila Sotero Segundo Max
 R. Idoneidad Obtuvo
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 12: Informe de resultados de ensayo de granulometría del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



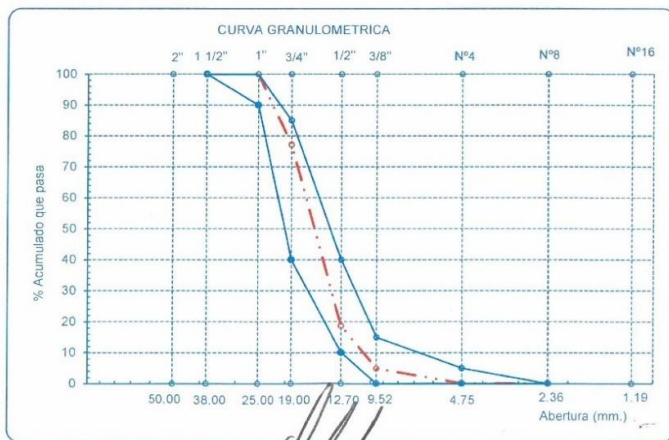
Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis

: Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$,
 utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Lugar : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022
Fecha de emisión

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera Pacherras **P. Inicial H.** 5009.99 **% de Humedad =** 0.26
P. Inicial S. 4997

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	1143.0	22.9	22.9	77.1	40.0	85.0
1/2"	12.70	2922.0	58.5	81.3	18.7	10.0	40.0
3/8"	9.52	684.0	13.7	95.0	5.0	0.0	15.0
Nº 04	4.75	241.0	4.8	99.9	0.1	0.0	5.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0
Fondo		7.0	0.1	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



Henry Rivadeneira Obittas
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo 13: Informe de resultados de ensayo de peso unitario del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Cantera Patapo - La Victoria

1.- PESO UNITARIO SUELTO

	A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	30064.0	29864.0	29864.0
02.- Peso del recipiente (gr.)	8364.0	8364.0	8364.0
03.- Peso de muestra (gr.)	21700.0	21500.0	21500.0
04.- Constante ó Volumen (cm ³)	14.63	14.63	14.6
05.- Peso unitario suelto húmedo (gr/cm ³)	1.48	1.47	1.5
06.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio) (gr/cm ³)	1.474		
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio) (gr/cm ³)	1.465		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

08.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	31764.0	32064.0	31864.0
09.- Peso del recipiente (gr.)	8364.0	8364.0	8364.0
10.- Peso de muestra (gr.)	23400.0	23700.0	23500.0
11.- Constante ó Volumen (cm ³)	14.63	14.63	14.6
12.- Peso unitario suelto húmedo (gr/cm ³)	1.60	1.62	1.6
13.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio) (gr/cm ³)	1.609		
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio) (gr/cm ³)	1.599		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda (gr.)	1082.12
B.- Peso de muestra seca (gr.)	1075.95
C.- Peso de recipiente (gr.)	82.12
D.- Contenido de humedad (%)	0.62

Henry Rivas de la Cruz
Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT



Anexo 14: Informe de resultados de ensayo de peso unitario del agregado grueso.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f'c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera Pacherras

1.- PESO UNITARIO SUELTO		A	B	C
01.- Peso de la muestra suelta + recipiente (kg.)		27.8	27.7	27.7
02.- Peso del recipiente (kg.)		8.4	8.4	8.4
03.- Peso de muestra (kg.)		19.4	19.3	19.3
04.- Constante ó Volumen (m ³)		0.01	0.01	0.0
05.- Peso unitario suelto húmedo (gr./cm ³)		1.33	1.32	1.3
06.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio) (gr./cm ³)		1.324		
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio) (gr./cm ³)		1.321		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

08.- Peso de la muestra suelta + recipiente (kg.)		29.3	29.5	29.6
09.- Peso del recipiente (kg.)		8.4	8.4	8.4
10.- Peso de muestra (kg.)		20.9	21.1	21.2
11.- Constante ó Volumen (m ³)		0.01	0.01	0.0
12.- Peso unitario suelto húmedo (gr./cm ³)		1.43	1.44	1.5
13.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio) (gr./cm ³)		1.442		
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio) (gr./cm ³)		1.439		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda (gr.)		5679
B.- Peso de muestra seca (gr.)		5666
C.- Peso de recipiente (gr.)		679.0
D.- Contenido de humedad (%)		0.26

Henry Rivas Sotero
Obtinido
Tec. Laboratorio
USAT



Anexo 15: Informe de resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera Patapo - La Victoria

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1082.12
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1075.95
C.- Peso de recipiente	(gr.)	82.1
D.- Contenido de humedad	(%)	0.62

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185



Cantera : Cantera Pacherras

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5679
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5666
C.- Peso de recipiente	(gr.)	679.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.26

Observaciones :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


Henry Rivaldenezra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT




Anexo 16: Informe de resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino y grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera Patapo - La Victoria

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso	(g)	976.1	1019.1
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	670.39	713.74
3.- Peso del Agua	(g)	305.67	305.39
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	666.22	708.82
5.- Peso del Frasco	(g)	170.08	213.37
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	495
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.553	2.546
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.573	2.569
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.605	1.000
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.84	0.99
E.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PROMEDIO	(%)	0.92	

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Cantera Pacherras

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2218	2159
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2242	2182
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canasti	(g)	2456	2417
4.- Peso de la canastilla	(g)	1046	1046
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1410	1371

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.666	2.662
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.695	2.691
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.745	2.740
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.08	1.07
E.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PROMEDIO	(%)	1.07	

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



Anexo 17: Informe de resultados del ensayo de slump



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chidayo
Lugar : Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chidayo, 18 de Noviembre del 2022.

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f_c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido(pulg)	Obtenido(cm)
1	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ²	245	28/10/2022	3.8	9.7
2	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.05%	245	28/10/2022	2.9	7.4
3	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.1%	245	28/10/2022	2.8	7.1
4	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.15%	245	28/10/2022	2.6	6.6
5	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.3%	245	28/10/2022	2.3	5.8

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 18: Informe de resultados de ensayo de contenido de aire



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.

Referencia : N.T.P. 339.080

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Contenido de aire - Método por presión (%)		
		f _c (kg/cm ²)	(Días)	Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
01	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ²	245	28/10/2022	11:30 a. m.	Medido "B"	1.7
02	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.05%	245	28/10/2022	2:30 p. m.	Medido "B"	1.8
03	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.1%	245	28/10/2022	4:30 p. m.	Medido "B"	1.9
04	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.15%	245	28/10/2022	5:30 p. m.	Medido "B"	2.1
05	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.3%	245	28/10/2022	6:30 p. m.	Medido "B"	2.3

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 19: Informe de resultados de ensayo de temperatura



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f_c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
01	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ²	245	28/10/2022	28.0
02	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.05%	245	28/10/2022	26.0
03	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.1%	245	28/10/2022	24.0
04	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.15%	245	28/10/2022	21.5
05	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.3%	245	28/10/2022	20.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 20: Informe de resultados de ensayo de exudación – concreto patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrílico de Sodio como agente de curado interno-Chidayo
Lugar : Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 16 de diciembre del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto

Referencia : N.T.P. 339.077 : 2013

Area= 176.714 cm²

Hora	Intervalo de tiempo (minutos)	Volumen de agua exudada (ml)	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada X unidad de área (ml/cm ²)
09:35	Inicio	0	0	0.000
09:45	10.00	0,6	0,6	0.003
09:55	10.00	0,9	1,5	0.008
10:05	10.00	1	2,5	0.014
10:15	10.00	1	3,5	0.020
10:45	30.00	1,2	4,7	0.027
11:15	30.00	0,5	5,2	0.029
11:45	30.00	0,2	5,4	0.031

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.




Henry Rivasdeheya Obitas
Tec. Laboratorio USAT


Anexo 21: Informe de resultados de ensayo de exudación – concreto con 0.05% de PS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davilla Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 16 de diciembre del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto

Referencia : N.T.P. 339.077 : 2013

Área= 176.714 cm²

Hora	Intervalo de tiempo (minutos)	Volumen de agua exudada (ml)	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada X unidad de área (ml/cm ²)
09:45	Inicio	0	0	0.000
09:55	10.00	0.4	0.4	0.002
10:05	10.00	0.6	1	0.006
10:15	10.00	0.9	1.9	0.011
10:25	10.00	0.5	2.4	0.014
10:55	30.00	0.7	3.1	0.018
11:25	30.00	0.4	3.5	0.020

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Henry Obilias
 Tec. Laboratorio USAT

Anexo 22: Informe de resultados de ensayo de exudación – concreto con 0.1% de PS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 16 de diciembre del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto

Referencia : N.T.P. 339.077 : 2013

Área= 176.714 cm²

Hora	Intervalo de tiempo (minutos)	Volumen de agua exudada (ml)	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada X unidad de área (ml/cm ²)
09:55	inicio	0	0	0.00000
10:05	10.00	0.3	0.3	0.00170
10:15	10.00	0.5	0.8	0.00453
10:25	10.00	0.7	1.5	0.00849
10:35	10.00	0.4	1.9	0.01075
11:05	30.00	0.6	2.5	0.01415
11:35	30.00	0.4	2.9	0.01641

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.




Henry Obiklas
Tec. Laboratorio
USAT



Anexo 23: Informe de resultados de ensayo de exudación – concreto con 0.15% de PS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chidayo
Lugar : Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 16 de diciembre del 2022.

Ensayo CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto

Referencia N.T.P. 339.077 : 2013

Área= 176.714 cm²

Hora	Intervalo de tiempo (minutos)	Volumen de agua exudada (ml)	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada X unidad de área (ml/cm ²)
10:05	inicio	0	0	0.000
10:15	10.00	0.3	0.3	0.002
10:25	10.00	0.4	0.7	0.004
10:35	10.00	0.5	1.2	0.007
10:45	10.00	0.3	1.5	0.008
11:15	30.00	0.6	2.1	0.012
11:45	30.00	0.4	2.5	0.014

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Henry Rivadeneira Obiitas
 Tec. Laboratorio USAT

Anexo 24: Informe de resultados de ensayo de exudación – concreto con 0.3% de PS.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f'c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Viernes, 16 de diciembre del 2022.

Ensayo CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto

Referencia N.T.P. 339.077 : 2013

Área= 176.714 cm²

Hora	Intervalo de tiempo (minutos)	Volumen de agua exudada (ml)	Volumen acumulado	Volumen de agua exudada X unidad de área (ml/cm ²)
10:25	Inicio	0	0	0.000
10:25	10.00	0.2	0.2	0.001
10:35	10.00	0.4	0.6	0.003
10:45	10.00	0.3	0.9	0.005
10:55	30.00	0.5	1.4	0.008
11:25	30.00	0.4	1.8	0.010

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.




Henry Obittas
Téc. Laboratorio
USAT

Anexo 25: Informe de resultados de ensayo de peso unitario



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

Referencia N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ²	245	28/10/2022	2501.58
02	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.05%	245	28/10/2022	2371.92
03	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.1%	245	28/10/2022	2348.26
04	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.15%	245	28/10/2022	2345.70
05	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.3%	245	28/10/2022	2333.24

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.




Henry Obilias
Tec. Laboratorio
USAT

Anexo 26: Informe de resultados de ensayo de tiempo de fraguado – concreto patrón.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.
NORMA : NTP 339.082.2011

Muestra : Concreto Patrón
Hora de Inicio : 9:30:00 a. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (KgF)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
11:52	02:22	142	645	1	5.0	11	11
13:38	04:08	248	645	1	122.3	270	270
14:38	05:08	308	323	1/2	181.6	400	801
15:08	05:38	338	161	1/4	249.8	551	2203
15:23	05:53	353	65	1/10	123.0	271	2711
15:38	06:08	368	32	1/20	63.4	140	2797
16:23	06:53	413	16	1/40	66.0	146	5822



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:34 Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:26 Horas

OBSERVACIONES :
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

[Firma manuscrita]
 Henry Ruydeneyra Obilitas
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo 27: Informe de resultados de ensayo de tiempo de fraguado – concreto con 0.05% de PS.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.

NORMA : NTP 339.082:2011

Muestra : 0.05% Poliácrlato

Hora de Inicio : 10:20:00 a. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (KgF)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
12:42	02:22	142	645	1	1.6	4	4
14:28	04:08	248	645	1	94.6	209	209
15:28	05:08	308	323	1/2	209.7	462	925
15:58	05:38	338	161	1/4	154.5	341	1362
16:13	05:53	353	65	1/10	94.6	208	2084
16:28	06:08	368	32	1/20	61.5	136	2712
17:13	06:53	413	16	1/40	73.4	162	6473



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:33 Horas
Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:24 Horas

OBSERVACIONES :
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

Henry Rivas de Neyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 28: Informe de resultados de ensayo de tiempo de fraguado – concreto con 0.1% de PS.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f'c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.

NORMA : NTP 339.082:2011

Muestra : 0.1% Poliacrilato

Hora de Inicio : 11:00:00 a. m. 10:00

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
13:22	02:22	142	645	1	2.7	6	6
15:08	04:08	248	645	1	97.1	214	214
16:08	05:08	308	323	1/2	217.2	479	958
16:38	05:38	338	161	1/4	258.8	570	2282
14:53	03:53	353	65	1/10	125.9	277	2774
17:08	06:08	368	32	1/20	72.1	159	3177
17:53	06:53	413	16	1/40	68.9	152	6076



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:32 Horas
Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:21 Horas

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

Henry Rivadeneira Obillas
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 29: Informe de resultados de ensayo de tiempo de fraguado – concreto con 0.15% de PS.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo

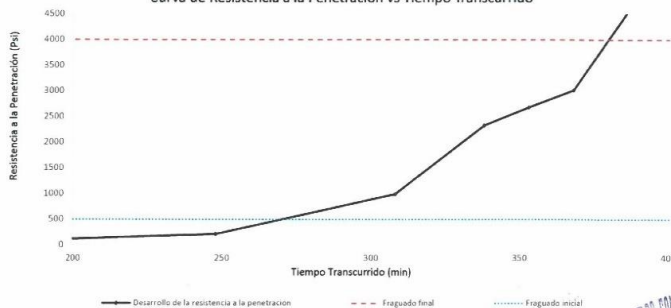
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.
NORMA : NTP 339.082.2011

Muestra : 0.15% Poliácrlato
Hora de Inicio : 11:45:00 a. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Kg \bar{f})	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:07	02:22	142	645	1	3.2	7	7
15:53	04:08	248	645	1	96.6	213	213
16:53	05:08	308	323	1/2	224.3	494	989
17:23	05:38	338	161	1/4	263.5	581	2324
17:38	05:53	353	161	1/10	121.3	267	2674
17:53	06:08	368	65	1/20	68.3	151	3011
18:38	06:53	413	32	1/40	77.2	170	6808

Córrva de Resistencia a la Penetración vs Tiempo Transcurrido



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:30 Horas
 Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:20 Horas

OBSERVACIONES :
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

Henry Rivas Beneyra
 Obliuas
 Tec. Laborante
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 30: Informe de resultados de ensayo de tiempo de fraguado – concreto con 0.3% de PS.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
: Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$
Tesis : kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 21 de Octubre del 2022

ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.

NORMA : NTP 339.082.2011

Muestra : 0.3% Poliácrlato

Hora de Inicio : 12:30:00 p. m.

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido		Área (mm ²)	Área (Pulg ²)	Fuerza (Kgf)	Fuerza (Libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
	Horas	Minutos					
14:42	02:12	142	645	1	4.1	9	9
16:38	04:08	248	645	1	96.0	212	212
17:38	05:08	308	323	1/2	251.9	555	1111
18:08	05:38	338	161	1/4	281.8	621	2485
18:23	05:53	353	161	1/10	133.7	295	2948
18:38	06:08	368	65	1/20	84.6	187	3730
19:23	06:53	413	32	1/40	59.1	130	5212



Tiempo Fraguado Inicial 500 PSI: 04:27 Horas
Tiempo Fraguado Final 4000 PSI: 06:16 Horas

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante

Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 31: Informe de resultados de ensayo de resistencia a compresión – edad 7 días.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ²	28/10/2022	04/11/2022	7	289
02	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ³	28/10/2022	04/11/2022	7	286
03	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.05%	28/10/2022	04/11/2022	7	232
04	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.05%	28/10/2022	04/11/2022	7	225
05	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.1%	28/10/2022	04/11/2022	7	204
06	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.1%	28/10/2022	04/11/2022	7	255
07	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.15%	28/10/2022	04/11/2022	7	225
08	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.15%	28/10/2022	04/11/2022	7	227
09	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.3%	28/10/2022	04/11/2022	7	205
10	C $f_c=245$ - Poliacrilato 0.3%	28/10/2022	04/11/2022	7	236

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henry Eugenio Oblitas
Téc. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 32: Informe de resultados de ensayo de resistencia a compresión – edad 14 días.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f_c kg/cm ²
01	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ²	28/10/2022	11/11/2022	14	290
02	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ³	28/10/2022	11/11/2022	14	309
03	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.05%	28/10/2022	11/11/2022	14	235
04	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.05%	28/10/2022	11/11/2022	14	287
05	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.1%	28/10/2022	11/11/2022	14	268
06	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.1%	28/10/2022	11/11/2022	14	256
07	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.15%	28/10/2022	11/11/2022	14	243
08	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.15%	28/10/2022	11/11/2022	14	249
09	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.3%	28/10/2022	11/11/2022	14	220
10	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.3%	28/10/2022	11/11/2022	14	243

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


Henry Roldaneyra Obittas
Téc. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



Anexo 33: Informe de resultados de ensayo de resistencia a compresión – edad 28 días.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 1 de diciembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f_c kg/cm ²
01	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ²	28/10/2022	25/11/2022	28	361
02	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ³	28/10/2022	25/11/2022	28	354
03	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.05%	28/10/2022	25/11/2022	28	265
04	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.05%	28/10/2022	25/11/2022	28	265
05	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.1%	28/10/2022	25/11/2022	28	281
06	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.1%	28/10/2022	25/11/2022	28	264
07	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.15%	28/10/2022	25/11/2022	28	285
08	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.15%	28/10/2022	25/11/2022	28	277
09	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.3%	28/10/2022	25/11/2022	28	271
10	C $f_c=245$ - Poliácrlato 0.3%	28/10/2022	25/11/2022	28	263

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivasenbyra Jobillas
 Tec. Laboratorio USAT



 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 34: Informe de resultados de ensayo de resistencia a compresión – edad 56 días.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Davila Sotero Segundo Max
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de enero del 2023

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f_c kg/cm ²
01	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ²	28/10/2022	23/12/2022	56	370
02	Concreto Patron $f_c=245$ kg/cm ³	28/10/2022	23/12/2022	56	368
03	C $f_c=245$ - Poliácrlilato 0.05%	28/10/2022	23/12/2022	56	284
04	C $f_c=245$ - Poliácrlilato 0.05%	28/10/2022	23/12/2022	56	281
05	C $f_c=245$ - Poliácrlilato 0.1%	28/10/2022	23/12/2022	56	292
06	C $f_c=245$ - Poliácrlilato 0.1%	28/10/2022	23/12/2022	56	300
07	C $f_c=245$ - Poliácrlilato 0.15%	28/10/2022	23/12/2022	56	305
08	C $f_c=245$ - Poliácrlilato 0.15%	28/10/2022	23/12/2022	56	321
09	C $f_c=245$ - Poliácrlilato 0.3%	28/10/2022	23/12/2022	56	276
10	C $f_c=245$ - Poliácrlilato 0.3%	28/10/2022	23/12/2022	56	281

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


Henry Rivadeneira Obittas
Tec. Laboratorio USAT



USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 35: Informe de resultados de ensayo de resistencia a la flexión.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : Davila Sotero Segundo Max

Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Proyecto : Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 01 de Diciembre del 2022

Norma : N.T.P. 339.078
Titulo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos.

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	Viga 1 - D.Patrón 245	28/10/2022	25/11/2022	40200	28	5.4	54.66	53.28
02	Viga 2 - D.Patrón 245	28/10/2022	25/11/2022	38170	28	5.1	51.90	
03	Viga 1 - SPA 0.05%	28/10/2022	25/11/2022	22100	28	2.9	30.05	29.07
04	Viga 2 - SPA 0.05%	28/10/2022	25/11/2022	20660	28	2.8	28.09	
05	Viga 1 - SPA 0.1%	28/10/2022	25/11/2022	24150	28	3.2	32.83	35.72
06	Viga 2 - SPA 0.1%	28/10/2022	25/11/2022	28390	28	3.8	38.60	
07	Viga 1 - SPA 0.15%	28/10/2022	25/11/2022	26510	28	3.5	36.04	37.14
08	Viga 2 - SPA 0.15%	28/10/2022	25/11/2022	28130	28	3.8	38.25	
09	Viga 1 - SPA 0.3%	28/10/2022	25/11/2022	22650	28	3.0	30.79	31.41
10	Viga 2 - SPA 0.3%	28/10/2022	25/11/2022	23560	28	3.1	32.03	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.


Henry Rindenevra Obillias
Téc. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 36: Informe de resultados de ensayo profundidad de penetración de agua – concreto patrón.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : miércoles 30 de noviembre del 2022.
Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
Norma : UNE-EN12390-8

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO PATRÓN 245	28	30/11/2022	03/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	34.50	44.08	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	34.50		
M-02	CONCRETO PATRÓN 245	28	30/11/2022	03/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	36.01		
								B	37.03		
M-03	CONCRETO PATRÓN 245	28	30/11/2022	03/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	62.55		
								B	59.89		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.
- OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- * No se presentaron filtraciones en la parte inferior de la muestra de concreto.

Clase de exposición	Profundidad Máxima	Profundidad Media
IIa, IIIb, IV, Qa, E, H, F, Qb (Elementos en masa o armados)	50 mm	30 mm
IIIc, Qc, Qb (elementos pretensados)	30 mm	20 mm


LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 244994


Henry Roldeneyra Oblitas
TEC. LABORATORIO
USAT



Anexo 37: Informe de resultados de ensayo profundidad de penetración de agua – concreto con 0.05% de PS.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : jueves 08 de diciembre del 2022.
Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
Norma : UNE-EN12390-8

Muestra Nº	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO 0.05%PS	28	08/12/2022	11/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	133.51	130.06	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	133.52		
M-02	CONCRETO 0.05%PS	28	08/12/2022	11/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	137.11		
								B	141.57		
M-03	CONCRETO 0.05%PS	28	08/12/2022	11/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	116.81		
								B	117.84		

NOTA:
- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.
OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
* No se presentaron filtraciones en la parte inferior de la muestra de concreto.

Clase de exposición	Profundidad Máxima	Profundidad Media
IIIa, IIIb, IV, Oa, E, H, F, Ob (Elementos en masa o armados)	50 mm	30 mm
IIIc, Qc, Qb (elementos pretensados)	30 mm	20 mm

LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246904

Henry Rivas Obilias
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica del Perú

LABORATORIO DE SUELOS, FUNDACIONES Y ESTADOS DE MATERIALES
USAT

TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 38: Informe de resultados de ensayo profundidad de penetración de agua – concreto con 0.1% de PS.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrido de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : jueves 15 diciembre del 2022.
Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
Norma : UNE-EN12390-8

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO 0.1% PS	28	15/12/2022	18/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	79.38	82.61	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	79.37		
M-02	CONCRETO 0.1% PS	28	15/12/2022	18/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	85.25		
								B	86.74		
M-03	CONCRETO 0.1% PS	28	15/12/2022	18/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	81.92		
								B	83.02		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante

* No se presentaron filtraciones en la parte inferior de la muestra de concreto.

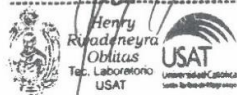
Clase de exposición	Profundidad Máxima	Profundidad Media
IIIa, IIIb, IV, Ca, E, H, F, Qb (Elementos en masa o armados)	50 mm	30 mm
IIIc, Cc, Qb (elementos pretensados)	30 mm	20 mm



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246904



Anexo 39: Informe de resultados de ensayo profundidad de penetración de agua – concreto con 0.15% de PS.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : miércoles 21 de diciembre del 2022.
Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
Norma : UNE-EN12390-8

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO 0.15%PS	28	21/12/2022	24/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	81.31	94.91	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	90.73			
M-02	CONCRETO 0.15%PS	28	21/12/2022	24/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	90.18		
							B	91.08			
M-03	CONCRETO 0.15%PS	28	21/12/2022	24/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	107.8		
							B	108.35			

NOTA:
- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.
OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
* No se presentaron filtraciones en la parte inferior de la muestra de concreto.

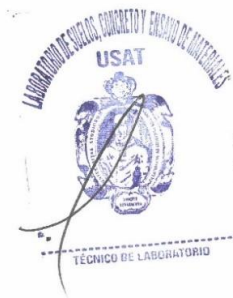
Clase de exposición	Profundidad Máxima	Profundidad Media
IIIa, IIIb, IV, Qa, E, H, F, Qb (Elementos en masa o armados)	50 mm	30 mm
IIIc, Qc, Qb (elementos pretensados)	30 mm	20 mm



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246904



Anexo 40: Informe de resultados de ensayo profundidad de penetración de agua – concreto con 0.3% de PS.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tesis : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : sábado 24 de diciembre del 2022.
Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
Norma : UNE-EN12390-8

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO 0.3% PS	28	24/12/2022	27/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	68.19	68.63	NO CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	66.93		
M-02	CONCRETO 0.3% PS	28	24/12/2022	27/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	68.91		
								B	71.11		
M-03	CONCRETO 0.3% PS	28	24/12/2022	27/12/2022	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	69.07		
								B	67.56		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante

* No se presentaron filtraciones en la parte inferior de la muestra de concreto.

Clase de exposición	Profundidad Máxima	Profundidad Media
IIIa, IIIb, IV, Oa, E, H, F, Ob (Elementos en masa o armados)	50 mm	30 mm
IIIc, Qc, Ob (elementos pretensados)	30 mm	20 mm



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 246984

Henry Rivas de la Cruz
Oblitad
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica del Perú



Anexo 41: Informe de resultados de ensayo exudación – concreto patrón.



Protección Biológica Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycaid.com

Solicitud de ensayo : 0105A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tesis: Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto f'c=245 kg/cm2, utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo pavimento rígido utilizando fibras PET Lambayeque 2022
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Lunes, 01 de mayo del 2023.
Inicio de ensayo : Jueves, 04 de mayo del 2023.
Fin de ensayo : Viernes, 05 de mayo del 2023.

ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA : ASTM C1579 - 06
Mezcla de concreto : Convencional, f'c = 245kg/cm2
R/a/c diseño : 0.51
Dosificación : 1: 2.25: 2.64: 25.3lb/bls
Cantidad por m3 : 358 kg; 725.845 kg; 758.59 kg; 259.81 lt /m3 de concreto
Asentamiento : 3.8 pulg (96.52mm)
Adición : No
Muestras : Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos : Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad
Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro
Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
Temperatura : 23 ± 2°C
Velocidad de viento : 4.7 m/s
Humedad Relativa : 65%
Tasa de evaporación : 1.0 kg / m²· H
Hora de Inicio : 11:00:00 am

PANEL DE CONTROL N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
04/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-	-
04/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.39	0.40
04/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.41	
04/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.40	
05/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.50	
05/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.52	0.51
05/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.51	
05/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.55	0.57
05/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.58	
05/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.57	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.57

PANEL DE CONTROL N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
04/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-	-
04/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A'-A'	0.42	0.40
04/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B'-B'	0.40	
04/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C'-C'	0.39	
05/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A'-A'	0.54	
05/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B'-B'	0.51	0.52
05/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C'-C'	0.50	
05/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A'-A'	0.60	0.57
05/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B'-B'	0.57	
05/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C'-C'	0.55	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.57

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles 0.570 mm

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246894

Henry Rivasnebra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 42: Informe de resultados de ensayo exudación – concreto con 0.05% de PS.



Profesional Belisario Km. 3.3
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C: 20480781134
Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de ensayo : 0105A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tesis: Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo pavimento rígido utilizando fibras PET Lambayeque 2022
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Lunes, 01 de mayo del 2023.
Inicio de ensayo : Viernes, 05 de mayo del 2023.
Fin de ensayo : Sábado, 06 de mayo del 2023.
ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA : ASTM C1579 - 06
Mezcla de concreto : Experimental 0.05% SPA, $f_c = 245$ kg/cm²
R a/c diseño : 355 ± 10 mm
Dosificación : 1: 2.25: 2.64: 25.38/bis
Cantidad por m3 : 358 kg; 725.845 kg; 758.59 kg; 259.81 l/m³ de concreto + 0.248kg SPA
Asentamiento : 2.9 pulg (73.66mm)
Adición : Poliacrilato de Sodio SPA: 0.05%
Muestras : Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos : Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad
Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro
Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
Temperatura : 23 ± 2°C
Velocidad de viento : 4.7 m/s
Humedad Relativa : 85%
Tasa de evaporación : 1.0 kg / m²· H
Hora de Inicio : 11:00:00 am



TÉCNICO DE LABORATORIO

PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL SPA 0.05% Nº 01									
Tiempo transcurrido			Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)				
05/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-
05/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.11
05/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.14
05/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.13
06/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.14
06/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.18
06/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.16
06/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.15
06/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.20
06/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.18
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)									0.18

PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL SPA 0.05% Nº 02									
Tiempo transcurrido			Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)				
05/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-
05/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.08
05/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.12
05/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.13
06/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.11
06/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.15
06/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.17
06/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.12
06/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.17
06/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.19
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)									0.16

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles : 0.170 mm

OBSERVACIONES :
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Ruyadenebra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica de Lima Valles de Huaranga

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 349906



TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 43: Informe de resultados de ensayo exudación – concreto con 0.1% de PS.



Prolongación Bolognesi Km. 1.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C: 20489781134
Email: servicio@lemswac.com

Solicitud de ensayo : 0105A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tests: Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo pavimento rígido utilizando fibras PET Lambayeque 2022

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Lunes, 01 de mayo del 2023.
Inicio de ensayo : Lunes, 08 de mayo del 2023.
Fin de ensayo : Martes, 09 de mayo del 2023.

ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)

NORMA : ASTM C1579 - 06

Mezcla de concreto : Experimental 0.10% SPA, $f_c = 245$ kg/cm²-
R a/c diseño : 0.51
Dosificación : 1: 2.25: 2.64: 25.38/6/s
Cantidad por m³ : 358 kg: 725.845 kg: 758.59 kg: 259.81 l/m³ de concreto + 0.496kg SPA
Asentamiento : 2.8 pulg (71.12mm)
Adición : Poliacrilato de Sodio SPA: 0.10%
Muestras : Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm

Instrumentos : Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad
Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro
Varilla Normalizada de punta semiestérica, Martillo de goma, Badilejo

Temperatura : 23 ± 2°C
Velocidad de viento : 4.7 m/s
Humedad Relativa : 65%
Tasa de evaporación : 1.0 kg / m²- H
Hora de Inicio : 11:00:00 am



PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL SPA 0.10% N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
08/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-	-
08/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.05	0.05
08/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.04	
08/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.06	
09/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.06	0.06
09/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.05	
09/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.08	
09/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.07	0.07
09/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.05	
09/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.09	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.07

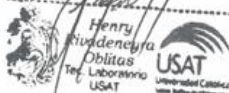
PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL SPA 0.10% N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
08/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-	-
08/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.04	0.04
08/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.05	
08/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.04	
09/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.05	0.05
09/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.06	
09/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.05	
09/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.05	0.06
09/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.07	
09/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.06	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.06

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles 0.065 mm

OBSERVACIONES:
- Muestras, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246094



Anexo 44: Informe de resultados de ensayo exudación – concreto con 0.15% de PS.



Protección Biológica Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480791334
Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de ensayo	:	0105A-23/ LEMS W&C
Solicitante	:	Davila Sotero Segundo Max
Proyecto / Obra	:	Tesis: Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliacrílico de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo pavimento rígido utilizando fibras PET Lambayeque 2022
Ubicación	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura	:	Lunes, 01 de mayo del 2023.
Inicio de ensayo	:	Martes, 09 de mayo del 2023.
Fin de ensayo	:	Miércoles, 10 de mayo del 2023.
ENSAYO	:	Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA	:	ASTM C1579 - 08
Mezcla de concreto	:	Experimental 0.15% SPA, $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$.
R a/c diseño	:	0.51
Dosificación	:	f: 2.25; 2.64; 25.30/bq
Cantidad por m ³	:	358 kg; 725.845 kg; 758.59 kg; 259.81 lt/m ³ de concreto + 0.744kg SPA
Asentamiento	:	2.6 pulg (66.04mm)
Adición	:	Poliacrílico de Sodio SPA: 0.15%
Muestras	:	Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos	:	Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro Varilla Normalizada de punta semiesférica, Martillo de goma, Badilejo
Temperatura	:	23 ± 2°C
Velocidad de viento	:	4.7 m/s
Humedad Relativa	:	65%
Tasa de evaporación	:	1.0 kg / m ² · H
Hora de inicio	:	11:00:00 am

PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL SPA 0.15%, N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
09/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-	-
09/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.04	0.04
09/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.04	
09/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.05	
10/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.05	0.05
10/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.05	
10/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.06	
10/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.06	0.06
10/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.05	
10/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.07	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.06

PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL SPA 0.15%, N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
09/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-	-
09/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.04	0.04
09/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.06	
09/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.04	
10/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.05	0.06
10/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.07	
10/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.05	
10/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.06	0.06
10/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.08	
10/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.05	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										0.06

Promedio de ancho de fisuras en dos Paneles 0.060 mm

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rodríguez
Difusión
Laboratorio
USAT
Universidad Católica
de Chiclayo

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246994



Anexo 45: Informe de resultados de ensayo exudación – concreto con 0.3% de PS.



Prolongación Bolognes Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480791314
Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de ensayo : 0105A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Davila Soltero Segundo Max
Proyecto / Obra : Tesis: Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliacrílico de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo pavimento rígido utilizando fibras PET Lambayeque 2022
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Lunes, 01 de mayo del 2023.
Inicio de ensayo : Miércoles, 10 de mayo del 2023.
Fin de ensayo : Jueves, 11 de mayo del 2023.
ENSAYO : Método de prueba estándar para Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de concreto reforzado con fibra restringida (usando un inserto de encofrado de acero)
NORMA : ASTM C1579 - 06
Mezcla de concreto : Experimental 0.30% SPA, $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$
R al c diseño : 0.51
Dosificación : f: 2.25: 2.64: 25.38fb/s
Cantidad por m³ : 358 kg, 725.845 kg; 758.59 kg; 259.81 l/m³ de concreto + 1.488kg SPA
Asentamiento : 2.3 pulg (58.42mm)
Adición : Poliacrílico de Sodio SPA: 0.30%
Muestras : Panel de Concreto en moldes profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm
Instrumentos : Anemómetro, Termómetro Digital, Sensor de Humedad
Cámara Ambiental de simulación, Ventilador, Fisurómetro
Varilla Normalizada de punta semiesférica, Marillo de goma, Badilejo
Temperatura : 23 ± 2°C
Velocidad de viento : 4.7 m/s
Humedad Relativa : 65%
Tasa de evaporación : 1.0 kg / m²·H
Hora de inicio : 11:00:00 am

PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL SPA 0.30%, N° 01										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
10/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-	-
10/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.02	0.03
10/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.03	
10/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.04	
11/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.03	0.04
11/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.04	
11/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.05	
11/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.03	0.04
11/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.04	
11/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.05	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										
0.04										

PANEL DE MUESTRA EXPERIMENTAL SPA 0.30%, N° 02										
Tiempo transcurrido				Dimensiones del Panel			Área de evaporación (m ²)	Código de Grieta	Ancho de Fisura (mm)	Ancho de Fisura Promedio (mm)
Fecha	Hora de Registro	Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)				
10/05/2023	11:00	0:00	0	560	350	100	0.196	-	-	-
10/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	A-A	0.02	0.03
10/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	B-B	0.03	
10/05/2023	20:00	9:00	540	560	350	100	0.196	C-C	0.04	
11/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	A-A	0.03	0.04
11/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	B-B	0.04	
11/05/2023	12:00	22:00	1320	560	350	100	0.196	C-C	0.05	
11/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	A-A	0.03	0.04
11/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	B-B	0.04	
11/05/2023	14:00	24:00	1440	560	350	100	0.196	C-C	0.06	
Ancho de fisura Promedio en el Panel (mm)										
0.04										

Promedio de ancho de fisuras en los Paneles 0.040 mm

OBSERVACIONES:

Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246984

Henry Rivadeneira Obillos
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 46: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycert.com

Solicitante : Segundo Max Davila Solero
 Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto f'c=245 kg/cm², utilizando Poliacrílico de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_s (S)	E_s Kg/cm ²	Promedio E_s Kg/cm ²
Patrón - f'c= 245 kg/cm ²	22/07/2023	19/08/2023	28	313.15	125	15.65431	0.000495	246182	250209.00
Patrón - f'c= 245 kg/cm ²	22/07/2023	19/08/2023	28	310.32	124	15.51456	0.000480	252497	
Patrón - f'c= 245 kg/cm ²	22/07/2023	19/08/2023	28	306.70	123	16.86552	0.000470	251948	
C f'c= 245 +0.05% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	241.76	97	12.08477	0.000510	183838	191384.74
C f'c= 245 +0.05% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	251.10	100	11.50656	0.000512	192476	
C f'c= 245 +0.05% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	260.17	104	13.00526	0.000510	197840	
C f'c= 245 +0.1% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	288.17	115	13.20525	0.000527	213925	215267.32
C f'c= 245 +0.1% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	285.22	114	13.06880	0.000519	215522	
C f'c= 245 +0.1% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	284.52	114	14.22345	0.000510	216355	
C f'c= 245 +0.15% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	294.38	118	14.71559	0.000502	228020	232230.51
C f'c= 245 +0.15% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	297.49	119	13.63132	0.000495	236656	
C f'c= 245 +0.15% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	305.12	122	15.25330	0.000510	232016	
C f'c= 245 +0.3% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	282.45	113	14.12017	0.000495	222042	218572.39
C f'c= 245 +0.3% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	277.64	111	13.86194	0.000488	222094	
C f'c= 245 +0.3% P.S.	22/07/2023	19/08/2023	28	297.00	119	14.12320	0.000545	211581	

Observaciones:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
TECNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C.P. 245394

Henry Rivasdeneyra Obilitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 47: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto patrón (probeta A)

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

RNP Servicios 50605589

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero

Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo

Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²		
	In	Cm	KN	Kgf										
L-1	0	0.00	0	0	15.2	30.2	0.00	125.26	0.0004952	0.0000	15.654305	246182.00		
L-2	0.0011	0.0028	51.53	5256									28.97	0.00009
L-3	0.0023	0.0058	103.34	10541									58.09	0.00019
L-4	0.0034	0.0086	135.21	13791									76.00	0.00029
L-5	0.0047	0.0119	187.41	19116									105.35	0.00040
L-6	0.0062	0.0157	232.14	23678									130.49	0.00052
L-7	0.0078	0.0198	276.49	28202									155.42	0.00066
L-8	0.0093	0.0236	325.68	33219									183.07	0.00078
L-9	0.0109	0.0277	367.8	37516									206.74	0.00092
L-10	0.0124	0.0315	402.62	41067									226.32	0.00104
L-11	0.0140	0.0356	437.1	44584									245.70	0.00118
L-12	0.0156	0.0396	460.61	46982									258.91	0.00131
L-13	0.0184	0.0467	512.2	52244									287.91	0.00155
L-14	0.0218	0.0553	557.1	56824									313.15	0.00183

40% σ_u (kg/cm²)= 125.26
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 15.65430541
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000495227

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	105.35	D	0.00040
B	0.00005	E		B	125.26	E	0.00000
C	0.00009	F	28.97	C	130.49	F	0.00052

σ_u = 15.6543054 ϵ unitaria= 0.0004952

E_c 246182.00

LEMS W&C EIRL
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivadeneira Obillas
 USAT

LEMS W&C EIRL
 MIGUEL ANGELO RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL

Anexo 48: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto patrón (probeta B).



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero
 Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliacrílico de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0.0000	0.00	0	0	15.2	30.2	0.00	124.13	0.000480156	0.0000	15.514562	252497.29
L-2	0.0011	0.0028	51.07	5209			28.71			0.00009		
L-3	0.0024	0.0061	102.41	10446			57.57			0.00020		
L-4	0.0033	0.0084	133.98	13666			75.31			0.00028		
L-5	0.0046	0.0117	185.71	18942			104.39			0.00039		
L-6	0.0060	0.0152	230.04	23464			129.31			0.00050		
L-7	0.0076	0.0193	273.99	27947			154.01			0.00064		
L-8	0.0091	0.0231	322.73	32918			181.41			0.00077		
L-9	0.0104	0.0264	364.47	37176			204.87			0.00087		
L-10	0.0121	0.0307	398.97	40695			224.27			0.00102		
L-11	0.0136	0.0345	433.15	44181			243.48			0.00114		
L-12	0.0150	0.0381	456.44	46557			256.57			0.00126		
L-13	0.0177	0.0450	507.56	51771			285.31			0.00149		
L-14	0.0208	0.0529	552.06	56310			310.32			0.00175		



40% σ_u (kg/cm²)= 124.13
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 15.51456195
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000480156

TABULACIONES					
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)			ϵ (0.40 Δ Max)		
Item	ϵ unitaria	item	σ_u	Item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	104.39
B	0.00005	E	0	B	124.13
C	0.00009	F	28.71	C	129.31

σ_{up} = 15.514562 ϵ unitaria= 0.0004802

E_c = 252497.29

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivasdenegra Obillas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Anexo 49: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto patrón (probeta C).



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero
 Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f'c=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469



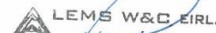
LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	122.68	0.000469985	0.0000	16.865517	251947.70	
L-2	0.0010	0.0025	50.47	5148								
L-3	0.0024	0.0061	101.21	10323								
L-4	0.0032	0.0081	132.42	13507								
L-5	0.0044	0.0112	183.55	18722								
L-6	0.0059	0.0150	227.36	23191								
L-7	0.0074	0.0188	270.79	27621								
L-8	0.0089	0.0226	318.97	32535								
L-9	0.0103	0.0262	360.22	36742								
L-10	0.0120	0.0305	394.32	40221								
L-11	0.0133	0.0338	428.09	43665								
L-12	0.0151	0.0384	451.12	46014								
L-13	0.0179	0.0455	501.64	51167								
L-14	0.0207	0.0525	545.62	55653								

40% σ_u (kg/cm²)= 122.68
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 16.86551666
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000469985

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	103.18	D	0.00037
B	0.00005	E	0	B	122.68	E	0.00000
C	0.00008	F	28.37	C	127.80	F	0.00050

σ_u = 16.8655167 ϵ unitaria= 0.000469985

E_c = 251947.70



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivas de la Cruz
Obliuas
Tec. Laboratorio
USAT



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 746794

Anexo 50: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.05% de PS (probeta A).



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero
 Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469

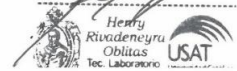


LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria $\epsilon_1 (S_2)$	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²		
	In	Cm	KN	Kgf										
L-1	0	0.00	0	0	15.2	30.2	0.00	96.70	0.0005103	0.0000	12.084771	183838.41		
L-2	0.0011	0.0028	39.78	4058									22.36	0.00009
L-3	0.0024	0.0061	79.78	8138									44.85	0.00020
L-4	0.0035	0.0089	104.38	10647									58.67	0.00029
L-5	0.0048	0.0122	144.68	14757									81.33	0.00040
L-6	0.0064	0.0163	179.22	18280									100.74	0.00054
L-7	0.0080	0.0203	213.45	21772									119.98	0.00067
L-8	0.0096	0.0244	251.43	25646									141.33	0.00081
L-9	0.0112	0.0284	283.95	28963									159.61	0.00094
L-10	0.0128	0.0325	310.83	31705									174.72	0.00108
L-11	0.0144	0.0366	337.45	34420									189.68	0.00121
L-12	0.0160	0.0406	355.6	36271									199.89	0.00135
L-13	0.0189	0.0480	395.42	40333									222.27	0.00159
L-14	0.0224	0.0569	430.09	43869									241.76	0.00188

40% σ_u (kg/cm²)= 96.70
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 12.08477138
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000510289

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	81.33	D	0.00040
B	0.00005	E		B	96.70	E	0.00000
C	0.00009	F	22.36	C	100.74	F	0.00054

σ_u = 12.0847714 ϵ unitaria = 0.0005103
 E_c = 183838.41



Anexo 51: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.05% de PS (probeta B).

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycirf.com

RNP Servicios 9028559

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero

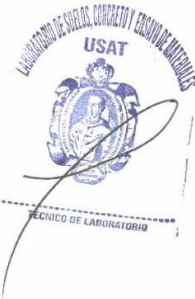
Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto f'c=245 kg/cm2, utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo

Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_s (ϵ_s)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	100.44	0.00051204	0.0000	11.506557	192475.94
L-2	0.0012	0.0030	41.32	4215						23.23		
L-3	0.0025	0.0064	82.85	8452						46.58		
L-4	0.0035	0.0089	108.41	11058						60.94		
L-5	0.0049	0.0124	150.27	15328						84.47		
L-6	0.0064	0.0163	186.14	18986						104.63		
L-7	0.0081	0.0206	221.70	22613						124.62		
L-8	0.0096	0.0244	261.14	26636						146.79		
L-9	0.0110	0.0279	294.91	30081						165.77		
L-10	0.0128	0.0325	322.83	32929						181.47		
L-11	0.0144	0.0366	350.48	35749						197.01		
L-12	0.0159	0.0404	369.33	37672						207.60		
L-13	0.0188	0.0478	410.70	41891						230.86		
L-14	0.0221	0.0561	446.70	45563						251.10		

40% σ_u (kg/cm²) = 100.44
 σ_u (0.000050) (kg/cm²) = 11.5065575
 ϵ (0.40 Δ Max) = 0.00051204

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	84.47	D	0.00041
B	0.00005	E	0	B	100.44	E	0.00000
C	0.00010	F	23.23	C	104.63	F	0.00054

σ_u = 11.506557 ϵ unitaria = 0.0005120

E_c = 192475.94

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivas de la Cruz Obliuas
 Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 1746994

Anexo 52: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.05% de PS (probeta C).

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycir.com

RNP Servicios 8068889

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero

Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto f'c=245 kg/cm2, utilizando Poliacrílico de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo

Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ _u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40%σ _u) Kg/cm ²	ε (0.40 Δ Max)	ε unitaria ε _y (S _y)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E _c Kg/cm ²	
	In	Cm	KN	Kgf									
L-1	0.00	0.00	0.00	0	15.2	30.2	104.07	0.000510293	0.0000510293	13.005255	197839.85		
L-2	0.0011	0.0028	42.81	4367								0.00	0.00009
L-3	0.0026	0.0066	85.86	8758								24.06	0.00022
L-4	0.0035	0.0089	112.33	11458								48.26	0.00029
L-5	0.0048	0.0122	155.70	15881								63.14	0.00040
L-6	0.0064	0.0163	192.87	19673								87.52	0.00054
L-7	0.0079	0.0201	229.71	23430								108.41	0.00066
L-8	0.0095	0.0241	270.58	27599								129.12	0.00080
L-9	0.0111	0.0282	305.57	31168								152.10	0.00093
L-10	0.0129	0.0328	334.50	34119								171.76	0.00108
L-11	0.0143	0.0363	363.15	37041								188.03	0.00120
L-12	0.0162	0.0411	382.68	39033								204.13	0.00136
L-13	0.0193	0.0490	425.54	43405								215.11	0.00162
L-14	0.0222	0.0565	462.85	47211								239.20	0.00187
					260.17								

40% σ_u (kg/cm²)= 104.07
 ou (0.000050) (kg/cm²)= 13.00525547
 ε(0.40 Δ Max)= 0.000510293

TABULACIONES							
ou(0.000050) (kg/cm ²)				ε(0.40 Δ Max)			
Item	ε unitaria	Item	ou	Item	ou	Item	ε unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	87.52	D	0.00040
B	0.00005	E	0	B	104.07	E	0.00000
C	0.00009	F	24.06	C	108.41	F	0.00054

σ_u= 104.07 ε unitaria= 0.000510293

E_c= 197839.85

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivadeneira Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246994

Anexo 53: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.1% de PS (probeta A).

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero

Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo

Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_c (kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_1)$	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0	0	15.2	30.2	0.00	115.27	0.0005271	0.0000	13.205251	213925.17
L-2	0.0012	0.0030	47.42	4837			26.66			0.00010		
L-3	0.0025	0.0064	95.1	9700			53.46			0.00021		
L-4	0.0036	0.0091	124.42	12691			69.94			0.00030		
L-5	0.0050	0.0127	172.46	17591			96.94			0.00042		
L-6	0.0066	0.0168	213.63	21790			120.08			0.00056		
L-7	0.0083	0.0211	254.43	25952			143.02			0.00070		
L-8	0.0099	0.0251	299.7	30569			168.47			0.00083		
L-9	0.0116	0.0295	338.46	34523			190.25			0.00098		
L-10	0.0132	0.0335	370.5	37791			208.26			0.00111		
L-11	0.0149	0.0378	402.23	41027			226.10			0.00125		
L-12	0.0165	0.0419	423.87	43235			238.26			0.00139		
L-13	0.0196	0.0498	471.34	48077			264.95			0.00165		
L-14	0.0231	0.0588	512.66	52291			288.17			0.00195		

40% σ_c (kg/cm²)= 115.27
 ϵ (0.000050) (kg/cm²)= 13.20525064
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.0005271

TABULACIONES							
ϵ (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_c	item	σ_c	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	96.94	D	0.00042
B	0.00005	E		B	115.27	E	0.00000
C	0.00010	F	26.66	C	120.08	F	0.00056

σ_c = 115.2506 ϵ unitaria = 0.0005271

E_c = 213925.17

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Hector Rivadeneira Oblitas
 USAT

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246984

Anexo 54: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.1% de PS (probeta B).

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

RNP Servicios 59005589

Solicitante : Segundo Max Davila Solero
 Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245$ kg/cm², utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria $\epsilon_y (S_y)$	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	114.09	0.000518711	0.000000000	13.068798	215521.87	
L-2	0.0012	0.0030	46.93	4787								
L-3	0.0026	0.0066	94.12	9600								
L-4	0.0036	0.0091	123.15	12561								
L-5	0.0049	0.0124	170.69	17410								
L-6	0.0065	0.0165	211.43	21566								
L-7	0.0082	0.0208	251.82	25686								
L-8	0.0097	0.0246	296.63	30256								
L-9	0.0112	0.0284	334.99	34169								
L-10	0.0130	0.0330	366.70	37403								
L-11	0.0146	0.0371	398.11	40607								
L-12	0.0161	0.0409	419.52	42791								
L-13	0.0190	0.0483	466.50	47583								
L-14	0.0224	0.0568	507.40	51755								

40% σ_u (kg/cm²)= 114.09
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 13.06879824
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000518711

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	95.95	D	0.00041
B	0.00005	E	0	B	114.09	E	0.00000
C	0.00010	F	26.38	C	118.85	F	0.00055

$\sigma_u =$ 13.068798 ϵ unitaria= 0.0005187

$E_c =$ 215521.87

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivas de yru
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

Anexo 55: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.1% de PS (probeta C).



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero
 Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f'_{c}=245$ kg/cm², utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_s (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E _c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0.0000	0.00	0.00	0	15.2	30.2	113.81	113.81	0.000510291	14.223454	216354.92	
L-2	0.0011	0.0028	46.82	4776								0.0000
L-3	0.0026	0.0066	93.89	9577								0.00009
L-4	0.0035	0.0089	122.85	12531								0.00022
L-5	0.0048	0.0122	170.28	17369								0.00029
L-6	0.0064	0.0163	210.92	21514								0.00040
L-7	0.0080	0.0203	251.21	25623								0.00054
L-8	0.0096	0.0244	295.91	30183								0.00067
L-9	0.0112	0.0284	334.17	34085								0.00081
L-10	0.0130	0.0330	365.81	37313								0.00094
L-11	0.0144	0.0366	397.14	40508								0.00121
L-12	0.0164	0.0417	418.50	42687								0.00138
L-13	0.0194	0.0493	465.37	47468								0.00163
L-14	0.0224	0.0570	506.17	51629								0.00189

40% σ_u (kg/cm²)= 113.81
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 14.2234539
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000510291

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
Item	ϵ unitaria	Item	σ_u	Item	σ_u	Item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	95.72	D	0.00040
B	0.00005	E		B	113.81	E	0.00000
C	0.00009	F	26.32	C	118.56	F	0.00054

σ_u = 14.2234539 ϵ unitaria= 0.000510291

E_c= 216354.92

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivasdenegra Oblitas
USAT
Téc. Laboratorio

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP- 246904

Anexo 56: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.15% de PS (probeta A).



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirf.com

RNP Servicios 80608589
Solicitante : Segundo Max Davila Sotero
Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliácrido de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Referencia : ASTM C-469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_s (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0	0	15.2	30.2	0.00	117.75	0.0005019	0.0000	14.715594	228019.54
L-2	0.0011	0.0028	48.44	4941			27.23			0.00009		
L-3	0.0024	0.0061	97.15	9909			54.61			0.00020		
L-4	0.0035	0.0089	127.1	12964			71.44			0.00029		
L-5	0.0047	0.0119	176.17	17969			99.03			0.00040		
L-6	0.0063	0.0160	218.23	22259			122.67			0.00053		
L-7	0.0079	0.0201	259.91	26511			146.10			0.00066		
L-8	0.0095	0.0241	306.16	31228			172.10			0.00080		
L-9	0.0111	0.0282	345.75	35267			194.35			0.00093		
L-10	0.0126	0.0320	378.48	38605			212.75			0.00106		
L-11	0.0142	0.0361	410.9	41912			230.97			0.00119		
L-12	0.0158	0.0401	433	44166			243.39			0.00133		
L-13	0.0187	0.0475	481.49	49112			270.65			0.00157		
L-14	0.0221	0.0562	523.7	53417			294.38			0.00186		



40% σ_u (kg/cm²)= 117.75
ou (0.000050) (kg/cm²)= 14.71559391
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000501872

ou(0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	ou	item	ou	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	99.03	D	0.00040
B	0.00005	E	27.23	B	117.75	E	0.00000
C	0.00009	F	54.61	C	122.67	F	0.00053

que = 14.7155939

ϵ unitaria= 0.0005019

E_c = 228019.54

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Ruxadenebra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246894

Anexo 57: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.15% de PS (probeta B).

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycir.com

RNP Servicios 8060589

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero

Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo

Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	119.00	0.000495228	0.0000	13.631316	236655.66
L-2	0.0012	0.0030	48.95	4993			27.52			0.00010		
L-3	0.0024	0.0061	98.17	10013			55.18			0.00020		
L-4	0.0034	0.0086	128.45	13102			72.20			0.00029		
L-5	0.0047	0.0119	178.04	18160			100.08			0.00040		
L-6	0.0062	0.0157	220.53	22494			123.96			0.00052		
L-7	0.0078	0.0198	262.66	26791			147.64			0.00066		
L-8	0.0093	0.0236	309.39	31558			173.91			0.00078		
L-9	0.0106	0.0269	349.40	35639			196.40			0.00089		
L-10	0.0124	0.0315	382.48	39013			215.00			0.00104		
L-11	0.0139	0.0353	415.24	42354			233.41			0.00117		
L-12	0.0153	0.0389	437.58	44633			245.97			0.00129		
L-13	0.0181	0.0460	486.58	49631			273.51			0.00152		
L-14	0.0213	0.0541	529.24	53982			297.49			0.00179		

40% σ_u (kg/cm²)= 119.00
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 13.6313163
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000495228

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
Item	ϵ unitaria	Item	σ_u	Item	σ_u	Item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	100.08	D	0.00040
B	0.00005	E	0	B	119.00	E	0.00000
C	0.00010	F	27.52	C	123.96	F	0.00052
			σ_u =	13.631316			
					ϵ unitaria=	0.0004952	

E_c = 236655.66

LEMS W&C EIRL
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivadeneira Oblias
 Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 R.P. 246094

Anexo 58: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.15% de PS (probeta C).

LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycuir.com

RNP Servicios 5006889

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero

Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliácrlilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo

Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% α_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_s (S _s)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0.00	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	122.05	0.00051029	0.0000	15.253302	232016.33
L-2	0.0011	0.0028	50.21	5121			28.22			0.00009		
L-3	0.0026	0.0066	100.69	10270			56.60			0.00022		
L-4	0.0035	0.0089	131.74	13437			74.05			0.00029		
L-5	0.0048	0.0122	182.60	18625			102.64			0.00040		
L-6	0.0064	0.0163	226.19	23071			127.14			0.00054		
L-7	0.0079	0.0201	269.40	27479			151.43			0.00066		
L-8	0.0095	0.0241	317.33	32368			178.38			0.00080		
L-9	0.0111	0.0282	358.36	36553			201.44			0.00093		
L-10	0.0129	0.0328	392.29	40014			220.51			0.00108		
L-11	0.0143	0.0363	425.89	43441			239.40			0.00120		
L-12	0.0162	0.0411	448.80	45778			252.28			0.00136		
L-13	0.0193	0.0490	499.06	50904			280.53			0.00162		
L-14	0.0222	0.0565	542.81	55367			305.12			0.00187		

40% α_u (kg/cm²)= 122.05
 α_u (0.000050) (kg/cm²)= 15.25330244
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.00051029

TABULACIONES							
α_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
Item	ϵ unitaria	Item	α_u	Item	α_u	Item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	102.64	D	0.00040
B	0.00005	E	0	B	122.05	E	0.00000
C	0.00009	F	28.22	C	127.14	F	0.00054

α_u = 15.2533024 ϵ unitaria= 0.00051029

E_c = 232016.33

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivas de la Cruz Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 26094

Anexo 59: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.3% de PS (probeta A).



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycuir.com

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero
 Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_r (S)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	112.98	0.0004952	0.0000	14.120165	222041.90
L-2	0.0011	0.0028	46.48	4741			26.13					
L-3	0.0023	0.0058	93.21	9507			52.39					
L-4	0.0034	0.0086	121.95	12439			68.55					
L-5	0.0047	0.0119	169.03	17241			95.01					
L-6	0.0062	0.0157	209.38	21357			117.70					
L-7	0.0078	0.0198	249.38	25437			140.18					
L-8	0.0094	0.0239	293.75	29963			165.12					
L-9	0.0109	0.0277	331.74	33837			186.48					
L-10	0.0125	0.0318	363.14	37040			204.13					
L-11	0.0140	0.0356	394.25	40214			221.61					
L-12	0.0156	0.0396	415.45	42376			233.53					
L-13	0.0185	0.0470	461.98	47122			259.68					
L-14	0.0219	0.0555	502.48	51253			282.45					



40% σ_u (kg/cm²)= 112.98
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 14.12016525
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000495231

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	95.01	D	0.00040
B	0.00005	E	0	B	112.98	E	0.00000
C	0.00009	F	26.13	C	117.70	F	0.00052

σ_u = 14.42016531 ϵ unitaria= 0.0004952

E_c 222041.90

LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivadeneira Oblitas
 USAT
 Tec. Laboratorio

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 246204

Anexo 60: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.3% de PS (probeta B).



Profongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : Segundo Max Davila Sotero
 Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliácrlato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
 Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
 Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
 Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_{0.2}$) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	Esfuerzo S1 (0.00050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	111.06	0.000487623	0.0000	13.861944	222093.82
L-2	0.0011	0.0028	45.63	4654			25.65			0.00009		
L-3	0.0023	0.0058	91.50	9333			51.43			0.00019		
L-4	0.0034	0.0086	119.72	12211			67.30			0.00029		
L-5	0.0046	0.0117	165.94	16926			93.28			0.00039		
L-6	0.0061	0.0155	205.55	20966			115.54			0.00051		
L-7	0.0076	0.0193	244.81	24971			137.61			0.00064		
L-8	0.0092	0.0234	288.37	29414			162.10			0.00077		
L-9	0.0107	0.0272	325.66	33217			183.06			0.00090		
L-10	0.0122	0.0310	356.49	36362			200.39			0.00103		
L-11	0.0137	0.0348	387.03	39477			217.55			0.00115		
L-12	0.0153	0.0389	407.84	41600			229.25			0.00129		
L-13	0.0181	0.0460	453.52	46259			254.93			0.00152		
L-14	0.0214	0.0543	493.92	50380			277.64			0.00180		

40% σ_u (kg/cm²)= 111.06
 ϵ_u (0.00050) (kg/cm²)= 13.86194364
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.000487623

TABULACIONES					
ou(0.000050) (kg/cm ²)			ϵ (0.40 Δ Max)		
item	ϵ unitaria	item	ou	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	93.28
B	0.00005	E		B	111.06
C	0.00009	F	25.65	C	115.54

$\sigma_{0.2}$ = 13.861944

ϵ unitaria = 0.0004876

E_c = 222093.82



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



MIGUEL ANSEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 248994

Anexo 61: Informe de resultados de ensayo de módulo de elasticidad - concreto 0.3% de PS (probeta C).



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

RNP Servicios S0000588
Solicitante : Segundo Max Davila Sotero
Proyecto / Obra : Estudio del desempeño físico-mecánico del concreto $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$, utilizando Poliacrilato de Sodio como agente de curado interno-Chiclayo
Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
Fecha de apertura : Sábado, 19 de agosto del 2023
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Referencia : ASTM C-469



LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro		Altura	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_s (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E _c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf	Cm	Cm							
L-1	0.00	0.00	0.00	0				0.00			0.0000		
L-2	0.0011	0.0028	46.49	4742				26.13			0.00009		
L-3	0.0024	0.0061	93.22	9508				52.40			0.00020		
L-4	0.0035	0.0089	121.97	12441				68.56			0.00029		
L-5	0.0048	0.0122	169.06	17244				95.03			0.00040		
L-6	0.0064	0.0163	209.41	21360				117.71			0.00054		
L-7	0.0079	0.0201	249.42	25441				140.20			0.00066		
L-8	0.0095	0.0241	293.79	29967	15.2	30.2		165.14	118.80	0.000544741	0.00080	14.123203	211581.44
L-9	0.0111	0.0282	331.78	33842				186.50			0.00093		
L-10	0.0127	0.0323	363.19	37045				204.15			0.00107		
L-11	0.0143	0.0363	394.30	40219				221.64			0.00120		
L-12	0.0159	0.0404	415.51	42382				233.56			0.00134		
L-13	0.0188	0.0478	462.04	47128				259.72			0.00158		
L-14	0.0222	0.0565	528.37	53894				297.00			0.00187		

40% σ_u (kg/cm²) = 118.80
 σ_u (0.000050) (kg/cm²) = 14.12320315
 ϵ (0.40 Δ Max) = 0.000544741

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	95.03	D	0.00040
B	0.00005	E	0	B	118.80	E	0.00000
C	0.00009	F	26.13	C	117.71	F	0.00054

σ_u = 14.1232032 ϵ unitaria = 0.000544741

E_c = 211581.44

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivasdeneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL