

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



Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto

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

AUTOR

Carlos Daniel Solis Araujo

ASESOR

Juan Jacobo Sanchez Bautista

<https://orcid.org/0000-0003-2820-8789>

Chiclayo, 2025

Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto

PRESENTADA POR
Carlos Daniel Solis Araujo

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Ruben Eli Estrada Chunga
PRESIDENTE

Cesar Eduardo Cachay Lazo
SECRETARIO

Juan Jacobo Sanchez Bautista
VOCAL

Dedicatoria

Para mis padres (Sergio y Leticia) y a mis hermanos (Jackeline, José y Lorena) que, a pesar de las adversidades, siempre estuvieron apoyándome cada día.

Para Carlos y Nelly, que me dieron su amor y cuidado como a un hijo más, su apoyo y aliento fue importante para llegar a cumplir mis metas.

Agradecimientos

A **Dios**, por brindarme salud y guiarme en todo el proceso.

A **mi familia**, por su amor, apoyo y palabras de aliento a lo largo de este proceso, su motivación fue fundamental para seguir esforzándome.

A mi asesor **Ing. Juan Jacobo Sanchez Bautista**, por sus enseñanzas y guía durante el desarrollo de esta investigación.

A todas las personas que de alguna forma contribuyeron con el desarrollo de esta investigación.

TESIS - SOLIS ARAUJO CARLOS DANIEL.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	mail.etasr.com Fuente de Internet	<1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	12
Abstract	13
Introducción.....	14
Revisión de literatura.....	16
Antecedentes	16
Bases teóricas.....	19
Materiales y métodos	24
Tipo y nivel de investigación	24
Pregunta de investigación.....	24
Hipótesis	24
Población y Muestra	24
Operacionalización de variables	26
Técnica e instrumentos	26
Diseño para demostrar la hipótesis	27
Procedimientos:	28
Resultados y discusión	46
Discusiones	98
Conclusiones	100
Recomendaciones	102
Referencias.....	103
Anexo	106

Lista de Tablas

<i>Tabla 1: Muestreo</i>	25
<i>Tabla 2: Operacionalización de Variables</i>	26
<i>Tabla 3: Recolección de datos granulometría del Agr. fino</i>	31
<i>Tabla 4: Recolección de datos C. Humedad del Agr. fino</i>	32
<i>Tabla 5: Recolección de datos P. U. Agr. Fino</i>	33
<i>Tabla 6: Recolección de datos P. esp. y Absorción</i>	34
<i>Tabla 7: Recolección de datos granulometría Agr. Grueso</i>	35
<i>Tabla 8: Recolección de datos C. de humedad</i>	36
<i>Tabla 9: Recolección de datos P. U. del Agr. Grueso</i>	37
<i>Tabla 10: Recolección de datos P. Esp. y Absorción</i>	38
<i>Tabla 11: Recolección de datos granulometría RCD</i>	40
<i>Tabla 12: Recolección de datos C. de humedad RCD</i>	41
<i>Tabla 13: Recolección de datos P. Unitario RCD</i>	42
<i>Tabla 14: Recolección de datos P. Esp. y Absorción RCD</i>	43
<i>Tabla 15: A. granulométrico Agr. fino</i>	46
<i>Tabla 16: A. Granulométrico Agr. Fino</i>	47
<i>Tabla 17: A. Granulométrico RCD</i>	48
<i>Tabla 18: P. Esp. y abs. Agr. Fino</i>	49
<i>Tabla 19: P. Esp. del Agr. Grueso</i>	50
<i>Tabla 20: P. Esp. del RCD</i>	50
<i>Tabla 21: C. de Humedad Agr. Fino</i>	51
<i>Tabla 22: C. de Humedad Agr. Grueso</i>	51
<i>Tabla 23: C. Humedad</i>	52
<i>Tabla 24: P. U. Suelto y Compactado Agr. Fino</i>	52
<i>Tabla 25: P. U. Suelto y Compactado del Agr. Grueso</i>	53
<i>Tabla 26: P. U. Suelto y Compactado del RCD</i>	53
<i>Tabla 27: E. Q. sales, cloruros y sulfatos</i>	54
<i>Tabla 28: R. requerida</i>	55
<i>Tabla 29: R. requerida</i>	57
<i>Tabla 30: Asentamiento</i>	59
<i>Tabla 31: P. U. del Concreto</i>	60
<i>Tabla 32: R. del C. Patrón</i>	61
<i>Tabla 33: R. Concreto con adición de 0.5% nanosílice</i>	61
<i>Tabla 34: R. Concreto con adición de 1% nanosílice</i>	62
<i>Tabla 35: R. Concreto Con adición de 1.5% nanosílice</i>	62
<i>Tabla 36: C. con 50% de reemplazo de RCD</i>	64
<i>Tabla 37: C. con 50% de reemplazo de RCD y adición de 0.5% nanosílice</i>	64

Tabla 38: C. con 50% de reemplazo de RCD y adición de 1% nanosílice	64
Tabla 39: C. con 50% de reemplazo de RCD y adición de 1.5% nanosílice	65
Tabla 40: C. con 75% de reemplazo de RCD	66
Tabla 41: C. con 75% RCD y adición de 0.5% nanosílice	66
Tabla 42: C. con 75% RCD y adición de 1% nanosílice	67
Tabla 43: C. con 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice	67
Tabla 44: R. Concreto 100% RCD	68
Tabla 45: R. Concreto 100% RCD y adición de 0.5% nanosílice	68
Tabla 46: R. Concreto 100% RCD y adición 1% nanosílice	69
Tabla 47: R. Concreto 100% RCD y adición de 1.5% nanosílice	69
Tabla 48: R. Tracc. Patrón con adiciones de nanosílice	71
Tabla 49: R. Tracc. reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice	72
Tabla 50: R. Tracc. Reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice	73
Tabla 51: R. Tracc. Reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice	74
Tabla 52: R. Flexión C. Patrón con adiciones de nanosílice	75
Tabla 53: R. Flexión Concreto con reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice	76
Tabla 54: R. Flexión Concreto con reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice	77
Tabla 55: R. Flexión Concreto con reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice	78
Tabla 56: R. C. P. de Ión Cloruro, C. Patrón con adiciones de nanosílice	79
Tabla 57: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice	80
Tabla 58: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice	81
Tabla 59: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice	82
Tabla 60: C. de longitud concreto patrón	83
Tabla 61: C. de longitud concreto con adición de 0.5% nanosílice	83
Tabla 62: C. de longitud concreto con adición de 1% nanosílice	83
Tabla 63: C. de longitud concreto con adición de 1.5% nanosílice	84
Tabla 64: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD	85
Tabla 65: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 0.5% nanosílice	85
Tabla 66: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1% nanosílice	85
Tabla 67: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% nanosílice	86
Tabla 68: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD	87
Tabla 69: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 0.5% nanosílice	87
Tabla 70: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 1% nanosílice	87
Tabla 71: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 1.5% nanosílice	88
Tabla 72: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD	89
Tabla 73: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% nanosílice	89
Tabla 74: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 1% nanosílice	89
Tabla 75: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 1.5% nanosílice	90

<i>Tabla 76: CU del Carguío y Transporte de RCD</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 77: CU del RCD.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 78: CU del C. Patrón</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 79: CU adición de 0.5% nanosílice</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 80: CU adición de 1% nanosílice</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 81: CU adición de 1.5% nanosílice</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 82: CU reemplazo 50% RCD.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 83: CU reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% nanosílice</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 84: CU reemplazo 50% RCD y adición de 1% nanosílice</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 85: CU reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% nanosílice</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 86: CU reemplazo 75% RCD.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 87: CU reemplazo 75% RCD y adición 0.5% nanosílice</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 88: CU reemplazo 75% RCD y adición 1% nanosílice</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 89: CU reemplazo 75% RCD y adición 1.5% nanosílice</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 90: CU reemplazo 100% RCD.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 91: CU reemplazo 100% RCD y adición 0.5% nanosílice</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 92: CU reemplazo 100% RCD y adición 1% nanosílice</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 93: CU reemplazo 100% RCD y adición 1.5% nanosílice</i>	<i>97</i>

Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración 1: Tamices normalizados</i>	20
<i>Ilustración 2: Nanosilice</i>	22
<i>Ilustración 3: Estrategia Para elaborar la hipótesis</i>	27
<i>Ilustración 4: Recolección RCD</i>	28
<i>Ilustración 5: Recolección</i>	28
<i>Ilustración 6: Trituradora</i>	29
<i>Ilustración 7: Trituración RCD</i>	29
<i>Ilustración 8: Pesos Retenidos</i>	30
<i>Ilustración 9: Tamizado Agr. Fino</i>	30
<i>Ilustración 10: Tamices</i>	30
<i>Ilustración 11: Muestra en horno</i>	31
<i>Ilustración 12: Peso Agr. Fino</i>	31
<i>Ilustración 13: Varilla</i>	32
<i>Ilustración 14: Molde</i>	32
<i>Ilustración 15: Peso tara</i>	33
<i>Ilustración 16: Peso Fiola</i>	33
<i>Ilustración 17: Muestra</i>	34
<i>Ilustración 18: P. específico</i>	34
<i>Ilustración 19: Tamices</i>	35
<i>Ilustración 20 Tamizado Agr. Grueso</i>	35
<i>Ilustración 21: Muestra en el horno</i>	36
<i>Ilustración 22: Muestra Agr. grueso</i>	36
<i>Ilustración 23: Molde</i>	37
<i>Ilustración 24: Varilla</i>	37
<i>Ilustración 25: Peso de la Muestra Tarada</i>	38
<i>Ilustración 26: P. Esp. del Agr. Grueso</i>	38
<i>Ilustración 27: Tamizado</i>	39
<i>Ilustración 28: Tamices</i>	39
<i>Ilustración 29: Horno</i>	40
<i>Ilustración 30: RCD</i>	40
<i>Ilustración 31: Varilla</i>	41
<i>Ilustración 32: Molde</i>	41
<i>Ilustración 33: Muestra RCD</i>	42
<i>Ilustración 34: Muestra SSS</i>	42
<i>Ilustración 35. Muestra de RCD</i>	43
<i>Ilustración 36: P. Muestra en Canastilla</i>	43
<i>Ilustración 37: Asentamiento</i>	44

<i>Ilustración 38: Elaboración de vigas.....</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 39: Elaboración de testigos</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 40: Toma de lecturas concreto expuesto a sulfatos</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 41: Toma de datos P. ion cloruro.....</i>	<i>45</i>

Lista de Anexos

Anexo 1: M. consistencia.....	106
Anexo 2: D. Jurada	107
Anexo 3: C. Conformidad.....	108
Anexo 4: V. Ensayos	109
Anexo 5: F. T. Cemento.....	110
Anexo 6: E. Técnica mezclado y cuidado post vaciado.....	111
Anexo 7:A. G. Agr. Fino	112
Anexo 8: A. G. Grueso.....	113
Anexo 9: A. G. RCD	114
Anexo 10: P. U. y C. humedad Agr. Fino	115
Anexo 11: P. U. y C. humedad Agr. Grueso	116
Anexo 12: P. U. y C. humedad RCD.....	117
Anexo 13: P. esp. y Abs. Agr. Fino-Grueso.....	118
Anexo 14: P. esp. y Abs. RCD	119
Anexo 15: E. Resist. Compresión	120
Anexo 16: E. Resist. Tracción.....	136
Anexo 17: E. Resist. Flexión	140
Anexo 18: C. Autorización LEMS.....	144
Anexo 19: E. R. C. Penetración Ion cloruro	145
Anexo 20: C.L. en morteros de C. portland expuestos a S. Sulfatadas	161
Anexo 21: C. Validación Lab. AMAZING	177
Anexo 22: E. Sales, Cloruros y Sulfatos al RCD	178
Anexo 23: F. T. Sulfato de Sodio	179
Anexo 24: Calibr. Equipos.....	180

Resumen

En la presente investigación tiene como objetivo principal ver la influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto, reemplazando 50%, 75% y 100% del agregado grueso por RCD con adición de nanosílice en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5%. Primeramente, se determinó las características de los agregados y del RCD, para luego proceder a realizar el diseño de mezcla ($F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) y posteriormente el llenado de los testigos. Los ensayos realizados a las propiedades mecánicas fueron R. Compresión, R. Tracción y R. Flexión, los ensayos realizados a la durabilidad del concreto fueron resistencia del concreto a la penetración de ión cloruro y cambio de longitud en morteros de cemento portland expuestos a soluciones sulfatadas. Los resultados obtenidos con los reemplazos de agregado grueso por RCD disminuyeron con respecto a las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto patrón, mientras que los resultados obtenidos con las adiciones de nanosílice mejoraron las propiedades mecánicas y durabilidad. Del muestreo realizado la combinación del 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice obtuvo mejores resultados en las propiedades mecánicas, mientras que en los ensayos realizados a la durabilidad el C. Patrón con 1.5% de nanosílice fue el que obtuvo mejores resultados.

Palabras clave: RCD, Nanosílice, Concreto, Propiedades mecánicas, Durabilidad

Abstract

The main objective of this research is to see the influence of replacing coarse aggregate with CDW and adding nanosilica on the mechanical properties and durability of concrete, replacing 50%, 75% and 100% of the coarse aggregate with CDW with the addition of nanosilica in percentages of 0.5%, 1% and 1.5%. Firstly, the characteristics of the aggregates and the CDW were determined, then the mix design was carried out ($F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$) and subsequently the filling of the cores. The tests carried out on the mechanical properties were R. Compression, R. Tensile and R. Flexure, the tests carried out on the durability of concrete were concrete resistance to chloride ion penetration and change in length in Portland cement mortars exposed to sulfated solutions. The results obtained with the replacement of coarse aggregate by CDW decreased with respect to the mechanical properties and durability of the standard concrete, while the results obtained with the additions of nanosilica improved the mechanical properties and durability. From the sampling carried out, the combination of 75% CDW and the addition of 1.5% nanosilica obtained better results in the mechanical properties, while in the tests carried out on durability, the C. Patrón with 1.5% nanosilica obtained the best results.

Keywords: CDW, Nanosilica, Concrete, Mechanical properties, Durability

Introducción

El sector de la construcción sigue aumentando, lo que implica mayor uso de materiales tales como los agregados y mayor generación de RCD, poniendo en claro uno de los inconvenientes al nivel mundial, pues se genera considerable cantidad de RCD producto de las construcciones, que tiene un gran impacto en el medio ambiente, desde la perspectiva del inadecuado manejo de los RCD. Por otro lado, la nanosílice es un aditivo de características puzolánicas que contiene alto de sílice (SiO_2) lo cual ayuda a reducir la porosidad e incrementar la resist. Compresión del concreto.

En Chile, la cámara chilena de construcción indica que en el ámbito de la construcción aumento en un 2.6%, donde el 35% de los residuos generados son provenientes de la construcción, lo cual para el 2025 estiman que se generaran 7.4 millones de toneladas anualmente, lo cual es preocupante puesto que afectan a la flora y fauna del sitio donde son depositados los residuos [1].

Las proyecciones respecto al RCD no son nada favorables, a pesar de los proyectos para tratamiento de residuos de construcción es insuficiente para poder tratar todos los escombros de la construcción, específicamente los residuos de concreto. En Colombia ante la explotación de canteras, lo cual produce una degradación al suelo ya que para obtener los agregados es necesario remover toneladas de suelo y contaminación a la atmosfera, puesto que para la extracción de la materia es necesario utilizar maquinarias las cuales generan emisiones de CO_2 , se ha planteado como una opción viable el uso de agregado reciclado [2].

Para ver nuestra realidad a nivel nacional en el año 2019 según el INEI, el rubro de la construcción aumento en un 1.51% lo cual esto mejoro las condiciones de vida de los habitantes y generó mayor empleo de trabajo, pero con esto trajo consigo mayor generación de residuos de construcción incluso de que existiendo normas establecidas para la manipulación de los residuos estas no son puestas en práctica [3].

La OEFA indica que al nivel nacional se tiene 1585 botaderos informales, el botadero más grande del Perú se encuentra en Lambayeque con extensión de 307 hectáreas degradadas, lo cual el organismo fiscalizador exigió el cierre del botadero que a lo largo de sus 50 años o más recibió los residuos [4], producto de este cierre muchos de estos residuos han ido a parar a otros puntos de vertederos informales, también son arrojados a los drenes, ríos y playas.

Para hacer énfasis en la ciudad de Chiclayo, un estudio realizado por la municipalidad de Chiclayo en el año 2013 nos muestra un volumen de 13178, 795 m^3 en total de residuos sólidos de construcción [5]. Lo anterior pone de manifiesto una problemática creciente en cuanto al

manejo sanitario y ambiental, tal como la disposición última de los residuos sólidos provenientes de la construcción, los cuales tienen efectos negativos.

También se contempla la utilización de nanosílice, pues esto en una dosificación adecuada garantiza una mayor resistencia, está ayuda a llenar los poros del concreto, lo que conlleva en una matriz más densa y aumenta su resistencia; un refinamiento en los poros presentes en el concreto, lo que conlleva a reducir la permeabilidad del concreto, lo que lo hace menos susceptible a la penetración de agua, gases y sustancias químicas agresivas [6]. Esto contribuye a una mayor durabilidad del concreto.

Otro de los grandes problemas a tomar son las emisiones de CO₂ producidas para obtener el cemento, por eso se propone el uso del nanosílice el cual es un aditivo de carácter puzolánico que ayuda a mejorar las propiedades del concreto.

El concreto es el más utilizado en la construcción, uno de sus componentes que vendría hacer el cemento, cual está hecho a base de la combustión del Clinker que produce entre el 7 y 9% de emisiones al año de CO₂ a nivel mundial, lo cual lo hace colocarse por encima de las emisiones generadas por el combustible de los aviones y un poco por debajo de lo producido por la agricultura [7].

Dado que el RCD y la nanosílice se convierten en materiales prometedores en el concreto, nos podemos hacer la siguiente pregunta: ¿Qué influencia tendrá el reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto?

Como objetivo general se tiene evaluar la influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto. Como objetivos específicos analizar las características del RCD mediante los ensayos de granulometría, peso específico, contenido de humedad, absorción, peso unitario; realizar un ensayo para determinar la reacción química que puede ocurrir en la mezcla del concreto; obtener diseños de mezcla usando RCD (50%, 75% y 100%) con nanosílice (0.5%, 1% y 1.5%); Determinar la influencia que tiene el reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas del concreto, por intermedio de los ensayos de R. Compresión, R. Tracción y R. Flexión; Determinar la influencia que tiene el reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en la durabilidad del concreto, por intermedio de los ensayos de resistencia del concreto a la penetración de ión cloruro, cambio de longitud en morteros de cemento portland expuestos a soluciones sulfatadas y evaluar la rentabilidad del RCD y nanosílice en la producción del concreto.

Revisión de literatura

Antecedentes

H. Zhu, C. et al. [8], esta investigación evalúa las propiedades permeabilidad y mecánicas de concreto con agregados reciclados poroso, añadiendo fibras de polipropileno. El agregado convencional fue reemplazo por agregado de concreto al 100%, para poder evaluar como añadiendo fibras gruesas polipropileno pueden llegar a mejorar las propiedades. También evaluar cual es la relación a/c más óptima para la realización del concreto con agregadores de concreto reciclado permeable. Los ensayos realizados abarcan los efectos de relación A/C, permeabilidad, porosidad, resistencia a fuerzas compresivas y flexión. Los resultados muestran que la permeabilidad del concreto permeable es el más adecuado cuando la relación de agua-cemento es de 0.30; la resistencia a fuerzas de compresión fue la más alta con 21,43 Mpa, cuando el contenido de fibras de polipropileno era de 3kg/m³. Cuando no se utilizó ninguna proporción de fibra en el concreto, llegó a tener 18.09Mpa (C. Patrón). Por lo que se concluye que el uso de fibras mejora la resistencia a fuerzas del concreto permeable con agregados de concreto reciclado.

Luis Felipe Contreras et. al [9], en esta investigación lo que se busca es dar solución al gran problema de contaminación que generan los RCD proveniente de las construcciones y demoliciones, por lo cual se plantea elaborar un concreto con RCD para una resistencia $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazos de 10, 15, 30, 60 y 100%. De acuerdo al porcentaje de reemplazo disminuye la resistencia, donde el reemplazo de 100% obtuvo un 81.75% de resistencia respecto al tradicional.

Bedoya Carlos et. al [2], para realizar el concreto se requieren materiales no renovables, los cuales son extraídos producto de la explotación minera a cielo abierto (canteras) y generan un gran impacto al medio ambiente, este presente artículo plantea elaborar un concreto con RCD proveniente de restos de concreto y mampostería. Se determinará la Resist. Compresión a los 3, 7, 14, 28, 56 y 91 días; a los cuales se le sumaran los siguientes ensayos porosidad, absorción y carbonatación. Reemplazando el 25% de RCD se obtuvo resistencias, porosidad y costos muy similares a la de concreto patrón, y sustituyendo el 50% obtuvo una resistencia del 95% con respecto al patrón, la porosidad y absorción también presentaron buenos resultados, en tanto a la carbonatación el comportamiento que tuvo hizo que se ubicara en rangos muy óptimos para considerar su reemplazo en estructuras tradicionales.

N. Bahrami et al. [10], En esta investigación se estudia cómo diferentes porcentajes de agregados finos y gruesos reciclados afectan las propiedades mecánicas del concreto autocompactante. Se reemplazó el 25%, 50%, 75% y 100% de los Agr. finos y gruesos. Las propiedades mecánicas disminuyen a medida que se incrementa el contenido de agregados reciclados, aunque todas las mezclas cumplen con el requisito de resistencia a fuerzas de compresión de 21 MPa a los 28 días. Para mejorar las propiedades mecánicas, se utilizó un reemplazo parcial del cemento con micro sílice en porcentajes de 5%, 7.5% y 10%. Los resultados indicaron que la mezcla con un 25% de Agr. fino y grueso reciclado y un 5% de micro sílice mostró un comportamiento similar al del concreto convencional, mientras que un mayor uso de micro sílice afecta negativamente las propiedades reológicas.

Bhanu Chaudhary et. al [11], el objetivo es analizar el rendimiento que tiene el material reciclado de construcción y demolición mediante la medición de su r. compresión para componentes de la estructura que no soportan carga, como muros perimetrales y no estructurales; empleando piezas trituradas de material de construcción demolido, con un tamaño entre 10 y 60 mm, como una alternativa al agregado grueso convencional. Para una investigación preliminar sistemática, se utilizó el material triturado de construcción demolido en un rango del 10 al 100% del peso total del Agr. grueso. La eficacia del uso del Agr. Grueso reciclado en la mezcla de concreto se evaluó mediante la comparación de la Resist. compresión en diferentes muestras de mezcla de concreto preparadas con mezcla de diseño recomendada por Indian Standard (IS) después de 28 días.

Ahmad et al. [12], Se investigaron dos niveles de reemplazo de Agr. Naturales por áridos reciclados: 50 y 100%. Las muestras de concreto con Agr. Naturales, fueron diseñadas para alcanzar resistencias de compresión a 28 días de 20 MPa, 40 MPa y 60 MPa. Los resultados mostraron que el grado del C. Patrón no tuvo un impacto significativo en las P. Mecánicas, es decir R. Compresión, R. Flexión y R. Tracción de los tres niveles de concreto con Agr. Reciclados evaluados. La conclusión fue que, en el concreto de alta resistencia, el rendimiento fue superior al del concreto reciclado.

Grzegorz Ludwik Golewski et. al [7], el cemento portland que es un miembro importante del concreto, que se elabora a base de la combustión del Clinker el cual viene generando cantidades de gases (CO₂), a nivel mundial entre el 7 – 9% de CO₂ es generado por la elaboración del cemento, producto de esto la siguiente investigación plantea elaborar un concreto con reemplazo parcial de cemento por distintos porcentajes de aditivos, tales como el humo de sílice en 10%, nanosílice 5% y cenizas volantes en 0, 15, 25%. La mezcla (1) reemplazando el 0% de cemento les dio una resistencia 38.32 MPa, la mezcla (2) utilizando 85% de cemento + 10% de

humo de sílice + 5% de nanosílice les dio una resistencia de 53.89 Mpa, la mezcla (3) utilizando 80% de cemento + 5% de cenizas volantes + 10% de humo de sílice + 5% de nanosílice les dio una resistencia de 56.87 MPa, la mezcla (4) utilizando 70% de cemento + 15% de cenizas volantes + 10% de humo de sílice + 5% de nanosílice les dio una resistencia de 50.12 MPa, obteniendo así resultados positivos en la mezcla 3. En su resistencia a la tracción las mezcla (1) obtuvo 2.9 MPa, la mezcla (2) obtuvo 4.02 MPa, la mezcla (3) obtuvo 4.26 MPa, la mezcla (4) obtuvo 3.76 Mpa, siendo la mezcla 3 la cual obtuvo mejor resistencia a la tracción.

A. Sumathi et. al [13], la adición de los nanomateriales en la construcción ha llamado la atención por sus propiedades que contienen, debido a esto ellos realizan un concreto de alta resistencia añadiendo nanosílice, nanotubos de carbono y fibras de acero para evaluar sus propiedades como la resistencia, resistencia al impacto y durabilidad. Se realizaron 11 mezclas incluida la mezcla patrón, los porcentajes de adición de nanosílice fue de 1%, nanotubos de carbono 0.025, 0.05, 0.1, 0.15 y 0.2% al peso del cemento y fibras de acero 1% al volumen del concreto. Los ensayos de resistencia se hicieron a los 3, 7 y 28 días, todas las mezclas que contienen fibras tuvieron una mejor resistencia al impacto, las muestras que no contenían fibras de acero sufrieron una falla frágil, para la resistencia mostraron un aumento para las mezclas que contenían y no contenían fibras de acero.

Ashwini R.M et. al [14], el ámbito de la construcción ha sido beneficiado con el progreso tecnológico, puesto que con el uso de los nanomateriales permite mejorar sus propiedades de un concreto convencional, por eso en la presente investigación es hacer saber acerca de los avances para mejorar la calidad del concreto utilizando nanosílice, nanoalúmina, nanometacaolina, nanotubos de carbono y óxido de nanotitanio, estos fueron evaluados en las pruebas de resist. Compresión y flexión. Las resistencias a compresión obtenido a los 28 días con 2% nanosílice mejora la R. compresión en un 20.25% y R. flexión en 34.36%, 2% óxido de nanotitanio mejora la R. compresión en un 23% y R. flexión en 47%, 0.5% nanotubos de carbono mejora la R. compresión en un 38.6% y R. flexión en 20.5%, 1% nanoalumina mejora la R. compresión en un 16.7% y R. flexión en 46%, 10% de nanometacaolina la R. compresión mejora en un 63% y la R. flexión en un 46.8%.

Caballero Arredondo, P.W et. al [6], la investigación analiza un estudio sobre la mejora de la calidad del concreto mediante la incorporación de nanosílice, utilizando agregado natural de la cantera Añashuayco. Se realizó un análisis de los resultados de ensayos al concreto con diferentes porcentajes de nanosílice para determinar la influencia en la resistencia final del concreto. El estudio se ubica en la provincia y departamento de Arequipa, y se utilizaron materiales y recursos locales para contribuir con la política pública y medio ambiental en Perú.

Los resultados muestran que la adición de nanosílice mejora la resistencia y capacidad de absorción de agua del concreto, y reduce el volumen de poros. Además, se enfatiza en la importancia de utilizar recursos propios de la zona para implementar políticas medio ambientales. También se realiza un análisis comparativo de costos entre el nuevo concreto con nanosílice y otros materiales, concluyendo que el diseño con agregados de Añashuayco y adición de nanosílice en proporciones del 0.6, 0.8, 1 y 1.4% alcanzan resistencias similares a un diseño con agregado de la cantera la poderosa, pero son más económicos.

Dongo Gómez Paula Nicole et. al [15], nos dice que en este estudio se evaluó cómo la incorporación de nanosílice afecta la permeabilidad del concreto en la ciudad de Arequipa. Se fabricaron muestras cilíndricas de concreto con diferentes relaciones agua/cemento y dosis de nanosílice. Se midió la permeabilidad y la Resist. A la compresión a diferentes intervalos de tiempo. Los resultados indican que agregar un 0,5% de nanosílice reduce la permeabilidad del concreto a medida que disminuye la relación a/c. Sin embargo, una dosis del 0,7% solo reduce la permeabilidad hasta cierto punto antes de aumentarla. Además, se observó que el aumento de cemento en la mezcla influye en la efectividad del aditivo.

Mohammad Farid Alvansaz [16], nos indica que el proyecto de investigación se enfocó en evaluar cómo la añadidura de partículas de nanosílice afecta las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de alto desempeño, esto representó reemplazar en 0,75%, 1,50% y 3% del cemento en el hormigón patrón con partículas de nanosílice, así como reemplazar el 5 y 10% con microsílice. El hormigón de alto desempeño fue diseñado para tener un $f'c$ superior a 55 Mpa y trabajabilidad, utilizando un aditivo superplastificante. Los ensayos de microscopía revelaron cómo las adiciones de sílice afectan la microestructura y la hidratación del hormigón; a su vez los resultados dejaron entendido que el porcentaje adecuado de nanosílice es del 1,5%, lo que resultó en mejoras significativas en la Resist. Compresión, tracción, módulo de elasticidad y módulo de rotura del concreto; resultando ser provechoso para las propiedades físico-mecánicas de un concreto de alto desempeño.

Bases teóricas

- **Concreto:**

Se forma producto de una combinación de cemento, agua y agregados; el cemento al relacionarse con el agua desencadena una reacción química que va adhiriéndose con los agregados [17].

- **Cemento Portland:**

Es un aglomerante que se ha generado producto de la trituración del Clinker, que al interactuar con el agua se convierte en una pasta que fragua y endurece [18].

- **Agregados:**

Conocido como áridos, son partículas que pueden ser de procedencia natural o artificial, estos pueden ser tratados y sus dimensiones están incluidas en la norma [19].

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

Ilustración 1: Tamices normalizados

Fuente 1: NTP 400.012

- **Agregado Fino:**

Agregado artificial de rocas o piedras, son los que atraviesan el tamiz 3/8 [19].

- **Agregado Grueso:**

Son los se encuentran retenidos en el tamiz N° 4, esto producto de su descomposición sea natural o mecánica de una roca [19].

- **Agua:**

Si hay demasiadas impurezas en el agua utilizada para la mezcla del concreto, esto es importante no solo para la Resist. concreto, también para el tiempo de fraguado, la intemperie (ales blancas sobre la superficie del concreto, y la corrosión del acero [18].

- **Residuos de Construcción y Demolición:**

Consisten en materiales sobrantes de una obra de construcción los cuales se encuentran compuestos por concreto producto de las demoliciones, remociones, reparaciones.

Según el artículo 7 del D.S N° 003-2013 VIVIENDA, los RCD se clasifican por peligrosos los cuales consiste en restos de vidrios, pinturas tóxicas, restos de tubos; y en los no peligrosos se encuentran los reutilizables, aprovechables y reciclables [20].

- **Componentes para el manejo de los RCD**

- ✓ **Obtención de los RCD:**

La obtención de los RCD se obtienen producto de sobrantes de obra, escombros, excedentes de remoción y otro tipo de residuos [21].

- ✓ **Almacenamiento:**

Los residuos deben ser separados dependiendo del tipo, pues en estos se encuentran los peligrosos y no peligrosos y se hará según las normas correspondientes [21].

- ✓ **Recolección:**

La recolección de estos residuos es parte crucial de identificación y clasificación de los mismos, pues se buscará aprovechar aquellos que sean más idóneos para su empleo [21].

- ✓ **Transporte:**

Los RCD al ser seleccionados según su tipo deben ser llevados en transportes hacia el lugar donde se verá si ira a su disposición final o reutilización [21].

- ✓ **Aprovechamiento:**

En este punto se busca identificar aquellos residuos cuyas características puedan ser utilizadas nuevamente en un proceso constructivo, para esto se debe determinar su nivel de riesgo y de aprovechamiento [21].

- ✓ **Tratamiento para disposición final:**

Los residuos deben ser tratados para disminuir el impacto al ambiente y riesgos hacia la salud [21].

- ✓ **Disposición final:**

Una vez concluido el proceso de clasificación, selección y tratamiento de estos; aquellos que no puedan ser reaprovechados o reutilizados por motivos en su composición o el riesgo que implicaría el uso de estos, la normativa NTP 400.050 plantea que estos sean colocados en sitios idóneos [21].

- **Nanosílice:**

La nanosílice cuenta con propiedades de carácter puzolánico que, al entrar en contacto agua con cemento hidratado, esta tiende a reaccionar formando partículas de C-S-H (gel), donde dichas partículas favorecen a la reducción de los vacíos en el concreto, es decir que reduce la porosidad del concreto y con esto garantizando una mayor resistencia a la compresión [6].



Ilustración 2: Nanosílice
Fuente 2: E. Propia

- **Granulometría**

Este ensayo nos servirá para ver el tamaño de los agregados. Para realizar la prueba de granulometría necesitaremos tamices [22].

- **Contenido de Humedad:**

Esta prueba nos detalla cómo se determinará el porcentaje de humedad sea en el Agr. Fino-grueso [23].

- **Absorción y Peso Específico**

Este ensayo sirve para determinar la relación entre la masa de volumen de material y la masa equivalente de agua destilada, según del cont. humedad del agreg., que generalmente puede estar seco, saturado y superficialmente seco [24].

- **Peso Unitario**

En esta prueba se determinará la densidad de masa de los agregados en condiciones suelta y compactada, esto se realizará para el agr. Fino y grueso [25].

- **Trabajabilidad**

En este ensayo se determinará el asentamiento del concreto en estado fresco, para verificar la trabajabilidad.

- **Propiedades Mecánicas del concreto**

- ✓ **R. Compresión:**

Este ensayo consiste en someter cilindros moldeados a una carga axial de compresión a una velocidad específica hasta que se produzca la falla [26].

- ✓ **R. Tracción:**

Se aplicará una fuerza de Comp. Diametral en toda la distancia de la muestra a una velocidad dentro de un rango hasta la falla [27].

- ✓ **R. Flexión:**

Este ensayo se ve la capacidad del concreto para resistir deformaciones y prevenir fallas cuando se aplican cargas [28].

- **Durabilidad:**

Se refiere a la capacidad de resistir a la acción del clima, ataques químicos u otro proceso de deterioro. Un concreto durable es aquel que conserva su forma, calidad y propiedades cuando se encuentra expuesto a las condiciones ambientales [29].

- ✓ **R. concreto a la penetración de ión cloruro:**

Este ensayo evalúa la cantidad de carga eléctrica que puede penetrar a través del concreto [30].

- ✓ **Cambio de longitud en morteros de cemento portland expuesto a soluciones sulfatadas:**

Se evalúa la capacidad del concreto a la expansión que puede ocurrir cuando están expuestos a soluciones sulfatadas [31].

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

- Según el fin que se persigue: Investigación Aplicada.
- Según la metodología de estudio: Investigación experimental.
- Según información analizada: Investigación cuantitativa

Pregunta de investigación

- ¿Qué influencia tendrá el reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto?

Hipótesis

- El reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice logrará mejorar las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto.

Población y Muestra

- La población estudiada está compuesta por probetas que se someterán a ensayos conforme a los requisitos de las normas técnicas, con el objetivo de evaluar la resistencia y durabilidad del concreto.

Porcentaje RCD	ENSAYO	Dosificación 1 - 7 días				Dosificación 2 - 14 días				Dosificación 3 - 28 días			
		Nanosilice 0%	Nanosilice 0.5%	Nanosilice 1%	Nanosilice 1.5%	Nanosilice 0%	Nanosilice 0.5%	Nanosilice 1%	Nanosilice 1.5%	Nanosilice 0%	Nanosilice 0.5%	Nanosilice 1%	Nanosilice 1.5%
0%	ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN									2	2	2	2
	ENSAYO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN									3	3	3	3
	ENSAYO RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO									3	3	3	3
	ENSAYO CAMBIO DE LONGITUD EN MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND EXPUESTOS A SOLUCIONES SULFATADAS									3	3	3	3
Total de muestras		3	3	3	3	3	3	3	3	14	14	14	14
50%	ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN									2	2	2	2
	ENSAYO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN									3	3	3	3
	ENSAYO RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO									3	3	3	3
	ENSAYO CAMBIO DE LONGITUD EN MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND EXPUESTOS A SOLUCIONES SULFATADAS									3	3	3	3
Total de muestras		3	3	3	3	3	3	3	3	14	14	14	14
75%	ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN									2	2	2	2
	ENSAYO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN									3	3	3	3
	ENSAYO RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO									3	3	3	3
	ENSAYO CAMBIO DE LONGITUD EN MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND EXPUESTOS A SOLUCIONES SULFATADAS									3	3	3	3
Total de muestras		3	3	3	3	3	3	3	3	14	14	14	14
100%	ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN									2	2	2	2
	ENSAYO RESISTENCIA A LA TRACCIÓN									3	3	3	3
	ENSAYO RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO									3	3	3	3
	ENSAYO CAMBIO DE LONGITUD EN MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND EXPUESTOS A SOLUCIONES SULFATADAS									3	3	3	3
Total de muestras		3	3	3	3	3	3	3	3	14	14	14	14
Total de muestra por dosificación		12	12	12	12	12	12	12	12	56	56	56	56
TOTAL		320											

*Tabla 1: Muestreo
Fuente 3: E. Propia*

Operacionalización de variables

VARIABLE	NOMBRE DE VARIABLE	INDICADOR	UNID. DE MEDIDA	RANGO DE VARIABILIDAD	MÉTODO DE MEDICIÓN
Variable independiente	Nanosilíce	Porcentaje de (Nanosilíce)	% en peso	0.5%, 1%, 1.5%	Probeta graduada
	(RCD)	Porcentaje de (RCD)	% en peso	50%, 75%, 100%	Balanza electrónica

VARIABLE	INDICADOR	UNID. DE MEDIDA	MÉTODO DE MEDICIÓN	
Variable dependiente	Propiedades Mecánicas del Concreto	Resistencia a la Compresión	Kg/cm ²	Norma Técnica Peruana NTP 339.034 "CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas".
		Resistencia a la Flexión	Kg/cm ²	Norma Técnica Peruana NTP 339.078 "CONCRETO: Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo".
		Resistencia a la Tracción	Kg/cm ²	Norma Técnica Peruana NTP 339.084 "CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto por compresión dimensional de una probeta cilíndrica".
	Durabilidad del Concreto	Resistencia del Concreto a la Penetración del ión cloruro	Qs (Coulombs)	ASTM C 1202: Método de ensayo normalizado para indicación eléctrica de la capacidad del hormigón para resistir la penetración de iones cloruro
		Método de prueba estándar para cambio de longitud en morteros de cemento portland expuestos a soluciones sulfatadas	mm	NTP 334.094: Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas

VARIABLE	NOMBRE DE VARIABLE	INDICADOR	MÉTODO DE MEDICIÓN
INTERVINIENTE 1	Resistencia a la Compresión	F'c = 210 Kg/cm ²	Método ACI 211
INTERVINIENTE 2	Tipo de Cemento	Cemento Tipo I	NTP 334.009
INTERVINIENTE 3	Tipo de RCD	Concreto

Tabla 2: Operacionalización de Variables

Fuente 4 : E. Propia

Técnica e instrumentos

Técnicas:

Se llevó a cabo recopilación de fuentes relacionados con el tema de investigación (artículos, normativas).

Instrumentos:

- ✓ Norma técnica peruana
- ✓ Reglamento de edificaciones
- ✓ ACI 211

Diseño para demostrar la hipótesis

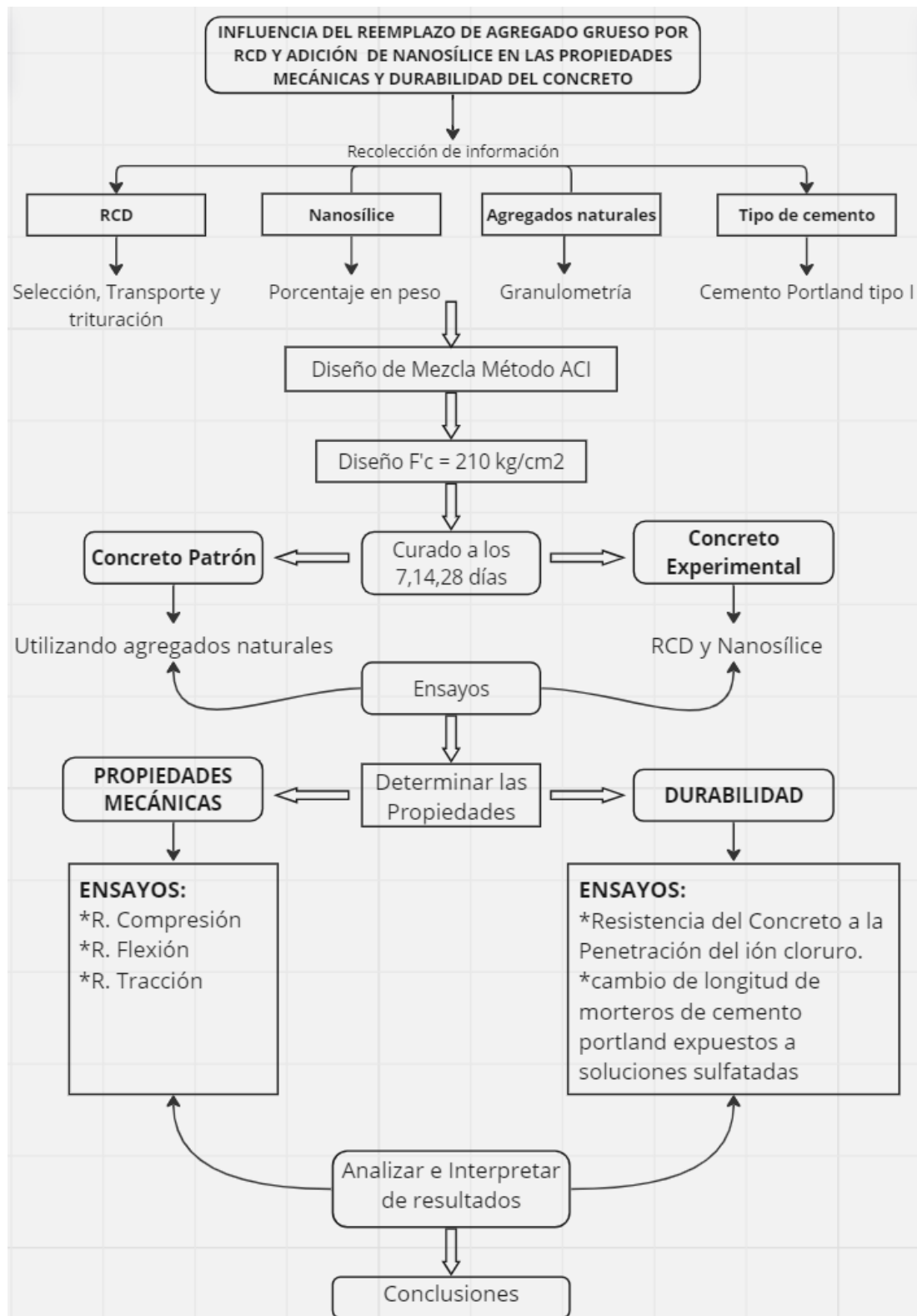


Ilustración 3: Estrategia Para elaborar la hipótesis

Fuente 5: E. Propia

Procedimientos:**Proceso para obtener el RCD****Recolección:**

Los RCD (concreto reciclado), se obtuvieron del botadero que se encuentra ubicado entre la intersección de la Panamericana Norte y carretera San José – Chiclayo.



Ilustración 4: Recolección RCD
Fuente 6: E. Propia



Ilustración 5: Recolección
Fuente 7: E. Propia

Trituración:

El triturado de RCD se realizó en la trituradora que se encuentra ubicada en el km 13 de la carretera Ferreñafe – Chiclayo.



Ilustración 7: Trituración RCD
Fuente 9: E. Propia

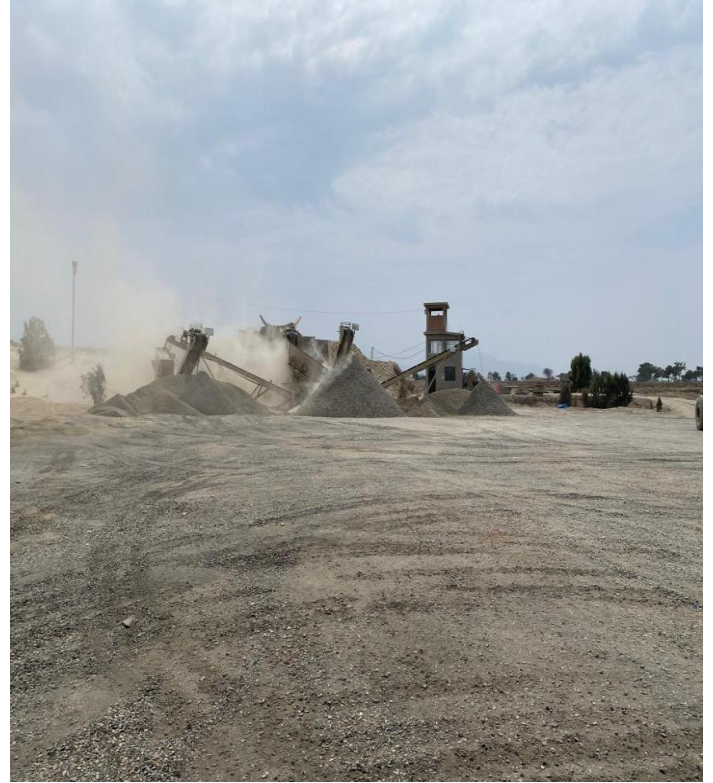


Ilustración 6: Trituradora
Fuente 8: E. Propia

Ensayos al Agregado Fino:

Al ensayo fino se le realizaron granulometría, C. de humedad, P. U. suelto y compactado, P. específico y absorción, esto con el fin de ver sus propiedades del agregado fino, el cual es procedente de la cantera Pátapo – La Victoria.

➤ Ensayo de Granulometría:

El fin de dicho ensayo, el cual tiene como fundamento la NTP 400.012 sirve para ver el tamaño de las partículas de los Agr. fino y grueso, el cual para esto nos será de ayuda los tamices. Para dicho ensayo la norma nos especifica que como mínimo debemos utilizar 300 gr de la muestra, que fue seleccionada a través del cuarteo. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 9: Tamizado Agr. Fino
Fuente: 11 E. Propia



Ilustración 8: Pesos Retenidos
Fuente: 10 E. Propia



Ilustración 10: Tamices
Fuente: 12 E. Propia

Recolección de datos:

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
Nº 04	4.750						
Nº 08	2.360						
Nº 16	1.180						
Nº 30	0.600						
Nº 50	0.300						
Nº 100	0.150						
Fondo							
Módulo de Fineza							
Abertura de malla de referencia							

Tabla 3: Recolección de datos granulometría del Agr. fino

Fuente: 13 E. Propia

➤ **Contenido de Humedad:**

La finalidad de este ensayo es ver el contenido de agua presente en el agregado. Para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 339.185, donde se realizará un cuarteo y tomaremos la muestra representativa. Para este ensayo el peso de la muestra fue de 600.09 gr. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 12: Peso Agr. Fino
Fuente: 15 E. Propia



Ilustración 11: Muestra en horno
Fuente: 14 E. Propia

Recolección de datos:

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.)		
B.- Peso de muestra seca	(gr.)		
C.- Peso de recipiente	(gr.)		
D.- Contenido de humedad	(%)		
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)		

Tabla 4: Recolección de datos C. Humedad del Agr. fino

Fuente: 16 E. Propia

➤ **P. Unitario Suelto y Compactado:**

Se realiza este ensayo para ver la capacidad de compactación del agregado, para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 400.017. Es fundamental recalcar que dicho ensayo debe repetirse hasta que los P. U. suelto y compactado presenten una diferencia mínima, para así calcular su peso promedio entre ellos. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 14: Molde

Fuente: 18 E. Propia



Ilustración 13: Varilla

Fuente: 17 E. Propia

Recolección de datos:

Ensayo : Peso unitario del agregado fino

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

Canetra

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	
2.- Peso del recipiente	(gr.)	
3.- Peso del material		
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	
2.- Peso del recipiente	(gr.)	
3.- Peso del material		
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	

Tabla 5: Recolección de datos P. U. Agr. Fino

Fuente: 19 E. Propia

➤ **Peso Específico y Absorción:**

Se realiza este ensayo para ver la capacidad de absorción del agregado, así también la densidad del Agr. fino. Para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 400.022, la cual describe la forma de realizarlo.

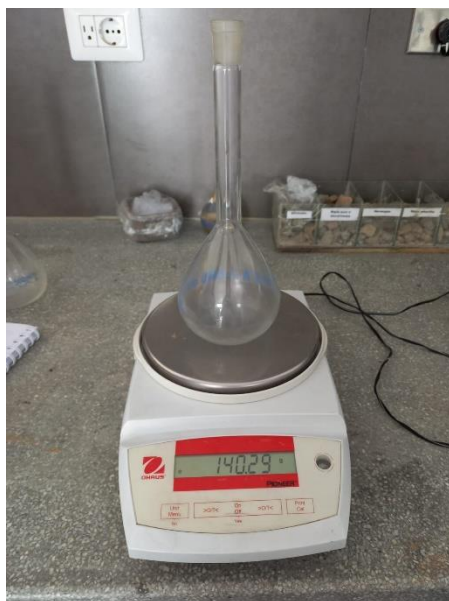


Ilustración 16: Peso Fiola
Fuente: 21 E. Propia



Ilustración 15: Peso tara
Fuente: 20 E. Propia



Ilustración 17: Muestra
Fuente: 22 E. Propia



Ilustración 18: P. específico
Fuente: 23 E. Propia

Recolección de datos:

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera

Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco +	(g)	
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasc	(g)	
3.- Peso del Agua	(g)	
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Fra	(g)	
5.- Peso del Frasco	(g)	
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	
7.- Volumen del frasco	(g)	

Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)

Tabla 6: Recolección de datos P. esp. y Absorción

Fuente: 24 E. Propia

Ensayos al Agregado Grueso:

Al ensayo Grueso se le realizaron granulometría, C. de humedad, P. U. suelto y compactado, P. específico y absorción, esto con el fin de ver sus propiedades del Agr. grueso, el cual es procedente de la cantera Pátapo – La Victoria.

➤ Ensayo de Granulometría:

El fin de dicho ensayo, el cual tiene como fundamento la NTP 400.012 sirve para ver el tamaño de las partículas de los agregados fino y grueso, el cual para esto nos será de ayuda los tamices. Fue seleccionada a través del cuarteo. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 20 Tamizado Agr. Grueso
Fuente: 26 E. Propia



Ilustración 19: Tamices
Fuente: 25 E. Propia

Recolección de datos:

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0					
1 1/2"	38.00	0.0					
1"	25.00	0.0					
3/4"	19.00	450.0					
1/2"	12.70	750.0					
3/8"	9.52	2850.0					
N° 04	4.75	2351.0					
N° 08	2.36	751.0					
N° 16	1.19	100.0					
Fondo		30.0					
Tamaño Máximo							
Tamaño Máximo Nominal							

Tabla 7: Recolección de datos granulometría Agr. Grueso

Fuente: 27 E. Propia

➤ **Contenido de Humedad:**

Se realiza este ensayo para ver el contenido de agua presente en el agregado. Para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 339.185. Para este ensayo el peso de la muestra fue de 7316 gr. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo



Ilustración 21: Muestra en el horno
Fuente: 28 E. Propia

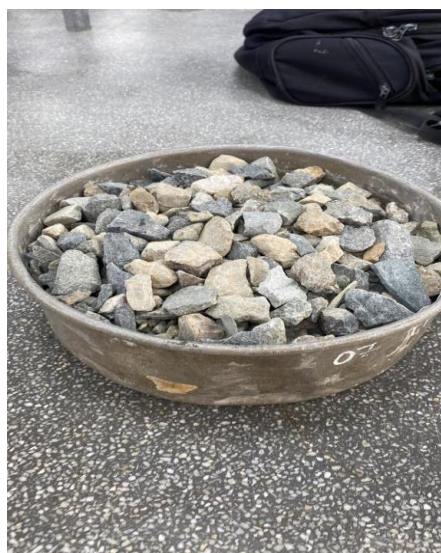


Ilustración 22: Muestra Agr. grueso
Fuente: 29 E. Propia

Recolección de datos:

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

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)		
B.- Peso de muestra seca	(gr.)		
C.- Peso de recipiente	(gr.)		
D.- Contenido de humedad	(%)		
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)		

Tabla 8: Recolección de datos C. de humedad

Fuente: 30 E. Propia

➤ **P. Unitario Suelto y Compactado:**

Se realiza este ensayo para ver la capacidad de compactación del agregado. Para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 400.017. Es fundamental recalcar que dicho ensayo debe repetirse hasta que los P. U. suelto y compactado presenten una diferencia

mínima, para así calcular su peso promedio entre ellos. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 23: Molde
Fuente: 31 E. Propia



Ilustración 24: Varilla
Fuente: 32 E. Propia

Recolección de datos:

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso

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

Cantera

PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	
2.- Peso del recipiente	(gr.)	
3.- Peso del material		
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	

PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	
2.- Peso del recipiente	(gr.)	
3.- Peso del material		
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	

Tabla 9: Recolección de datos P. U. del Agr. Grueso

Fuente: 33 E. Propia

➤ **P. Específico y Absorción:**

Se realiza este ensayo para ver la capacidad de absorción del agregado, así también la densidad del Agr. grueso. Para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 400.021, la cual describe la forma de realizarlo.

Para dicho ensayo el peso de la muestra fue de 1530 gr, posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 26: P. Esp. del Agr. Grueso

Fuente: 35 E. Propia



Ilustración 25: Peso de la Muestra Tarada

Fuente: 34 E. Propia

Recolección de datos:

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

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

Cantera

Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del c	(g)	
4.- Peso de la canastilla	(g)	
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	

Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	

Tabla 10: Recolección de datos P. Esp. y Absorción

Fuente: 36 E. Propia

Ensayos a los Residuos de Construcción y demolición (RCD):

Al RCD se le realizó granulometría, C. de humedad, P. U. suelto y compactado, P. específico y absorción, esto con el fin de ver sus propiedades del Agr. grueso, el cual es procedente de los residuos de construcciones y demoliciones.

Cabe recalcar que el RCD es un material que no se encuentre en las normas técnicas peruanas, se trabajará como si lo fuera. El reemplazo de RCD se hará en forma de agregado grueso, por lo tanto, se trabajará con la normativa de agregado grueso.

➤ Ensayo de Granulometría:

El fin de dicho ensayo, el cual tiene como fundamento la NTP 400.012 sirve para ver el tamaño de las partículas de los agregados fino y grueso (RCD), el cual para esto nos será de ayuda los tamices. Fue seleccionada a través del cuarteo. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 27: Tamizado
Fuente: 37 E. Propia



Ilustración 28: Tamices
Fuente: 38 E. Propia

Recolección de datos:

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00						
1 1/2"	38.00						
1"	25.00						
3/4"	19.00						
1/2"	12.70						
3/8"	9.52						
Nº 04	4.75						
Nº 08	2.36						
Nº 16	1.19						
Fondo							
Tamaño Maximo							
Tamaño Maximo Nominal							

Tabla 11: Recolección de datos granulometría RCD

Fuente: 39 E. Propia

➤ **Contenido de Humedad:**

Se realiza este ensayo para ver el contenido de agua presente en el RCD. Para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 339.185. Para este ensayo el peso de la muestra fue de 9530 gr. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo



Ilustración 30: RCD

Fuente: 41 E. Propia



Ilustración 29: Horno

Fuente: 40 E. Propia

Recolección de datos:

Ensayo : Contenido de humedad del RCD

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

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)		
B.- Peso de muestra seca	(gr.)		
C.- Peso de recipiente	(gr.)		
D.- Contenido de humedad	(%)		
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)		

Tabla 12: Recolección de datos C. de humedad RCD

Fuente: 42 E. Propia

➤ **P. Unitario Suelto y compactado:**

Se realiza este ensayo para ver la capacidad de compactación del RCD. Para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 400.017. Es fundamental recalcar que dicho ensayo debe repetirse hasta que los P. U suelto y compactado presenten una diferencia mínima, para así calcular su peso promedio entre ellos. Posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 32: Molde

Fuente: 44 E. Propia



Ilustración 31: Varilla

Fuente: 43 E. Propia

Recolección de datos:

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

Cantera

PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	
2.- Peso del recipiente	(gr.)	
3.- Peso del material		
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	

PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	
2.- Peso del recipiente	(gr.)	
3.- Peso del material		
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	

Tabla 13: Recolección de datos P. Unitario RCD

Fuente: 45 E. Propia

➤ **P. Específico y Absorción:**

Se realiza este ensayo para ver la capacidad de absorción del RCD, así también la densidad del RCD. Para este ensayo utilizamos como referencia la NTP 400.021, la cual describe la forma de realizarlo.

Para dicho ensayo el peso de la muestra fue de 1500 gr, posteriormente se adjuntan algunas imágenes que ejemplifican diferentes fases de dicho ensayo.



Ilustración 33: Muestra RCD

Fuente: 46 E. Propia



Ilustración 34: Muestra SSS

Fuente: 47 E. Propia



Ilustración 36: P. Muestra en Canastilla
Fuente: 49 E. Propia



Ilustración 35: Muestra de RCD
Fuente: 48 E. Propia

Recolección de datos:

Ensayo : Peso específico y Absorción del RCD

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

Cantera

Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del c	(g)	
4.- Peso de la canastilla	(g)	
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	

Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	

Tabla 14: Recolección de datos P. Esp. y Absorción RCD

Fuente: 50 E. Propia

➤ **Asentamiento:**

Se realizó con la mezcla del concreto en estado fresco, posteriormente se coloca en el molde (cono de abrams) y se compacta a través de un proceso de varillado. Una vez realizado, se retira el molde hacia arriba con cuidado, para que el concreto se deforme por su propio peso y la distancia vertical que hay entre el molde y el concreto vendría hacer el asentamiento.



Ilustración 37: Asentamiento

Fuente 51: E. Propia

➤ **Elaboración de testigos:**

La elaboración de testigos depende del tipo de ensayo a realizar, para R. compresión y R. concreto a la penetración de ión cloruro se elaboraron testigos con medidas de 10x20 cm, para R. tracción se elaboraron probetas con medidas de 15x30 cm, para R. flexión se elaboraron vigas de concreto con medidas de 15x15x50 cm y para el ensayo de Cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas se realizaron vigas de concreto con medidas de 7.5x7.5x 28.5cm.



Ilustración 39: Elaboración de testigos
Fuente 53: E. Propia



Ilustración 38: Elaboración de vigas
Fuente 52: E. Propia

➤ **Ensayos P. Mecánicas:**

• **R. Compresión:**

Consiste en cilindros moldeados a una carga de compresión a una velocidad específica hasta que se produzca la falla. Para determinar la resistencia, se realiza el cálculo dividiendo la carga entre el área transversal de la probeta.

• **R. Tracción:**

Se aplica una fuerza de comp. Diametral en toda la distancia de la muestra a una velocidad dentro de un rango hasta la falla.

• **R. Flexión:**

Se aplica la carga en los $L/3$ de la viga. Se ira deformando, hasta producirse la falla.

➤ **Durabilidad:**

• **R. concreto a la penetración de ión cloruro:**

Dicho ensayo se realiza a los 28 días de curado. Se elaboran probetas e 10x20 cm, las cuales son cortadas en 4 partes de 5cm cada una y se tomaron las partes mejores concentradas que son las del centro.

• **Cambio de longitud en morteros de cemento portland expuesto a soluciones sulfatadas:**

si bien la norma menciona barras de mortero, para este caso como es reemplazo del Agr. grueso se optó por realizar barras de concreto con medidas 7.5x7.5x28.5 cm la cual estarán expuesto a la solución de sulfato de sodio, se tomaron medidas durante 1, 2, 3, 4, 8, 13 y 15 semanas. Para dicho ensayo tenemos en cuenta la NTP 334.094, ASTM C157.



Ilustración 41: Toma de datos P. ion cloruro

Fuente 55: E. Propia



Ilustración 40: Toma de lecturas concreto expuesto a sulfatos

Fuente 54: E. Propia

Resultados y discusión

Ensayo a los Agregados:

Granulometría:

Granulometría Agregado Fino:

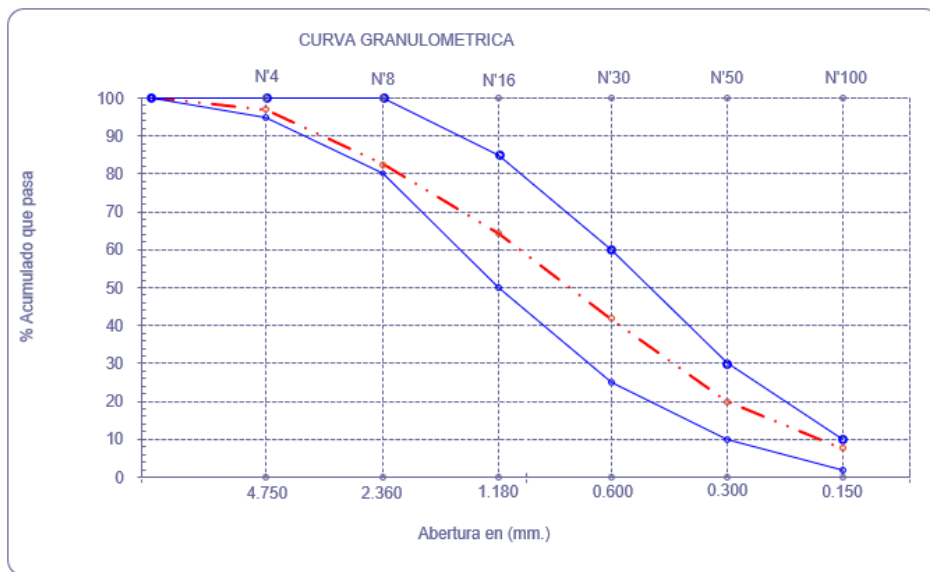
En la siguiente tabla se puede observar que el agregado fino procedente de la cantera Pátapo – La Victoria, se obtuvieron los siguientes datos.

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	17.86	3.0	3.0	97.0	95	100
Nº 08	2.360	87.18	14.6	17.6	82.4	80	100
Nº 16	1.180	108.16	18.1	35.7	64.3	50	85
Nº 30	0.600	134.3	22.5	58.2	41.8	25	60
Nº 50	0.300	131.31	22.0	80.1	19.9	10	30
Nº 100	0.150	72.9	12.2	92.4	7.6	2	10
Fondo		45.7	7.6	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.869			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Tabla 15: A. granulométrico Agr. fino

Fuente 56: E. Propia

En la siguiente gráfica se puede observar la curva del Agr. fino se encuentra dentro de los parámetros y con un módulo de fineza 2.869.



Gráfica 1: Curva Granulométrica

Fuente 57: E. Propia

De acuerdo a la siguiente grafica se puede ver la distribución de tamaño del Agr. fino cumple con lo estipulado.

Granulometría Agregado Grueso:

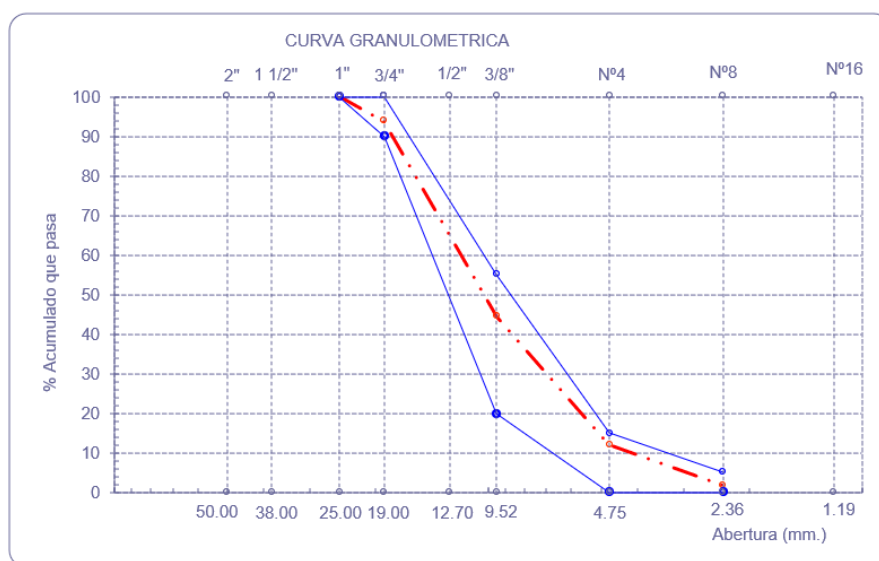
En la siguiente tabla se puede ver que el Agr. grueso procedente de la cantera Pátapo – La Victoria cumple, con un TM de 1” y un TMN de ¾”.

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)					USO 56	
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	450.0	6.2	6.2	93.8	40.0	85.0
1/2"	12.70	750.0	10.3	16.5	83.5	10.0	40.0
3/8"	9.52	2850.0	39.1	55.6	44.4	0.0	15.0
Nº 04	4.75	2351.0	32.3	87.9	12.1	0.0	5.0
Nº 08	2.36	751.0	10.3	98.2	1.8	0.0	0.0
Nº 16	1.19	100.0	1.4	99.6	0.4	0.0	0.0
Fondo		30.0	0.4	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

Tabla 16: A. Granulométrico Agr. Fino

Fuente 58: E. Propia

En la siguiente gráfica se puede observar la curva del agregado grueso.



Gráfica 2: Curva Granulométrica Agr. Grueso

Fuente 59: E. Propia

De acuerdo a la siguiente grafica se puede ver la distribución de tamaño del Agr. grueso cumple con lo estipulado.

Granulometría RCD:

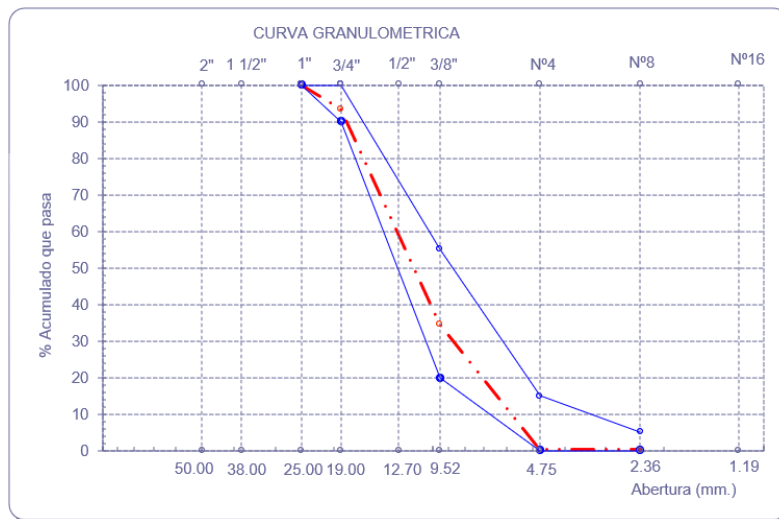
En la siguiente tabla se puede ver la granulometría del Agr. grueso a reemplazar que viene hacer producto de la trituración del RCD, se utilizó la NTP 400.012 para referenciamos ya que es un material que no se encuentra normado, se obtuvo un TM de 1" y un TMN de ¾".

Malla		Peso	(%)	(% Acum.	(% Acum.	Especificaciones	
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	603.0	6.4	6.4	93.6	40.0	85.0
1/2"	12.70	956.0	10.2	16.6	83.4	10.0	40.0
3/8"	9.52	4562.0	48.6	65.2	34.8	0.0	15.0
Nº 04	4.75	3236.0	34.5	99.7	0.3	0.0	5.0
Nº 08	2.36	0.3	0.0	99.7	0.3	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.3	0.0	99.7	0.3	0.0	0.0
Fondo		30.0	0.3	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

Tabla 17: A. Granulométrico RCD

Fuente 60: E. Propia

En la siguiente gráfica se muestra la curva del RCD.



Gráfica 3: Curva Granulométrica RCD

Fuente 61: E. Propia

De acuerdo a la siguiente grafica se puede ver la distribución de tamaño del RCD cumple con lo estipulado.

Peso Específico:

P. Específico del Agregado Fino:

Se puede observar el P. específico del Agr. fino proveniente de la cantera Pátapo – La Victoria es de 2.585 g/cm³ y el porcentaje de absorción de 0.28%.

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino		
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022		
I.- Datos.		
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del	(g)	947.4 947.4
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	640.3 640.3
3.- Peso del Agua	(g)	307.1 307.1
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	638.98 638.98
5.- Peso del Frasco	(g)	140.3 140.3
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498.7 498.7
7.- Volumen del frasco	(g)	500 500
II.- Resultados		
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.585
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.592
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.603
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.28

Tabla 18: P. Esp. y abs. Agr. Fino

Fuente 62: E. Propia

P. Específico del Agregado Grueso:

Se puede observar el P. específico del Agr. grueso proveniente de la cantera Pátapo – La Victoria es de 2.754 g/cm³ y el porcentaje de absorción de 1.01%.

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso			
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021			
I.- Datos.			
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1515	1515
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1530	1530
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1850	1850
4.- Peso de la canastilla	(g)	870	870
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	980	980
II.- Resultados			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.754	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.782	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.833	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.01	

Tabla 19: P. Esp. del Agr. Grueso

Fuente 63: E. Propia

P. Específico del RCD:

Se puede observar el P. específico del RCD es de 2.383 g/cm³ y el porcentaje de absorción de 4.9 %.

Ensayo : Peso específico y Absorción RCD			
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021			
Cantera : RCD			
I.- Datos.			
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1430	1430
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1500	1500
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1770	1770
4.- Peso de la canastilla	(g)	870	870
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	900	900
II.- Resultados			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.383	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.500	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.698	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	4.90	

Tabla 20: P. Esp. del RCD

Fuente 64: E. Propia

Contenido de Humedad:**Contenido de Humedad del Agregado Fino:**

El C. de humedad obtenido para Agr. fino es de 0.44 %.

<u>Ensayo</u>	: Contenido de humedad del agregado fino		
<u>Referencia</u>	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
I .- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	600.09	600.09
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	597.45	597.45
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.44	0.44
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.44	

Tabla 21: C. de Humedad Agr. Fino

Fuente 65: E. Propia

Contenido de Humedad del Agregado Grueso:

El C. de humedad obtenido para Agr. grueso es de 0.47 %.

<u>Ensayo</u>	: Contenido de humedad del agregado grueso		
<u>Referencia</u>	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
I .- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	7316	7316
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	7282	7282
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.47	

Tabla 22: C. de Humedad Agr. Grueso

Fuente 66: E. Propia

Contenido de Humedad del RCD:

El C. de humedad obtenido para RCD es de 1.52 %.

Ensayo	: Contenido de humedad RCD		
Referencia	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
Cantera	: RCD		
I. - Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	9530	9530
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	9387.65	9387.65
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.5	1.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.52	

Tabla 23: C. Humedad

Fuente 67: E. Propia

Peso Unitario Suelto y Compactado:

P. U. Suelto y Compactado del Agregado Fino:

En la siguiente tabla se puede observar los datos obtenidos, el P. U. suelto del Agr. fino es 1633 kg/m³ y el P. U. compactado es 1786 kg/m³.

Ensayo	: Peso unitario del agregado fino		
Referencia	: Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017		
1.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8990	8982
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8990	8982
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1640	1639
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1633	
2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9830	9834
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9830	9834
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1794	1795
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1786	

Tabla 24: P. U. Suelto y Compactado Agr. Fino

Fuente 68: E. Propia

P. U. Suelto y Compactado del Agregado Grueso:

En la siguiente tabla se puede observar los datos obtenidos, el P. U. suelto del Agr. grueso es 1400 kg/m³ y el P.U. compactado es 1607 kg/m³.

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso			
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
A.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7664	7654
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7664	7654
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1408	1406
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1400	
B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8784	8794
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8784.0	8794.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1614	1615
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1607	

Tabla 25: P. U. Suelto y Compactado del Agr. Grueso

Fuente 69: E. Propia

P. U. Suelto y Compactado del RCD:

En la siguiente tabla se puede observar los datos obtenidos, el P. U. suelto del RCD es de 1250 kg/m³ y el P. U. compactado es de 1413 kg/m³.

Ensayo : Peso unitario RCD			
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
Cantera : RCD			
A.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	6904	6914
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		6904	6914
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1268	1270
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1250	
B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7814	7804
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7814.0	7804.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1435	1434
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1413	

Tabla 26: P. U. Suelto y Compactado del RCD

Fuente 70: E. Propia

Ensayo Químico de Sales, Cloruros y Sulfatos

	Muestra	Concreto Reciclado
Sales Solubles Totales	ppm	4112
	%	0.41
Cloruros Cl-	ppm	1841
	%	0.18
Sulfatos SO₄²⁻	ppm	538
	%	0.05

Tabla 27: E. Q. sales, cloruros y sulfatos

Fuente 71: Lab. Externo

Una vez realizado el ensayo químico a nuestro RCD (Concreto reciclado) se procedió a analizar los resultados, según lo obtenido para sales solubles totales es de 4112 ppm, para cloruros se obtuvo 1841 ppm y para sulfatos 538 ppm.

MÉTODO DEL COMITÉ AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

El método ACI 211 da a conocer la metodología para el diseño y dosificación del concreto, brinda recomendaciones para seleccionar los materiales, sus proporciones de los componentes del concreto (agua, cemento, agregados).

D. MEZCLA CONCRETO PATRÓN

- Primeramente, para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se hará la determinación de la resistencia requerida que es de 295 kg/cm^2 .

Resistencia teórica, Kg/cm^2	Resistencia requerida, Kg/cm^2
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 85$
$f'c > 350$	$f'cr = 1,1f'c + 50$

Tabla 28: R. requerida

Fuente 72: E. propia

- El asentamiento para este diseño fue de 3 a 4", consideramos un contenido de aire de 2% y agua de 205 lt/m^3 .
- Se considero una relación a/c de 0.555, debido al TMN del Agr. Grueso y el módulo de fineza del Agr. Fino que fue de 2.869 se obtiene que el volumen del Agr. grueso es de 0.613.
- A partir de los datos obtenidos se realizaron los cálculos correspondientes, obteniendo como resultado la cantidad por m^3 en condiciones secas:
 - Cemento: 369.37 kg/m^3
 - Agua: 205 lt/m^3
 - Arena: 775.5 kg/m^3
 - Grava: 985.23 kg/m^3
- Se realiza una corrección por humedad:
 - Arena: 778.87 kg/m^3
 - Grava: 989.72 kg/m^3
- Agua efectiva:
 - Arena: 1.2
 - Grava: -5.3
 - Dando un total de: -4.1

- Con lo calculado, se obtiene la cantidad por m³ en condiciones húmedas:
 - Cemento: 369.37 kg/m³
 - Agua: 209.1 lt/m³
 - Arena: 778.87 kg/m³
 - Grava: 989.72 kg/m³
- Dosificación en peso y volumen:
 - Peso:

1: 2.11: 2.68: 24.1
 - Volumen:

1: 1.94: 2.87: 24.1

Reemplazo de agregado grueso por RCD:

El reemplazo de Agr. grueso por RCD se hará mediante los porcentajes establecidos (50%, 75%), el reemplazo se hará en peso, puesto que el P. específico del RCD es muy cercano al del Agr. grueso. A continuación, se realizarán los cálculos:

$$\text{Reemplazo}_{50\%} = (1\text{m}^3 * 50\%) * 989.72 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 494.86 \text{ kg}$$

Ecuación 1: Cálculo en peso de RCD al 50%

$$\text{Reemplazo}_{75\%} = (1\text{m}^3 * 75\%) * 989.72 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 742.29 \text{ kg}$$

Ecuación 2: Cálculo en peso de RCD al 75%

Adición de Nanosílice:

La adición de nanosílice se hará en base al peso del cemento mediante los porcentajes establecidos (0.5%, 1%, 1.5%).

$$\text{Adición}_{0.5\%} = \frac{0.5\% \times 369.37}{1.03} = 1.79 \text{ Lt/m}^3$$

Ecuación 3: Cálculo de adición de nanosílice 0.5%

$$\text{Adición}_{1\%} = \frac{1\% \times 369.37}{1.03} = 3.59 \text{ Lt/m}^3$$

Ecuación 4: Cálculo de adición de nanosílice 1%

$$\text{Adición}_{1.5\%} = \frac{1.5\% \times 369.37}{1.03} = 5.38 \text{ Lt/m}^3$$

Ecuación 5: Cálculo de adición de nanosílice 1.5%

DISEÑO DE MEZCLA REEMPLAZO 100% RCD

- Primeramente, para un $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se hará la determinación de la resistencia requerida que es de 295 kg/cm^2 .

Resistencia teórica, Kg/cm^2	Resistencia requerida, Kg/cm^2
$f'_c < 210$	$f'_{cr} = f'_c + 70$
$210 \leq f'_c \leq 350$	$f'_{cr} = f'_c + 85$
$f'_c > 350$	$f'_{cr} = 1,1f'_c + 50$

Tabla 29: R. requerida

Fuente 73: E. propia

- El asentamiento para este diseño fue de 3 a 4", consideramos un contenido de aire de 2% y agua de 205 lt/m^3 .
- Se considero una relación a/c de 0.555, debido al TMN del Agr. grueso y el módulo de fineza del Agr. Fino que fue de 2.869 se obtiene que el volumen del Agr. grueso es de 0.613.
- A partir de los datos obtenidos se realizaron los cálculos correspondientes, obteniendo como resultado la cantidad por m^3 en condiciones secas:
 - Cemento: 369.37 kg/m^3
 - Agua: 205 lt/m^3
 - Arena: 760.47 kg/m^3
 - Grava: 866.17 kg/m^3
- Se realiza una corrección por humedad:
 - Arena: 763.82 kg/m^3
 - Grava: 879.33 kg/m^3
- Agua efectiva:
 - Arena: 1.24
 - Grava: -29.29
 - Dando un total de: -28.05
- Con lo calculado, se obtiene la cantidad por m^3 en condiciones húmedas:
 - Cemento: 369.37 kg/m^3
 - Agua: 233.05 lt/m^3
 - Arena: 763.82 kg/m^3

- Grava: 879.33 kg/m³
- Dosificación en peso y volumen:
 - Peso:

1: 2.07: 2.38: 26.8
 - Volumen:

1: 1.90: 2.86: 26.8

Adición de Nanosílice:

La adición de nanosílice se hará en base al peso del cemento mediante los porcentajes establecidos (0.5%, 1%, 1.5%).

$$Adición_{0.5\%} = \frac{0.5\% \times 369.37}{1.03} = 1.79 \text{ Lt/m}^3$$

Ecuación 6: Cálculo de adición de nanosílice 0.5%

$$Adición_{1\%} = \frac{1\% \times 369.37}{1.03} = 3.59 \text{ Lt/m}^3$$

Ecuación 7: Cálculo de adición de nanosílice 1%

$$Adición_{1.5\%} = \frac{1.5\% \times 369.37}{1.03} = 5.38 \text{ Lt/m}^3$$

Ecuación 8: Cálculo de adición de nanosílice 1.5%

Se llevó a cabo el diseño de la mezcla según el ACI 211 para un concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, considerando una desviación estándar de 85 kg/cm^2 y un asentamiento de 3 a 4". Asimismo, se empleó una relación a/c de 0.555, seleccionada por resistencia, sin aire incorporado. El reemplazo de agregados por RCD al 50 % y 75 % se realizó tomando como referencia el diseño de mezcla patrón, ajustando únicamente la proporción de RCD según el porcentaje de reemplazo. Para el concreto con 100 % RCD se desarrolló un diseño de mezcla nuevo. Las adiciones de nanosílice, correspondientes al 0.5 %, 1 % y 1.5 %, se efectuaron en proporción al peso del cemento.

Resultados del Concreto en Estado Fresco:

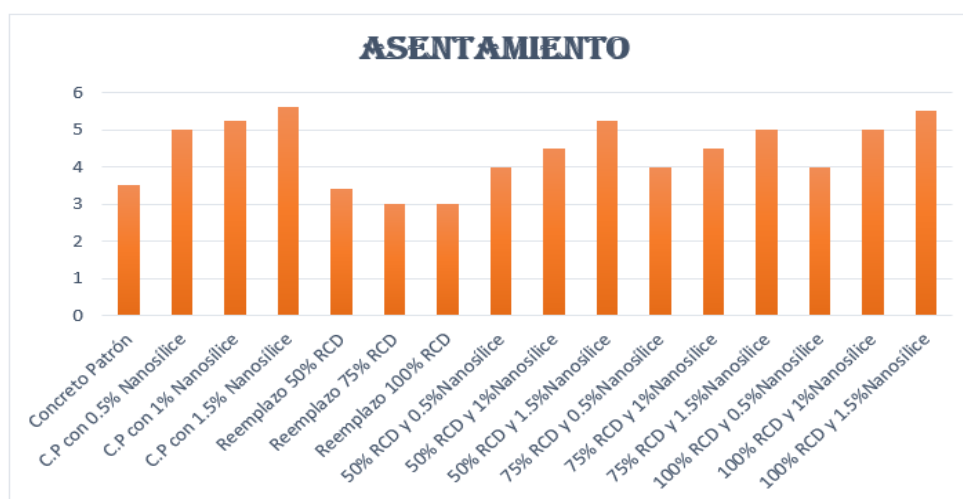
Trabajabilidad del Concreto:

F'c	Descripción	Asentamiento (pulgadas)
210 kg/cm ²	Concreto Patrón	3.5
	C.P con 0.5% Nanosílice	5
	C.P con 1% Nanosílice	5.25
	C.P con 1.5% Nanosílice	5.6
	Reemplazo 50% RCD	3.4
	Reemplazo 75% RCD	3
	Reemplazo 100% RCD	3
	50% RCD y 0.5%Nanosílice	4
	50% RCD y 1%Nanosílice	4.5
	50% RCD y 1.5%Nanosílice	5.25
	75% RCD y 0.5%Nanosílice	4
	75% RCD y 1%Nanosílice	4.5
	75% RCD y 1.5%Nanosílice	5
	100% RCD y 0.5%Nanosílice	4
	100% RCD y 1%Nanosílice	5
	100% RCD y 1.5%Nanosílice	5.5

Tabla 30: Asentamiento

Fuente 74: Elaboración Propia

En la tabla se muestra los asentamientos, el cual dicho ensayo fue realizado con ayuda con el cono de abrams, se puede apreciar que el C. Patrón se obtuvo un slump de 3.5” y con el reemplazo del RCD en los diferentes porcentajes planteados la trabajabilidad se vio afectada reduciendo, mientras que en los casos donde se hace la adición de nanosílice la trabajabilidad aumento. A continuación, se hace la representación gráfica del asentamiento.



Gráfica 4: Asentamiento

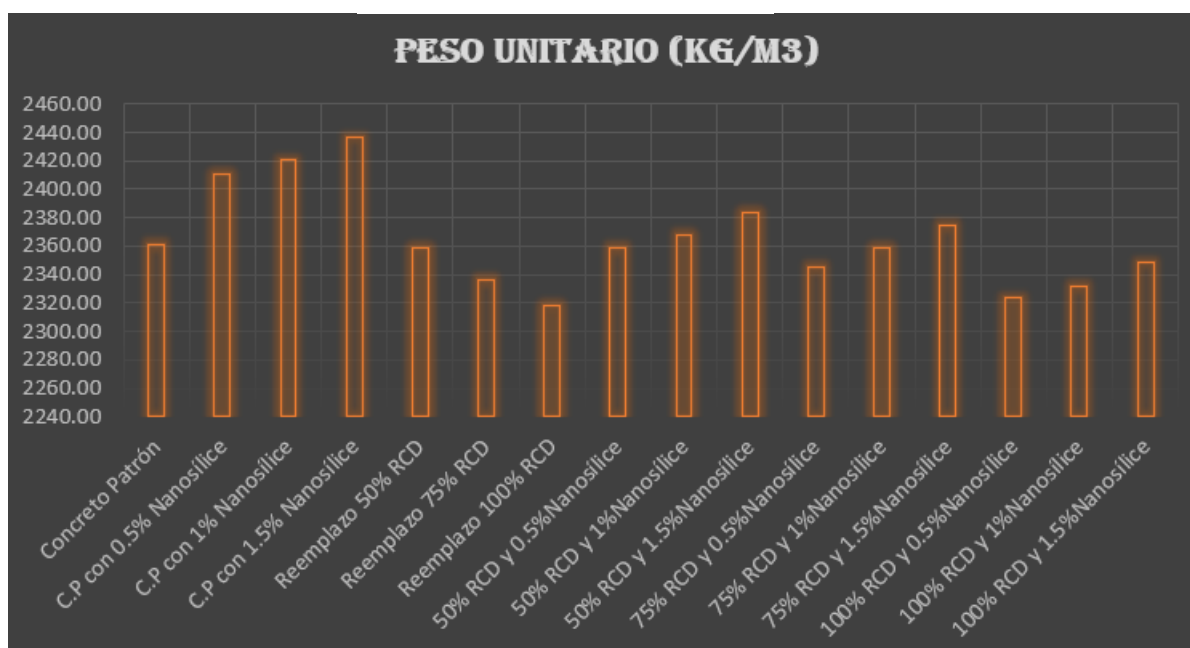
Fuente 75: E. Propia

Ensayo de Peso Unitario del Concreto:

MUESTRA	PESO UNITARIO (kg/m ³)			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Concreto Patrón	2372.68	2342.76	2368.23	2361.22
C.P con 0.5% Nanosílice	2412.79	2419.16	2400.06	2410.67
C.P con 1% Nanosílice	2431.89	2419.16	2412.79	2421.28
C.P con 1.5% Nanosílice	2425.52	2438.25	2444.62	2436.13
Reemplazo 50% RCD	2359.31	2354.22	2361.86	2358.46
Reemplazo 75% RCD	2336.39	2342.76	2330.03	2336.39
Reemplazo 100% RCD	2328.76	2321.12	2305.84	2318.57
50% RCD y 0.5%Nanosílice	2358.04	2369.50	2350.40	2359.31
50% RCD y 1%Nanosílice	2361.86	2369.50	2373.32	2368.23
50% RCD y 1.5%Nanosílice	2387.32	2393.69	2371.41	2384.14
75% RCD y 0.5%Nanosílice	2338.94	2351.67	2344.03	2344.88
75% RCD y 1%Nanosílice	2355.49	2361.86	2359.31	2358.89
75% RCD y 1.5%Nanosílice	2380.96	2368.23	2374.59	2374.59
100% RCD y 0.5%Nanosílice	2323.66	2317.30	2330.03	2323.66
100% RCD y 1%Nanosílice	2342.76	2323.66	2330.03	2332.15
100% RCD y 1.5%Nanosílice	2349.13	2336.39	2361.86	2349.13

Tabla 31: P. U. del Concreto

Fuente 76: E. Propia



Gráfica 5: P. U. del Concreto

Fuente 77: E. Propia

En la tabla, se muestra los diferentes pesos unitarios obtenidos tanto del C. Patrón, concreto con adición de nanosílice, concreto con reemplazo de Ag. Grueso por RCD y concreto con ambas combinaciones, para la obtención de los pesos se realizó a través del promedio del peso de 3 muestras, analizando los datos se puede observar que el peso varía dependiendo

de la adición, reemplazo o ambas combinaciones. De la tabla se puede observar que el menor peso obtenido es el reemplazo del 100% Agr. Grueso por RCD.

Resultados del Concreto en Estado Endurecido:

Ensayo de Resistencia a la compresión:

Se realizó de acuerdo a la NTP 339.034, a continuación, se mostrarán las comparativas de la R. Comp. del concreto con cada uno de los porcentajes de reemplazo de Agr. grueso por RCD y adición de nanosílice.

Comparativa del concreto patrón y concreto patrón más adiciones de nanosílice.

Muestra N°	Identificación	Fecha de Inicio Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	21/10/2023	7	78.54	23108.7	294.2	296.99
02	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	21/10/2023	7	78.54	23382.2	297.7	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	21/10/2023	7	78.54	23485.3	299.0	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	28/10/2023	14	78.54	24779.4	315.5	315.01
05	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	28/10/2023	14	78.54	24550.4	312.6	
06	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	28/10/2023	14	78.54	24893.1	316.9	
07	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	78.54	25058.2	319.1	324.99
08	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	78.54	26032.9	331.5	
09	CONCRETO 210 kg/cm ² Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	78.54	25483.8	324.5	

Tabla 32: R. del C. Patrón

Fuente 78: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Inicio Ensayo	Fecha Final de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	4/11/2023	7	78.54	23721.4	302.0	300.84
02	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	4/11/2023	7	78.54	22963.2	292.4	
03	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	4/11/2023	7	78.54	24199.3	308.1	
04	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	11/11/2023	14	78.54	26168.6	333.2	338.46
05	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	11/11/2023	14	78.54	26804.1	341.3	
06	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	11/11/2023	14	78.54	26775.4	340.9	
07	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	25/11/2023	28	78.54	29559.7	376.4	374.89
08	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	25/11/2023	28	78.54	29266.2	372.6	
09	Concreto con adición de 0.5% Nanosílice	28/10/2023	25/11/2023	28	78.54	29505.2	375.7	

Tabla 33: R. Concreto con adición de 0.5% nanosílice

Fuente 79: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	17/11/2023	7	78.54	26811.7	341.4	337.10
02	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	17/11/2023	7	78.54	26107.4	332.4	
03	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	17/11/2023	7	78.54	26509.0	337.5	
04	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	24/11/2023	14	78.54	28431.1	362.0	367.62
05	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	24/11/2023	14	78.54	28956.0	368.7	
06	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	24/11/2023	14	78.54	29231.8	372.2	
07	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	8/12/2023	28	78.54	30584.5	389.4	395.41
08	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	8/12/2023	28	78.54	31188.6	397.1	
09	Concreto con adición de 1% Nanosilíce	10/11/2023	8/12/2023	28	78.54	31392.2	399.7	

Tabla 34: R. Concreto con adición de 1% nanosilíce

Fuente 80: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	18/11/2023	7	78.54	29974.1	381.6	379.22
02	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	18/11/2023	7	78.54	29258.7	372.5	
03	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	18/11/2023	7	78.54	30119.4	383.5	
04	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	25/11/2023	14	78.54	31790.1	404.8	404.47
05	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	25/11/2023	14	78.54	31338.4	399.0	
06	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	25/11/2023	14	78.54	32173.4	409.6	
07	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	9/12/2023	28	78.54	34167.8	435.0	433.21
08	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	9/12/2023	28	78.54	34090.4	434.1	
09	Concreto con adición de 1.5% Nanosilíce	11/11/2023	9/12/2023	28	78.54	33815.6	430.6	

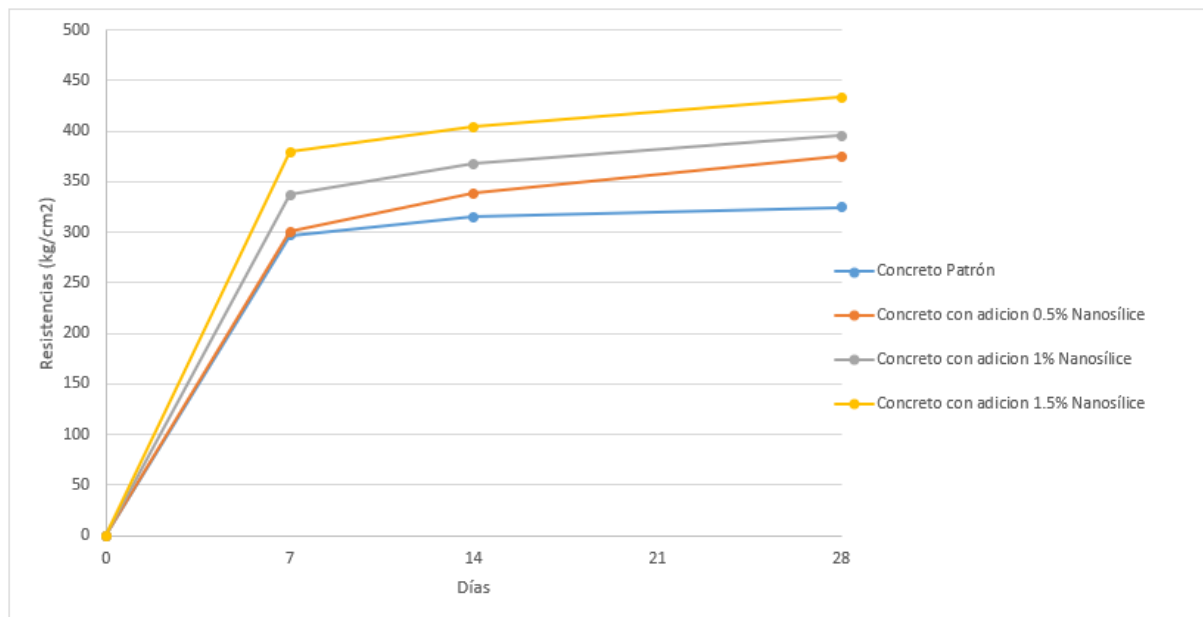
Tabla 35: R. Concreto Con adición de 1.5% nanosilíce

Fuente 81: E. Propia

En las tablas se puede observar la R. del patrón y concreto con adición de nanosilíce, el cual se puede observar que al adicionar los porcentajes la resistencia mejora respecto al patrón:

- A la edad de 7 días la R. del patrón fue de 296.99 kg/cm², adicionando 0.5% nanosilíce aumentó alcanzando los 300.84 kg/cm², la adición de 1% de nanosilíce siguió incrementando hasta los 337.1 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosilíce alcanzó los 379.22 kg/cm².
- A los 14 días la R. del patrón fue de 315.01 kg/cm², adicionando 0.5% nanosilíce aumentó alcanzando los 338.46 kg/cm², la adición de 1% de nanosilíce siguió incrementando hasta los 367.62 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosilíce alcanzó los 404.47 kg/cm².
- A los 28 días la R. del patrón fue de 324.99 kg/cm², adicionando 0.5% nanosilíce aumentó alcanzando los 374.89 kg/cm², la adición de 1% de nanosilíce siguió incrementando hasta los 395.41 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosilíce alcanzó los 433.21 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 6: R. del Concreto con adición de nanosílice

Fuente 82: E. Propia

Comparativa del concreto con reemplazo 50% de RCD y adición de nanosílice.

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	28/10/2023	7	78.54	21536.4	274.2	283.35
02	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	28/10/2023	7	78.54	23134.4	294.6	
03	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	28/10/2023	7	78.54	22091.6	281.3	
04	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	4/11/2023	14	78.54	23758.3	302.5	299.07
05	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	4/11/2023	14	78.54	23398.8	297.9	
06	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	4/11/2023	14	78.54	23308.6	296.8	
07	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	18/11/2023	28	78.54	24764.9	315.3	313.27
08	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	18/11/2023	28	78.54	24981.9	318.1	
09	Concreto con reemplazo 50% RCD	21/10/2023	18/11/2023	28	78.54	24065.9	306.4	

Tabla 36: C. con 50% de reemplazo de RCD

Fuente 83: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	10/11/2023	7	78.54	22489.7	286.3	288.44
02	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	10/11/2023	7	78.54	22052.9	280.8	
03	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	10/11/2023	7	78.54	23419.7	298.2	
04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	17/11/2023	14	78.54	25484.2	324.5	327.94
05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	17/11/2023	14	78.54	25972.4	330.7	
06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	17/11/2023	14	78.54	25812.6	328.7	
07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	1/12/2023	28	78.54	28291.3	360.2	359.63
08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	1/12/2023	28	78.54	27503.3	350.2	
09	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	1/12/2023	28	78.54	28940.7	368.5	

Tabla 37: C. con 50% de reemplazo de RCD y adición de 0.5% nanosílice

Fuente 84: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	15/11/2023	7	78.54	24473.6	311.6	316.02
02	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	15/11/2023	7	78.54	25058.2	319.1	
03	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	15/11/2023	7	78.54	24928.0	317.4	
04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	22/11/2023	14	78.54	28265.4	359.9	360.13
05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	22/11/2023	14	78.54	27815.6	354.2	
06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	22/11/2023	14	78.54	28772.6	366.3	
07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	6/12/2023	28	78.54	30634.7	390.1	388.87
08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	6/12/2023	28	78.54	30651.1	390.3	
09	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	8/11/2023	6/12/2023	28	78.54	30339.1	386.3	

Tabla 38: C. con 50% de reemplazo de RCD y adición de 1% nanosílice

Fuente 85: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	28323.4	360.6	355.71
02	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	27068.3	344.6	
03	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	28419.8	361.9	
04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	30730.7	391.3	379.85
05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	29589.4	376.7	
06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	29179.2	371.5	
07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	32767.2	417.2	411.86
08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	32330.1	411.6	
09	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	31944.5	406.7	

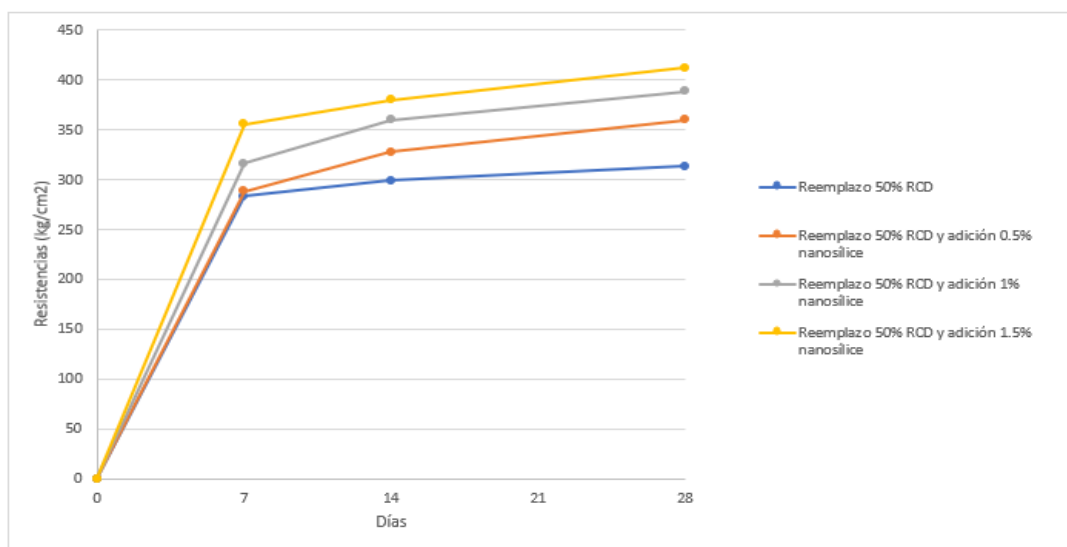
Tabla 39: C. con 50% de reemplazo de RCD y adición de 1.5% nanosílice

Fuente 86: E. Propia

En las tablas se puede observar la R. del concreto con 50% de reemplazo de RCD y con adición de nanosílice, el cual se puede observar que al adicionar nanosílice mejora.

- A los 7 días la R. del reemplazo de 50% de RCD fue de 283.35 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 288.44 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 316.02 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 355.71 kg/cm².
- A los 14 días la R. del reemplazo de 50% de RCD fue de 299.07 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 327.94 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 360.13 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 379.85 kg/cm².
- A los 28 días la R. del reemplazo de 50% de RCD fue de 313.27 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 359.63 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 388.87 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 411.86 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 7: R. C. con Reemplazo 50% RCD y adición de nanosílice

Fuente 87: E. Propia

Comparativa del concreto con reemplazo 75% de RCD y adición de nanosílice.

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	78.54	21208.8	270.0	267.80
02	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	78.54	21070.3	268.3	
03	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	78.54	20820.8	265.1	
04	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	78.54	22388.5	285.1	287.84
05	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	78.54	22217.0	282.9	
06	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	78.54	23216.2	295.6	
07	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	78.54	23568.3	300.1	308.61
08	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	78.54	24712.0	314.6	
09	Concreto con reemplazo 75% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	78.54	24433.6	311.1	

Tabla 40: C. con 75% de reemplazo de RCD

Fuente 88: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	14/11/2023	7	78.54	25619.7	326.2	319.44
02	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	14/11/2023	7	78.54	25002.5	318.3	
03	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	14/11/2023	7	78.54	24643.6	313.8	
04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	21/11/2023	14	78.54	27282.0	347.4	345.67
05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	21/11/2023	14	78.54	27516.6	350.4	
06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	21/11/2023	14	78.54	26646.8	339.3	
07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	5/12/2023	28	78.54	31782.5	404.7	400.38
08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	5/12/2023	28	78.54	30603.7	389.7	
09	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	7/11/2023	5/12/2023	28	78.54	31950.5	406.8	

Tabla 41: C. con 75% RCD y adición de 0.5% nanosílice

Fuente 89: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	17/11/2023	7	78.54	26953.0	343.2	350.08
02	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	17/11/2023	7	78.54	28101.6	357.8	
03	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	17/11/2023	7	78.54	27430.9	349.3	
04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	24/11/2023	14	78.54	29226.8	372.1	376.80
05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	24/11/2023	14	78.54	29771.0	379.1	
06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	24/11/2023	14	78.54	29784.5	379.2	
07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	8/12/2023	28	78.54	32331.0	411.7	414.76
08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	8/12/2023	28	78.54	32452.2	413.2	
09	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	8/12/2023	28	78.54	32943.1	419.4	

Tabla 42: C. con 75% RCD y adición de 1% nanosílice

Fuente 90: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	31034.9	395.1	397.18
02	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	31968.2	407.0	
03	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	30579.3	389.3	
04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	32364.1	412.1	418.63
05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	33692.8	429.0	
06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	32579.7	414.8	
07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	35444.0	451.3	453.10
08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	35904.5	457.2	
09	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	35410.5	450.9	

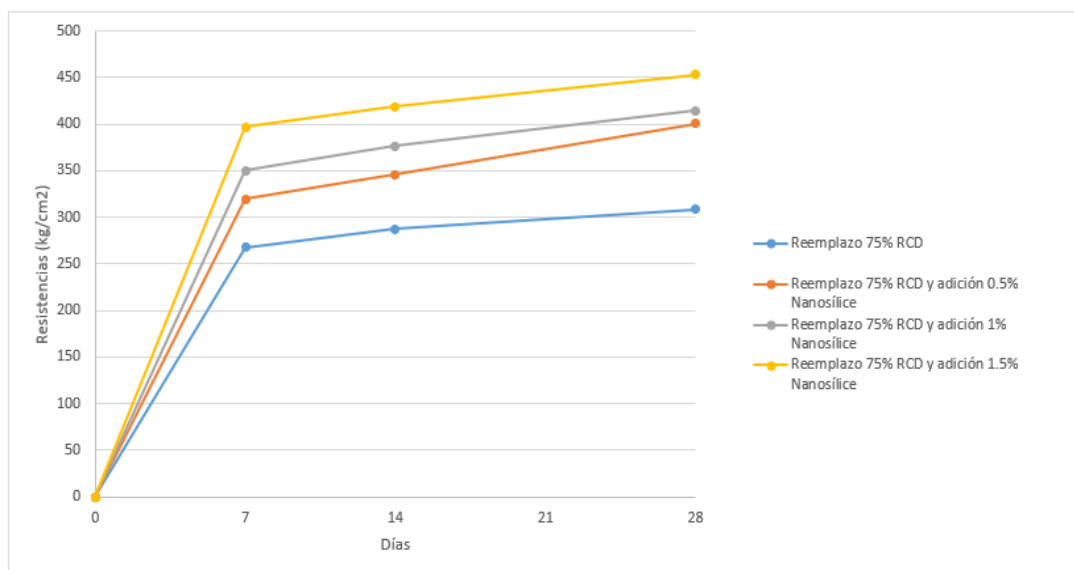
Tabla 43: C. con 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice

Fuente 91: E. Propia

En las tablas se puede ver la R. del concreto con 75% de reemplazo de RCD y con adición de nanosílice, el cual se puede observar que al adicionar nanosílice.

- A los 7 días la R. del reemplazo de 75% de RCD fue de 267.80 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 319.44 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 350.08 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 397.18 kg/cm².
- A los 14 días la resistencia del reemplazo de 75% de RCD fue de 287.84 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 345.67 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 376.80 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 418.63 kg/cm².
- A los 28 días la R. del reemplazo de 75% de RCD fue de 308.61 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 400.38 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 414.76 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 453.10 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 8: R. C. con Reemplazo 75% RCD y adición de nanosilíce

Fuente 92: E. Propia

Comparativa del concreto con reemplazo 100% de RCD y adición de nanosilíce.

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	78.54	19464.6	247.8	259.04
02	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	78.54	20617.5	262.5	
03	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	78.54	20952.9	266.8	
04	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	78.54	22315.5	284.1	278.40
05	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	78.54	21666.5	275.9	
06	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	78.54	21614.2	275.2	
07	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	78.54	23875.9	304.0	300.09
08	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	78.54	23538.8	299.7	
09	Concreto con reemplazo 100% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	78.54	23293.2	296.6	

Tabla 44: R. Concreto 100% RCD

Fuente 93: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	15/11/2023	7	78.54	24452.9	311.3	298.07
02	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	15/11/2023	7	78.54	22844.2	290.9	
03	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	15/11/2023	7	78.54	22933.8	292.0	
04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	22/11/2023	14	78.54	25489.9	324.5	322.15
05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	22/11/2023	14	78.54	25044.6	318.9	
06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	22/11/2023	14	78.54	25371.4	323.0	
07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	6/12/2023	28	78.54	26996.9	343.7	344.39
08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	6/12/2023	28	78.54	27608.6	351.5	
09	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	6/12/2023	28	78.54	26540.5	337.9	

Tabla 45: R. Concreto 100% RCD y adición de 0.5% nanosilíce

Fuente 94: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	16/11/2023	7	78.54	23126.8	294.5	301.51
02	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	16/11/2023	7	78.54	23172.1	295.0	
03	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	16/11/2023	7	78.54	24743.1	315.0	
04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	23/11/2023	14	78.54	28797.1	366.7	358.85
05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	23/11/2023	14	78.54	28394.8	361.5	
06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	23/11/2023	14	78.54	27359.4	348.4	
07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	7/12/2023	28	78.54	30584.5	389.4	385.67
08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	7/12/2023	28	78.54	29644.4	377.4	
09	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/11/2023	7/12/2023	28	78.54	30643.3	390.2	

Tabla 46: R. Concreto 100% RCD y adición 1% nanosílice

Fuente 95: E. Propia

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Área	Carga	fc (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
01	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	27776.3	353.7	343.71
02	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	26585.0	338.5	
03	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	21/11/2023	7	78.54	26624.0	339.0	
04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	29590.2	376.8	376.97
05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	29540.7	376.1	
06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	28/11/2023	14	78.54	29690.4	378.0	
07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	30651.1	390.3	395.19
08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	30826.1	392.5	
09	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	14/11/2023	12/12/2023	28	78.54	31637.7	402.8	

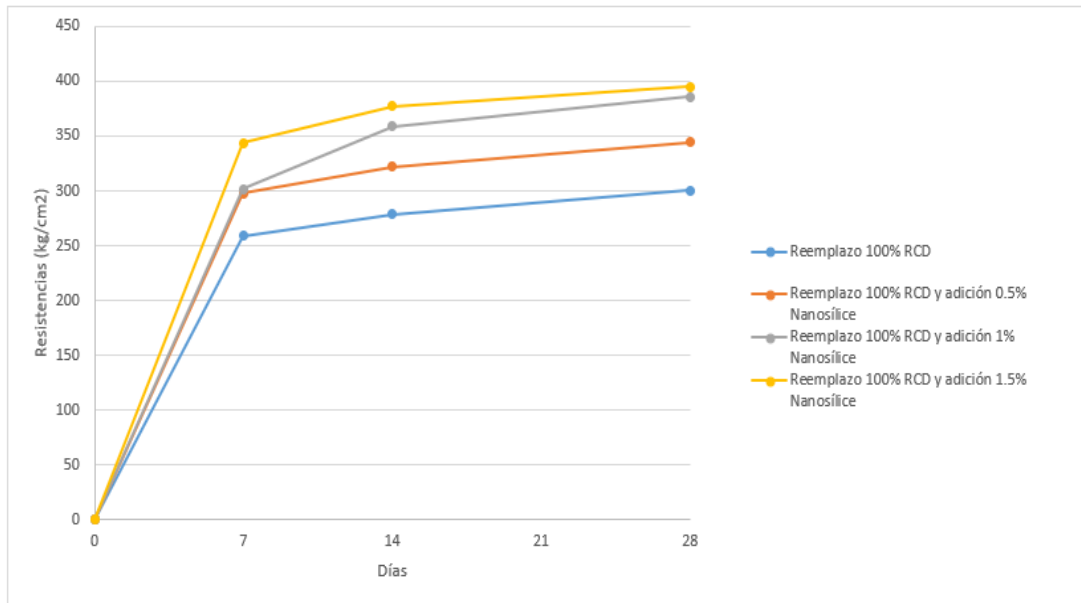
Tabla 47: R. Concreto 100% RCD y adición de 1.5% nanosílice

Fuente 96: E. Propia

En las tablas se puede ver la R. del concreto con 100% de reemplazo de RCD y con adición de nanosílice, el cual se puede observar que al adicionar nanosílice mejora.

- A los 7 días la R. del reemplazo de 100% de RCD fue de 259.04 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 298.07 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 301.51 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 343.71 kg/cm².
- A los 14 días la R. del reemplazo de 100% de RCD fue de 278.40 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 322.15 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 358.85 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 376.97 kg/cm².
- A los 28 días la R. del reemplazo de 100% de RCD fue de 300.09 kg/cm², adicionando 0.5% nanosílice aumentó alcanzando los 344.39 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice siguió incrementando hasta los 385.67 kg/cm² y la adición 1.5% de nanosílice alcanzó los 395.19 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica de resistencia.



Gráfica 9: R. concreto con 100% RCD y adición de nanosílice

Fuente 97: E. Propia

Ensayo Resistencia a Tracción:

Se realizó de acuerdo a la NTP 339.084, se realizó después de haber curado 28 días a los especímenes de concreto, a continuación, se mostrarán las comparativas de la R. del concreto con cada uno de los porcentajes de reemplazo de Agr. Grueso por RCD y adición de nanosílice. Concreto Patrón con adiciones de nanosílice.

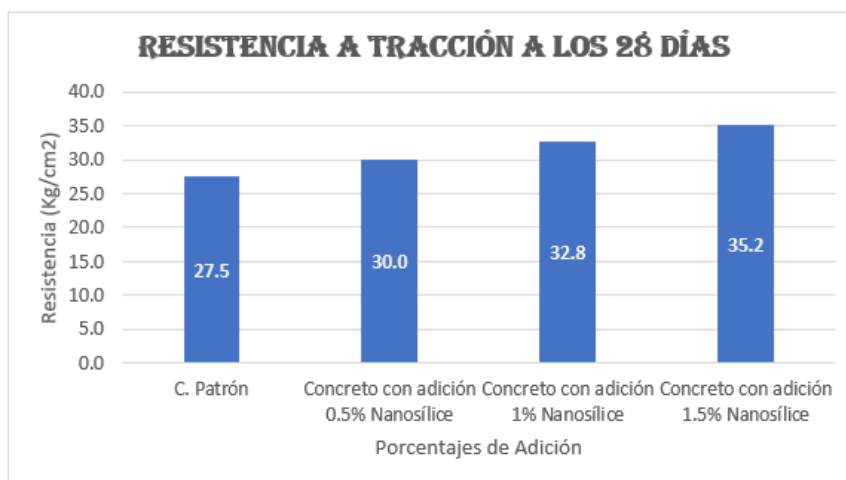
Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	f _c Promedio
CP-01	Concreto Patrón	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	19363.8	27.4	27.5
CP-02	Concreto Patrón	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	19876.4	28.1	
CP-03	Concreto Patrón	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	19038.6	26.9	
CP-04	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	21182.7	30.0	30.0
CP-05	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	20945.3	29.6	
CP-06	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	21548.8	30.5	
CP-07	Concreto con adición 1% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	22946.8	32.5	32.8
CP-08	Concreto con adición 1% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	23293.1	33.0	
CP-09	Concreto con adición 1% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	23254.8	32.9	
CP-10	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	24864.8	35.2	35.2
CP-11	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	24932.3	35.3	
CP-12	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	2/04/2024	30/04/2024	28	15	30	24745.5	35.0	

Tabla 48: R. Tracc. Patrón con adiciones de nanosílice

Fuente 98: E. Propia

En la siguiente tabla se puede ver que el C. Patrón obtuvo una R. tracción de 27.5 kg/cm², mientras que el concreto con las adiciones de nanosílice presentaron una mejora, la adición de 0.5% de nanosílice logró obtener 30.0 kg/cm², la adición de 1% obtuvo 32.8 kg/cm² y la adición de 1.5% alcanzó los 35.2 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 10: R. Tracc. Patrón con adiciones de nanosílice

Fuente 99: E. Propia

Concreto con 50% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

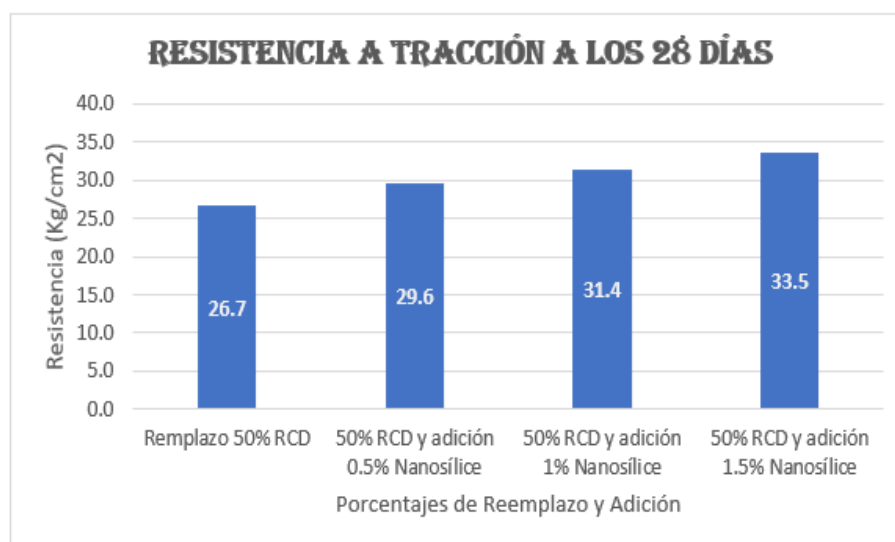
Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	f _c Promedio
CP-01	Concreto con Reemplazo 50% RCD	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	18811.4	26.6	26.7
CP-02	Concreto con Reemplazo 50% RCD	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	18882.5	26.7	
CP-03	Concreto con Reemplazo 50% RCD	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	18985.3	26.9	
CP-04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	20416.2	28.9	29.6
CP-05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	20763.4	29.4	
CP-06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	21486.9	30.4	
CP-07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	22348.7	31.6	31.4
CP-08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	21634.8	30.6	
CP-09	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	22684.2	32.1	
CP-10	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	23827.3	33.7	33.5
CP-11	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	23774.6	33.6	
CP-12	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosílice	5/04/2024	3/05/2024	28	15	30	23483.2	33.2	

Tabla 49: R.Tracc. reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 100: E. Propia

En la siguiente tabla se puede ver que el reemplazo de 50% RCD obtuvo una R. tracción de 26.7 kg/cm², mientras que con las adiciones de nanosílice presentaron una mejora, la adición de 0.5% de nanosílice logró obtener 29.6 kg/cm², la adición de 1% obtuvo 31.4 kg/cm² y la adición de 1.5% alcanzó los 33.5 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 11: R. Tracc. reemplazo 50% RCD con adiciones de nanosílice

Fuente 101: E. Propia

Concreto con 75% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

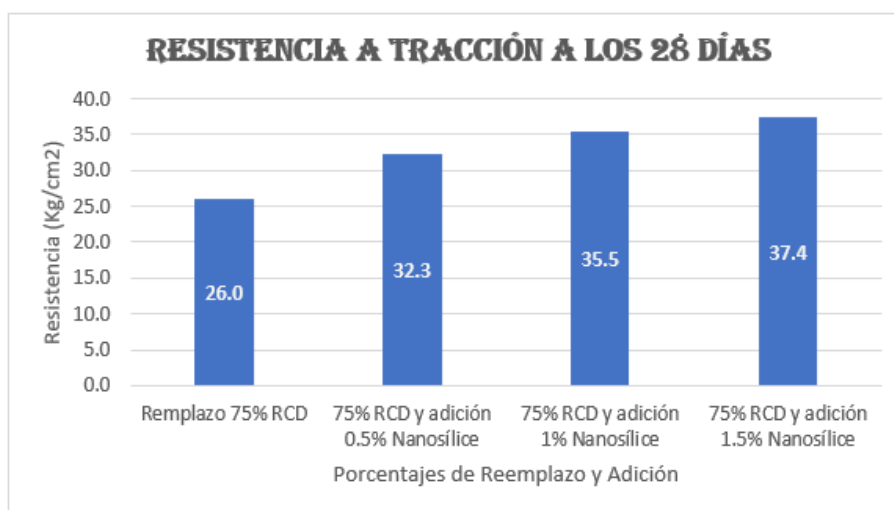
Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	f _c Promedio
CP-01	Concreto con Reemplazo 75% RCD	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	18495.6	26.2	26.0
CP-02	Concreto con Reemplazo 75% RCD	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	18438.2	26.1	
CP-03	Concreto con Reemplazo 75% RCD	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	18223.8	25.8	
CP-04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	22859.3	32.3	32.3
CP-05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	22772.6	32.2	
CP-06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	22929.1	32.4	
CP-07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	24941.9	35.3	35.5
CP-08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	25044.4	35.4	
CP-09	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	25200.3	35.7	
CP-10	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	26791.9	37.9	37.4
CP-11	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	26338.4	37.3	
CP-12	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	9/04/2024	7/05/2024	28	15	30	26147.3	37.0	

Tabla 50: R. Tracc. Reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 102: E. Propia

En la siguiente tabla se puede ver que el reemplazo de 75% RCD obtuvo una R. tracción de 26.0 kg/cm², mientras que con las adiciones de nanosílice presentaron una mejora, la adición de 0.5% de nanosílice logró obtener una resistencia de 32.3 kg/cm², la adición de 1% obtuvo 35.5 kg/cm² y la adición de 1.5% obtuvo alcanzó los 37.4 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 12: R. Tracc. Reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 103: E. Propia

Concreto con 100% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

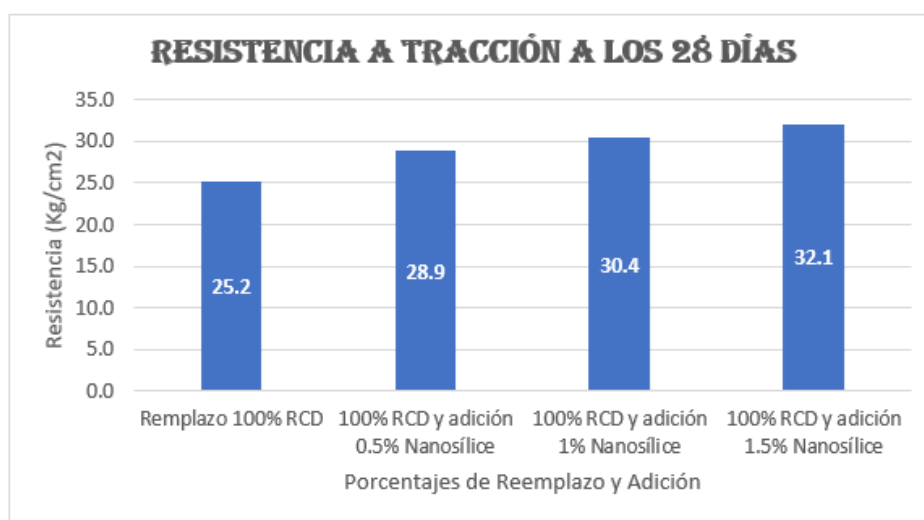
Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	f _c Promedio
CP-01	Concreto con Reemplazo 100% RCD	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	17764.8	25.1	25.2
CP-02	Concreto con Reemplazo 100% RCD	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	17894.8	25.3	
CP-03	Concreto con Reemplazo 100% RCD	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	17810.6	25.2	
CP-04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	19854.3	28.1	28.9
CP-05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	20612.8	29.2	
CP-06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	20712.7	29.3	
CP-07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	21095.3	29.8	30.4
CP-08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	21567.2	30.5	
CP-09	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	21768.9	30.8	
CP-10	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	22815.8	32.3	32.1
CP-11	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	22547.1	31.9	
CP-12	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	22704.6	32.1	

Tabla 51: R. Tracc. Reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 104: E. Propia

En la siguiente tabla se puede ver que el reemplazo reemplazo de 100% RCD obtuvo una R. tracción de 25.2 kg/cm², mientras que al adicionar nanosílice presentaron una mejora, la adición de 0.5% de nanosílice logró obtener 28.9 kg/cm², la adición de 1% obtuvo 30.4 kg/cm² y la adición de 1.5% alcanzó 32.1 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 13: R. Tracc. reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 105: E. Propia

Ensayo Resistencia a la Flexión:

Se realizó de acuerdo a la NTP 339.078, se realizó después de haber curado 28 días a los especímenes de concreto, a continuación, se mostrarán las comparativas de la R. del concreto con cada uno de los porcentajes de reemplazo de Agr. Grueso por RCD y adición de nanosílice. C. Patrón con adiciones de nanosílice.

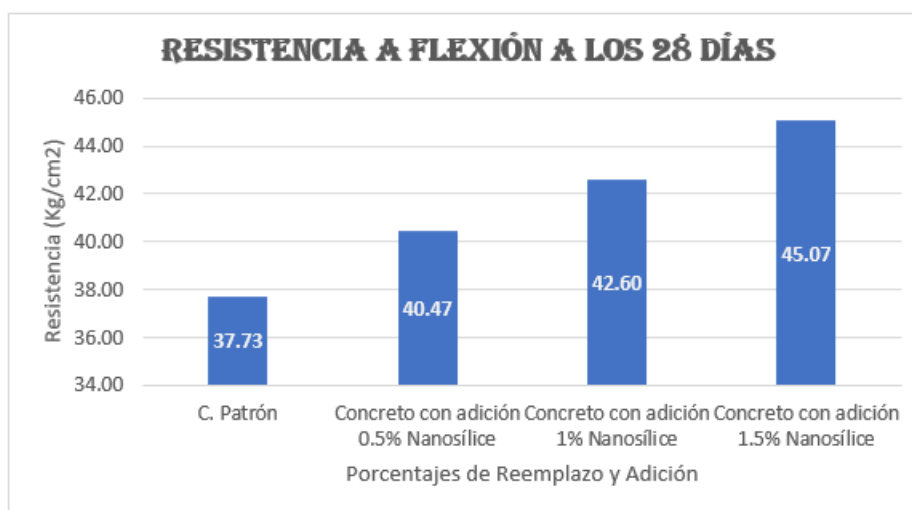
Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	Concreto Patrón	23/04/2024	21/05/2024	2790	28	37.20	37.73
02	Concreto Patrón	23/04/2024	21/05/2024	2870	28	38.27	
03	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3120	28	41.60	40.47
04	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	2950	28	39.33	
05	Concreto con adición 1% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3130	28	41.73	42.60
06	Concreto con adición 1% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3260	28	43.47	
07	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3450	28	46.00	45.07
08	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3310	28	44.13	

Tabla 52: R. Flexión C. Patrón con adiciones de nanosílice

Fuente 106: E. Propia

En la siguiente tabla se puede ver que el C. Patrón obtuvo una R. flexión de 37.73 kg/cm², las adiciones de nanosílice lograron mejorar, con la adición de 0.5% de nanosílice logró obtener 40.47 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice obtuvo 42.60 kg/cm² y con 1.5% de nanosílice alcanzó 45.07 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 14: Resistencia a Flexión Concreto Patrón con adiciones de nanosílice

Fuente 107: E. Propia

Concreto con 50% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

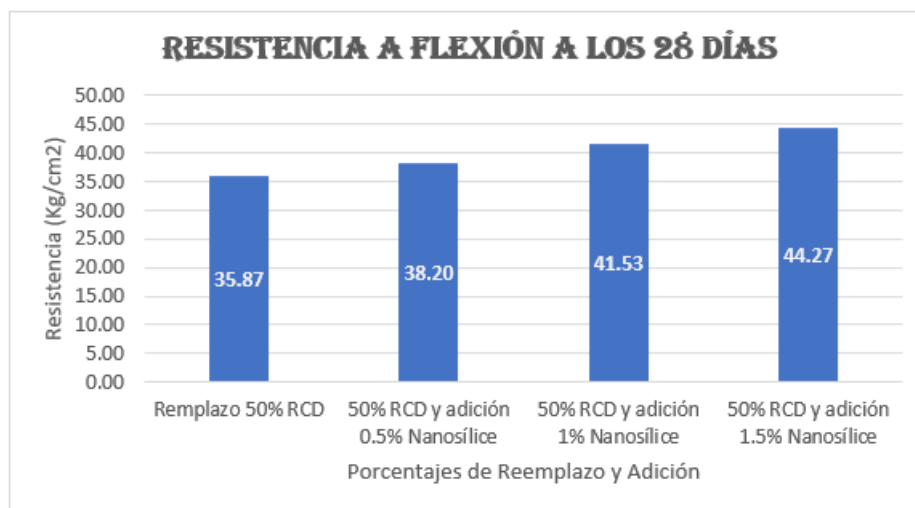
Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	Concreto con Reemplazo 50% RCD	23/04/2024	21/05/2024	2640	28	35.20	35.87
02	Concreto con Reemplazo 50% RCD	23/04/2024	21/05/2024	2740	28	36.53	
03	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	2910	28	38.80	38.20
04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	2820	28	37.60	
05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3050	28	40.67	41.53
06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3180	28	42.40	
07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3260	28	43.47	44.27
08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3380	28	45.07	

Tabla 53: R. Flexión Concreto con reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 108: E. Propia

En la siguiente tabla se puede ver que el reemplazo reemplazo de 50% RCD obtuvo una R. flexión de 35.87 kg/cm², con las adiciones de nanosílice se obtuvieron mejoras, la adición de 0.5% de nanosílice logró obtener 38.20 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice obtuvo 41.53 kg/cm² y con 1.5% de nanosílice alcanzó 44.27 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 15: R. Flexión Concreto con reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 109: E. Propia

Concreto con 75% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

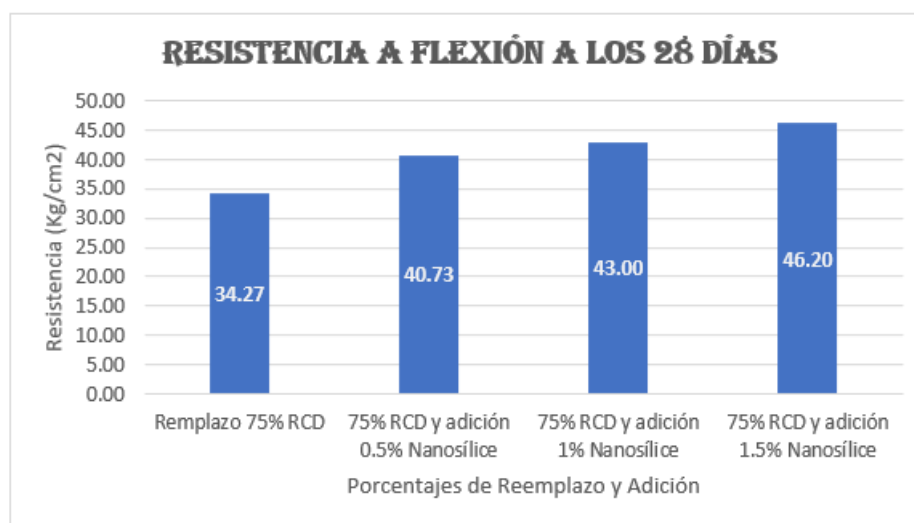
Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga	Antigüedad del	Módulo de	Módulo de
Nº		Curado	Ensayo	(Kg)	Espécimen	Rotura (Kg/cm ²)	Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	Concreto con Reemplazo 75% RCD	23/04/2024	21/05/2024	2610	28	34.80	34.27
02	Concreto con Reemplazo 75% RCD	23/04/2024	21/05/2024	2530	28	33.73	
03	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3090	28	41.20	40.73
04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3020	28	40.27	
05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3160	28	42.13	43.00
06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3290	28	43.87	
07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3510	28	46.80	46.20
08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3420	28	45.60	

Tabla 54: R. Flexión Concreto con reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 110: E. Propia

En la siguiente tabla se puede ver que el reemplazo reemplazo de 75% RCD obtuvo una R. flexión de 34.27 kg/cm², con las adiciones de nanosílice se obtuvieron mejoras, la adición de 0.5% de nanosílice logró obtener 40.73 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice obtuvo 43.00 kg/cm² y con 1.5% de nanosílice alcanzó 46.20 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 16: R. Flexión Concreto con reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 111: E. Propia

Concreto con 100% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
Nº		Curado	Ensayo	(Kg)			
01	Concreto con Reemplazo 100% RCD	23/04/2024	21/05/2024	2320	28	30.93	30.40
02	Concreto con Reemplazo 100% RCD	23/04/2024	21/05/2024	2240	28	29.87	
03	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	2720	28	36.27	35.60
04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	2620	28	34.93	
05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	2860	28	38.13	38.93
06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	2980	28	39.73	
07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3190	28	42.53	41.80
08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice	23/04/2024	21/05/2024	3080	28	41.07	

Tabla 55: R. Flexión Concreto con reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 112: E. Propia

En la siguiente tabla se puede ver que el reemplazo reemplazo de 100% RCD obtuvo una R. flexión de 30.40 kg/cm², con las adiciones de nanosílice se obtuvieron mejoras, la adición de 0.5% de nanosílice logró obtener 35.60 kg/cm², la adición de 1% de nanosílice obtuvo 38.93 kg/cm² y con 1.5% de nanosílice alcanzó 41.80 kg/cm².

A continuación, se puede observar una gráfica.



Gráfica 17: R. F. Concreto con reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 113: E. Propia

Ensayo Resistencia del Concreto a la Penetración de Ión Cloruro

Se realizó de acuerdo a la ASTM C 1202, para este ensayo se emplearon 3 muestras por dosificación, se conectó una cámara con 2 compartimientos donde una tendrá la solución de cloruro de sodio y la otra una solución de hidróxido de sodio, se hacen mediciones cada 30 min durante 6 horas.

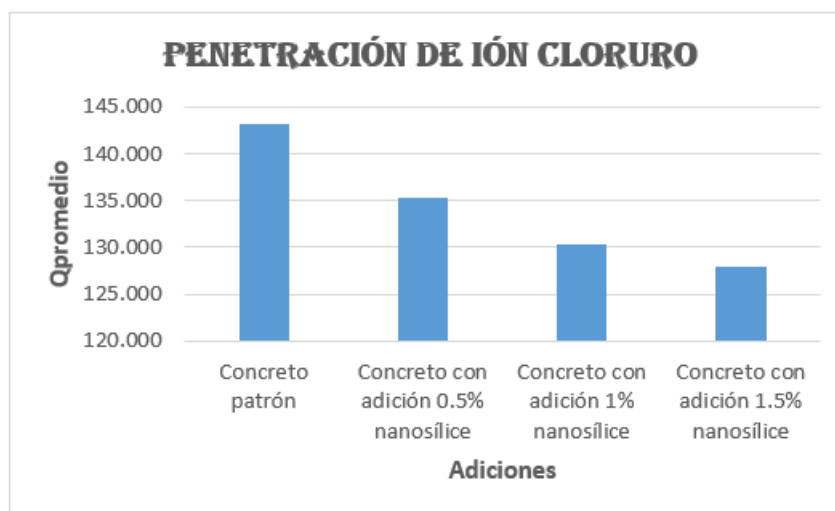
C. Patrón con adiciones de nanosílice.

Resistencia del concreto a la penetración de ión cloruro					
Adiciones	DP-1	DP-2	DP-3	Qpromedio	Penetrabilidad
Concreto patrón	142.574	143.573	143.102	143.083	Muy Baja
Concreto con adición 0.5% nanosílice	133.022	135.386	137.644	135.351	Muy Baja
Concreto con adición 1% nanosílice	130.293	132.657	128.092	130.347	Muy Baja
Concreto con adición 1.5% nanosílice	130.179	125.533	127.889	127.867	Muy Baja

Tabla 56: R. C. P. de Ión Cloruro, C. Patrón con adiciones de nanosílice

Fuente 114: E. Propia

Según la tabla los datos obtenidos del concreto patrón dieron como resultados de 143.083 coulombs, según la norma menor a 100 coulombs es inelegible, pero en este caso el patrón y con las adiciones dieron en un rango de 100 a 1000 coulombs, siendo la adición de 1.5% de nanosílice cual dio la penetrabilidad más baja con 127.867 coulombs, por lo tanto, la penetrabilidad sería muy baja.



Gráfica 18: R. C. P. de Ión Cloruro, C. Patrón con adiciones de nanosílice

Fuente 115: E. Propia

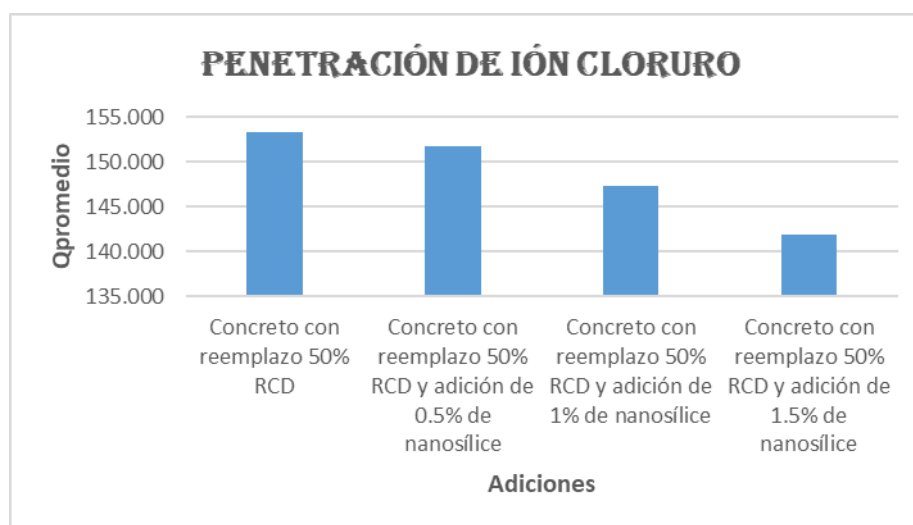
Concreto con 50% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

Resistencia del concreto a la penetración de ión cloruro					
Reemplazo/Adiciones	DP-1	DP-2	DP-3	Qpromedio	Penetrabilidad
Concreto con reemplazo 50% RCD	152.703	153.824	153.304	153.277	Muy Baja
Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 0.5% de nanosílice	149.779	153.824	151.834	151.812	Muy Baja
Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1% de nanosílice	144.077	147.976	149.690	147.247	Muy Baja
Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% de nanosílice	141.153	142.071	142.225	141.816	Muy Baja

Tabla 57: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 116: E. Propia

Según la tabla los datos obtenidos el concreto con reemplazo 50% RCD dio resultados de 153.277 coulombs, siendo así más susceptible a la penetrabilidad de cloruros, cuando se le adicionaron los porcentajes de nanosílice fue disminuyendo. El reemplazo de 50% RCD y adición de 1.5% de nanosílice obtuvo 141.816 coulombs siendo así menos susceptible a la penetrabilidad.



Gráfica 19: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 117: E. Propia

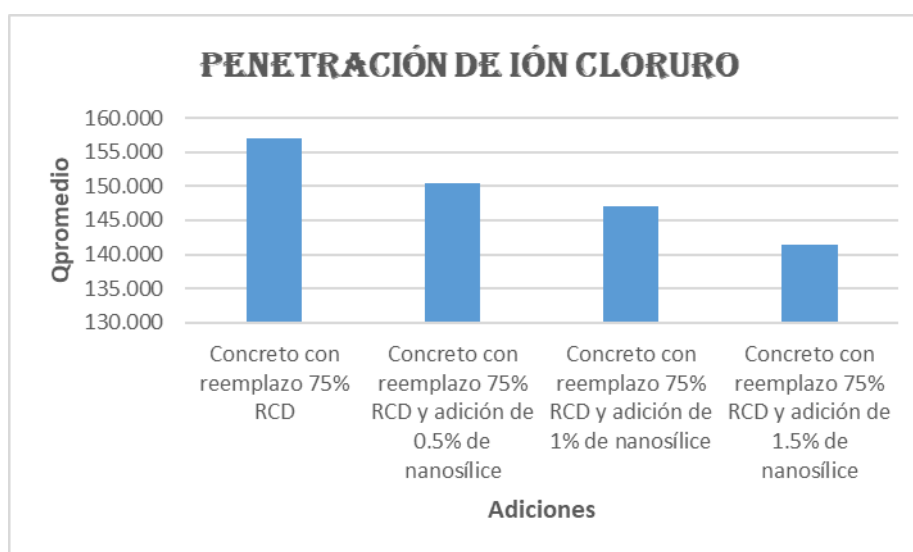
Concreto con 75% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

Resistencia del concreto a la penetración de ión cloruro					
Reemplazo/Adiciones	DP-1	DP-2	DP-3	Qpromedio	Penetrabilidad
Concreto con reemplazo 75% RCD	154.977	157.235	158.892	157.035	Muy Baja
Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 0.5% de nanosílice	149.129	152.687	149.730	150.515	Muy Baja
Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 1% de nanosílice	146.205	148.138	146.806	147.050	Muy Baja
Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 1.5% de nanosílice	141.713	142.046	140.763	141.507	Muy Baja

Tabla 58: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 118: E. Propia

Según la tabla los datos obtenidos para el reemplazo de 75% RCD es de 157.035 coulombs, las adiciones de nanosílice mejoraron dichos resultados, al adicionar el 0.5% nanosílice dio como resultado 150.515 coulombs, la adición de 1% nanosílice dio resultados de 147.050 coulombs y la adición de 1.5% de nanosílice disminuyó la capacidad de penetrabilidad dando un promedio de 141.507 coulombs.



Gráfica 20: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 119: E. Propia

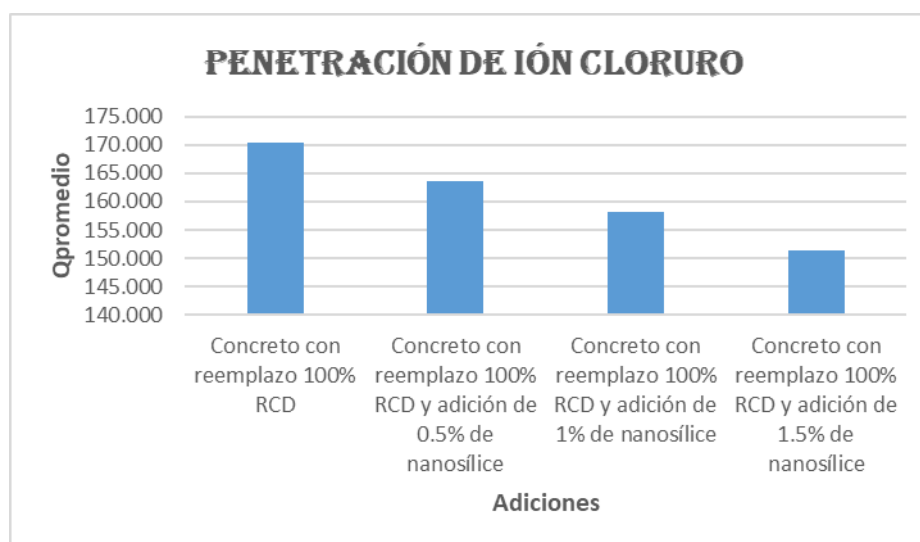
Concreto con 100% de reemplazo de RCD y adiciones de nanosílice.

Resistencia del concreto a la penetración de ión cloruro					
Reemplazo/Adiciones	DP-1	DP-2	DP-3	Qpromedio	Penetrabilidad
Concreto con reemplazo 100% RCD	166.844	170.443	173.870	170.386	Muy Baja
Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% de nanosílice	163.741	163.725	163.538	163.668	Muy Baja
Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 1% de nanosílice	157.544	158.665	158.478	158.229	Muy Baja
Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 1.5% de nanosílice	154.425	150.713	148.967	151.368	Muy Baja

Tabla 59: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 120: E. Propia

Según la tabla se puede ver que para el reemplazo de 100% RCD se obtuvo un promedio de 170.386 coulombs, siendo así el porcentaje que es más susceptible a la penetrabilidad de cloruros, la adición de 0.5% de nanosílice dio como resultado 163.668 coulombs, la adición de 1% dio un promedio de 158.229 coulombs y la adición de 1.5% de nanosílice obtuvo un promedio de 151.368 coulombs, dando, así como resultado que al adicionar 1.5% de nanosílice ayudo a la disminución de penetrabilidad de cloruros.



Gráfica 21: R. C. P. de Ión Cloruro, reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 121: E. Propia

Ensayo Cambio de Longitud en Morteros de Cemento Portland Expuestos a Soluciones Sulfatadas

Se realizó mediante la NTP 334.094, también se tomó como referencias a las normas americanas la ASTM C1012 y la ASTM C157, donde nos explica las medidas de la barra de concreto 7.5 x 7.5 x 28.5 cm, las barras serán puestas inmersión en sulfato de sodio (Na₂SO₄). Se uso un comparador para medir la expansión del concreto, las mediciones se hicieron a 1,2,3,4,8, 13 y 15 semanas.

C. Patrón y adición de nanosílice.

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.03%	0.02%	0.03%	0.025%
Semana 2	0.07%	0.04%	0.04%	0.052%
Semana 3	0.11%	0.08%	0.08%	0.088%
Semana 4	0.13%	0.13%	0.13%	0.130%
Semana 8	0.16%	0.16%	0.16%	0.159%
Semana 13	0.18%	0.17%	0.18%	0.175%
Semana 15	0.19%	0.19%	0.19%	0.189%

Tabla 60: C. de longitud concreto patrón

Fuente 122: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.03%	0.02%	0.03%	0.027%
Semana 2	0.04%	0.03%	0.06%	0.043%
Semana 3	0.08%	0.07%	0.08%	0.075%
Semana 4	0.13%	0.13%	0.11%	0.124%
Semana 8	0.16%	0.16%	0.14%	0.153%
Semana 13	0.18%	0.17%	0.15%	0.170%
Semana 15	0.19%	0.19%	0.17%	0.183%

Tabla 61: C. de longitud concreto con adición de 0.5% nanosílice

Fuente 123: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.029%
Semana 2	0.05%	0.04%	0.05%	0.047%
Semana 3	0.06%	0.07%	0.07%	0.067%
Semana 4	0.12%	0.12%	0.13%	0.123%
Semana 8	0.15%	0.15%	0.16%	0.152%
Semana 13	0.16%	0.17%	0.17%	0.168%
Semana 15	0.18%	0.18%	0.19%	0.182%

Tabla 62: C. de longitud concreto con adición de 1% nanosílice

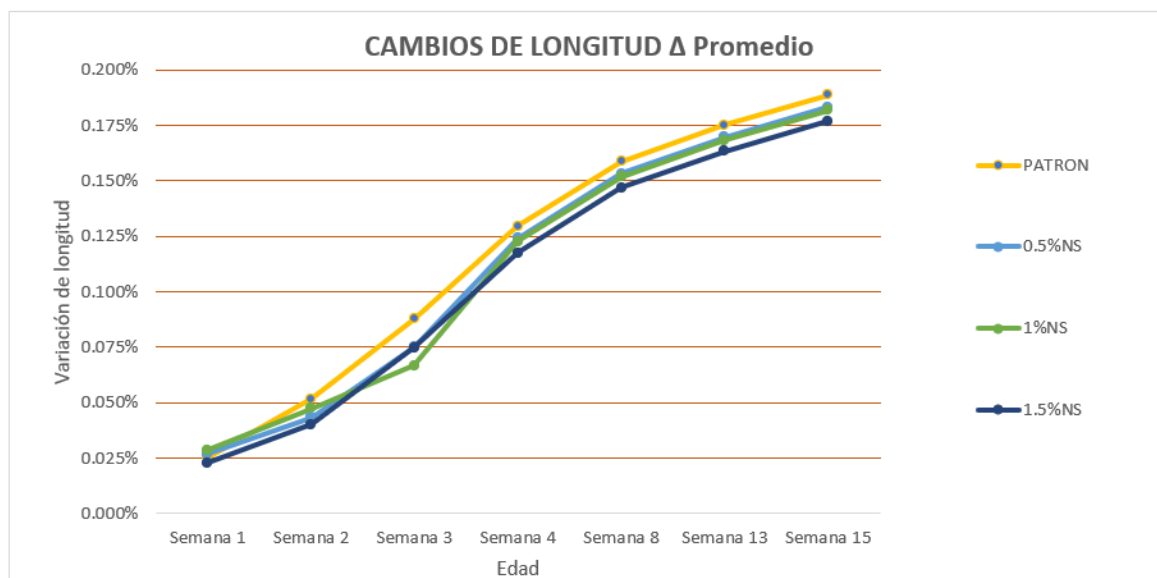
Fuente 124: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	Δ Promedio
Semana 1	0.02%	0.02%	0.03%	0.023%
Semana 2	0.03%	0.03%	0.06%	0.040%
Semana 3	0.07%	0.06%	0.10%	0.075%
Semana 4	0.12%	0.11%	0.12%	0.118%
Semana 8	0.15%	0.14%	0.15%	0.147%
Semana 13	0.16%	0.16%	0.17%	0.163%
Semana 15	0.18%	0.17%	0.18%	0.177%

Tabla 63: C. de longitud concreto con adición de 1.5% nanosílice

Fuente 125: E. Propia

De las tablas se puede ver la expansión del concreto, el C. Patrón en la 15va semana dio una expansión de 0.189%, mientras que al adicionar los porcentajes de nanosílice fueron disminuyendo, dando así para la adición de 0.5% de nanosílice tuvo una expansión de 0.183%, la adición de 1% se expandió 0.182% y la adición de 1.5% de nanosílice fue la que mejor resultados dio con una expansión de 0.177%.



Gráfica 22: C. de longitud Concreto con adiciones de nanosílice

Fuente 126: E. Propia

Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de nanosílice.

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.03%	0.03%	0.02%	0.029%
Semana 2	0.07%	0.04%	0.05%	0.055%
Semana 3	0.10%	0.11%	0.07%	0.094%
Semana 4	0.12%	0.13%	0.18%	0.140%
Semana 8	0.15%	0.15%	0.21%	0.169%
Semana 13	0.16%	0.17%	0.22%	0.185%
Semana 15	0.18%	0.18%	0.24%	0.199%

Tabla 64: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD

Fuente 127: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.030%
Semana 2	0.08%	0.10%	0.07%	0.080%
Semana 3	0.16%	0.13%	0.13%	0.142%
Semana 4	0.18%	0.16%	0.19%	0.175%
Semana 8	0.21%	0.19%	0.22%	0.205%
Semana 13	0.22%	0.21%	0.23%	0.221%
Semana 15	0.24%	0.22%	0.25%	0.235%

Tabla 65: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 0.5% nanosílice

Fuente 128: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.031%
Semana 2	0.05%	0.08%	0.06%	0.059%
Semana 3	0.08%	0.15%	0.11%	0.112%
Semana 4	0.14%	0.18%	0.15%	0.157%
Semana 8	0.17%	0.21%	0.18%	0.186%
Semana 13	0.19%	0.22%	0.20%	0.203%
Semana 15	0.20%	0.24%	0.21%	0.216%

Tabla 66: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1% nanosílice

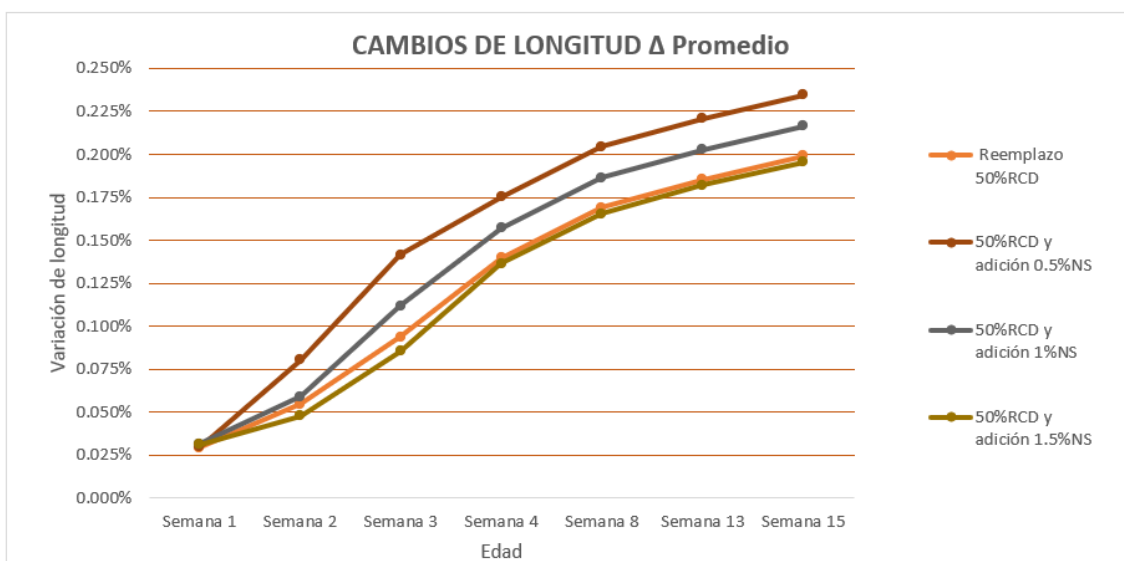
Fuente 129: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.031%
Semana 2	0.06%	0.04%	0.05%	0.048%
Semana 3	0.08%	0.09%	0.09%	0.086%
Semana 4	0.13%	0.14%	0.14%	0.136%
Semana 8	0.16%	0.17%	0.17%	0.166%
Semana 13	0.17%	0.19%	0.18%	0.182%
Semana 15	0.19%	0.20%	0.20%	0.196%

Tabla 67: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% nanosílice

Fuente 130: E. Propia

De las tablas mostradas se puede ver la expansión del concreto, el concreto con reemplazo de 50% RCD en la 15va semana dio una expansión de 0.199%, al adicionar los porcentajes de 0.5 y 1% nanosílice estos aumentaron respecto al muestreo con 50%RCD, dando así para la adición de 0.5% de nanosílice tuvo una expansión de 0.235%, la adición de 1% se expandió 0.216% y la adición 1.5% de nanosílice fue la que mejor resultados dio con una expansión de 0.196%, siendo está menor que el muestreo con 50%RCD.



Gráfica 23: C. de longitud, Concreto con reemplazo 50% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 131: E. Propia

Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de nanosílice.

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.030%
Semana 2	0.04%	0.05%	0.04%	0.044%
Semana 3	0.07%	0.08%	0.07%	0.073%
Semana 4	0.17%	0.14%	0.15%	0.153%
Semana 8	0.20%	0.17%	0.18%	0.183%
Semana 13	0.21%	0.19%	0.20%	0.199%
Semana 15	0.23%	0.20%	0.21%	0.213%

Tabla 68: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD

Fuente 132: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.033%
Semana 2	0.06%	0.09%	0.05%	0.068%
Semana 3	0.11%	0.13%	0.10%	0.113%
Semana 4	0.16%	0.19%	0.21%	0.186%
Semana 8	0.19%	0.22%	0.24%	0.215%
Semana 13	0.21%	0.24%	0.25%	0.231%
Semana 15	0.22%	0.25%	0.27%	0.245%

Tabla 69: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 0.5% nanosílice

Fuente 133: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.05%	0.03%	0.036%
Semana 2	0.08%	0.09%	0.07%	0.079%
Semana 3	0.13%	0.11%	0.14%	0.128%
Semana 4	0.19%	0.14%	0.17%	0.170%
Semana 8	0.22%	0.17%	0.20%	0.199%
Semana 13	0.24%	0.19%	0.22%	0.215%
Semana 15	0.25%	0.20%	0.23%	0.229%

Tabla 70: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 1% nanosílice

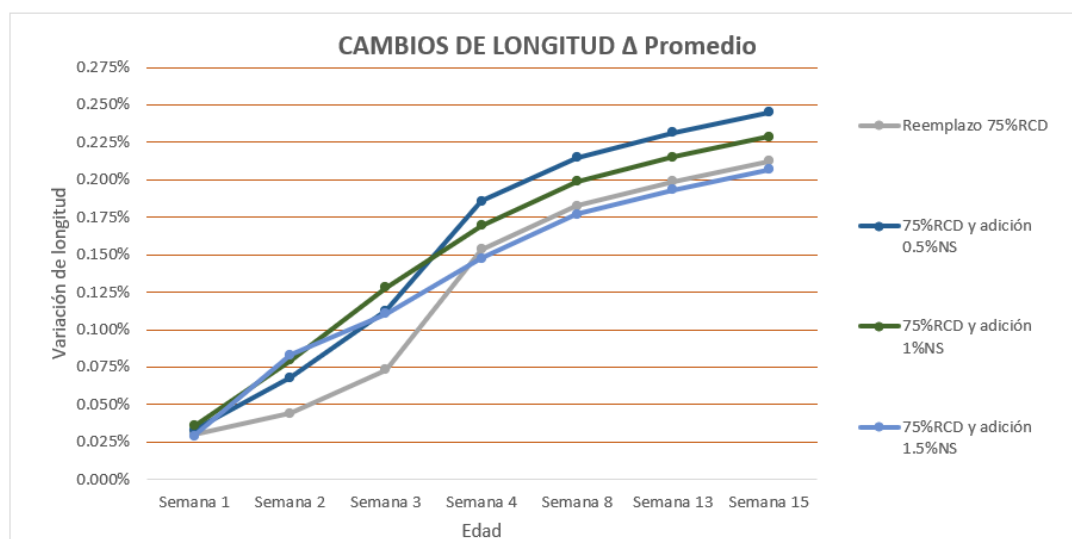
Fuente 134: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.029%
Semana 2	0.07%	0.10%	0.08%	0.083%
Semana 3	0.09%	0.12%	0.12%	0.110%
Semana 4	0.15%	0.15%	0.15%	0.148%
Semana 8	0.18%	0.18%	0.17%	0.177%
Semana 13	0.20%	0.19%	0.19%	0.193%
Semana 15	0.21%	0.21%	0.20%	0.207%

Tabla 71: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD y adición 1.5% nanosílice

Fuente 135: E. Propia

De las tablas mostradas se puede ver la expansión del concreto, el concreto con reemplazo de 75% RCD en la 15va semana dio una expansión de 0.213%, al adicionar los porcentajes de 0.5 y 1% nanosílice estos aumentaron respecto al muestreo con 75%RCD, dando así para la adición de 0.5% de nanosílice tuvo una expansión de 0.245%, la adición de 1% se expandió 0.229% y la adición 1.5% de nanosílice fue la que mejor resultados dio con una expansión de 0.207%, siendo está menor que el muestreo con 75%RCD.



Gráfica 24: C. de longitud, Concreto con reemplazo 75% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 136: E. Propia

Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de nanosílice.

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.07%	0.03%	0.04%	0.046%
Semana 2	0.09%	0.08%	0.10%	0.090%
Semana 3	0.12%	0.12%	0.12%	0.122%
Semana 4	0.17%	0.16%	0.16%	0.166%
Semana 8	0.20%	0.19%	0.19%	0.195%
Semana 13	0.22%	0.21%	0.21%	0.212%
Semana 15	0.23%	0.22%	0.22%	0.225%

Tabla 72: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD

Fuente 137: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.033%
Semana 2	0.07%	0.07%	0.11%	0.084%
Semana 3	0.11%	0.10%	0.15%	0.121%
Semana 4	0.18%	0.19%	0.21%	0.193%
Semana 8	0.21%	0.21%	0.24%	0.222%
Semana 13	0.23%	0.23%	0.26%	0.239%
Semana 15	0.24%	0.24%	0.27%	0.252%

Tabla 73: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% nanosílice

Fuente 138: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	$\Delta Promedio$
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.031%
Semana 2	0.06%	0.05%	0.11%	0.072%
Semana 3	0.11%	0.11%	0.15%	0.121%
Semana 4	0.15%	0.15%	0.21%	0.171%
Semana 8	0.18%	0.18%	0.24%	0.200%
Semana 13	0.20%	0.19%	0.26%	0.216%
Semana 15	0.21%	0.21%	0.27%	0.230%

Tabla 74: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 1% nanosílice

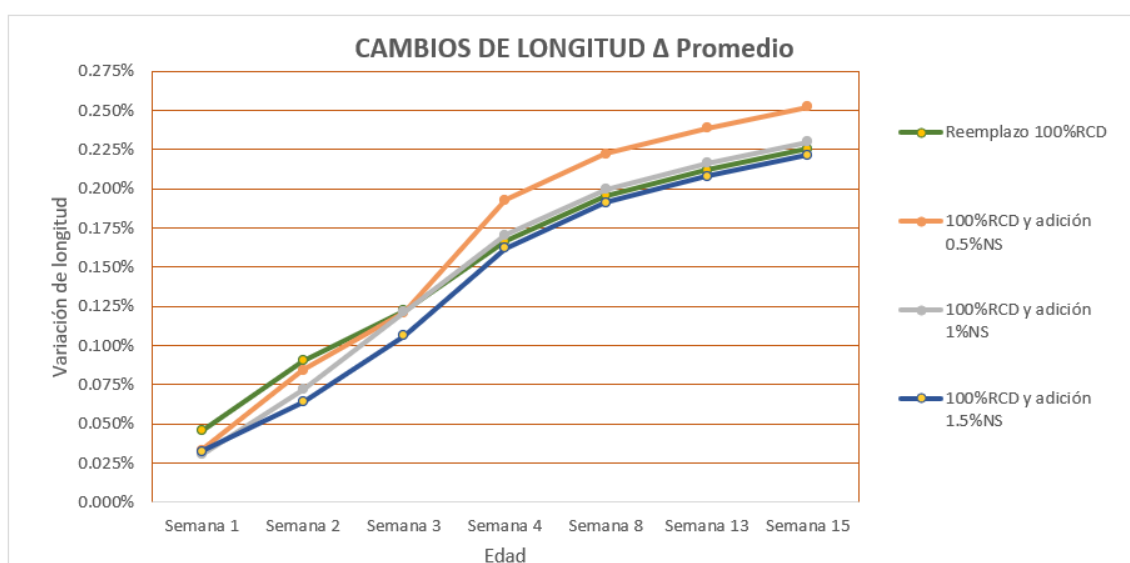
Fuente 139: E. Propia

Variación de Longitud	$\Delta M1$	$\Delta M2$	$\Delta M3$	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.032%
Semana 2	0.07%	0.05%	0.07%	0.064%
Semana 3	0.12%	0.10%	0.11%	0.106%
Semana 4	0.17%	0.14%	0.17%	0.162%
Semana 8	0.20%	0.17%	0.20%	0.191%
Semana 13	0.22%	0.19%	0.22%	0.208%
Semana 15	0.23%	0.20%	0.23%	0.221%

Tabla 75: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 1.5% nanosílice

Fuente 140: E. Propia

De las tablas mostradas se puede ver la expansión del concreto, el concreto con reemplazo de 100% RCD en la 15va semana dio una expansión de 0.225%, al adicionar los porcentajes de 0.5 y 1% nanosílice estos aumentaron respecto al muestro con 100%RCD, dando así para la adición de 0.5% de nanosílice tuvo una expansión de 0.252%, la adición de 1% se expandió 0.230% y la adición 1.5% de nanosílice fue la que mejor resultados dio con una expansión de 0.221%, siendo está menor que el muestreo con 100%RCD.



Gráfica 25: C. de longitud, Concreto con reemplazo 100% RCD y adiciones de nanosílice

Fuente 141: E. Propia

Análisis Económico

El análisis económico se realizará para el C. Patrón y para el concreto con reemplazo de Agr. Grueso por RCD con la adición de nanosílice, para eso se hará el costo para obtener 1 m³ de RCD, esto con el fin de ver si es rentable hacer concreto con dichos reemplazos y adiciones.

COSTO UNITARIO DEL CARGUÍO, TRANSPORTE Y PROCESAMIENTO DEL RCD						
Subpartida		Unidad	Cantidad	P. Unit	Unidad:	m3
A) Carguío de RCD a volquete		m3	1		Subtotal	2.74
B) Transporte de RCD a chancadora		m3	1			14.75
						17.49
				COSTO DIRECTO:		17.49
<hr/>						
Subpartida	A) Carguío de RCD a volquete			619.14	Unidad:	m3
			Rendimiento:		Subtotal	
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit		Total S/.
Equipo						
Cargador frontal S/LL 2.50Y3 100-125HP	1	hm	0.013	211.86	2.74	
						2.74
				COSTO DIRECTO:		2.74
<hr/>						
Subpartida	B) Transporte de RCD a chancadora			183.8	Unidad:	m3
			Rendimiento:		Subtotal	
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit		Total S/.
Equipo						
Camión volquete 12 m3	1	hm	0.044	338.98	14.75	
						14.75
				COSTO DIRECTO:		14.75

Tabla 76: CU del Carguío y Transporte de RCD

Fuente 142: Elaboración Propia

COSTO UNITARIO DEL RCD						
			Rendimiento:	190	Unidad:	m3
Descripción del recurso	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unit	Subtotal	Total S/.
Mano de Obra						
Operario	1	hh	0.042	22.08	0.93	
Peón	1	hh	0.042	15.69	0.66	
Material						
RCD	1	m3	1	17.49	17.49	
Gasolina 90	1	gal	0.376	14.83	5.58	
Equipo						
Chancadora secundaria 75HP	1	hm	0.042	99.83	4.20	
Zaranda vibratoria 15HP	1	hm	0.042	53.56	2.26	
						31.12
				COSTO DIRECTO:		31.12

Tabla 77: CU del RCD

Fuente 143: Elaboración Propia

A continuación, se mostrará el análisis de costos del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la cual será comparado con el concreto elaborado con los reemplazos de 50%, 75%, 100% RCD y con las adiciones de nanosílice, para ver si es rentable su elaboración. Al finalizar de manera resumen se presentará un gráfico de barras.

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 500.06	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.3594	53.30	19.15
Agua	m ³		0.2095	6.14	1.29
					252.49
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 78: CU del C. Patrón

Fuente 144: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con adición 0.5% Nanosílice)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 536.94	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.3594	53.30	19.15
Agua	m ³		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		1.7900	20.60	36.87
					289.36
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 79: CU adición de 0.5% nanosílice

Fuente 145: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con adición 1% Nanosílice)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 574.02	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.3594	53.30	19.15
Agua	m ³		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		3.5900	20.60	73.95
					326.44
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 80: CU adición de 1% nanosílice

Fuente 146: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con adición 1.5% Nanosílice)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 610.89	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m3		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m3		0.3594	53.30	19.15
Agua	m3		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		5.3800	20.60	110.83
					363.31
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 81: CU adición de 1.5% nanosílice

Fuente 147: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con reemplazo 50% RCD)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 496.08	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m3		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m3		0.1797	53.30	9.58
Agua	m3		0.2095	6.14	1.29
RCD	m3		0.1797	31.12	5.59
					248.50
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 82: CU reemplazo 50% RCD

Fuente 148: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con reemplazo 50% RCD y adición 0.5% Nanosílice)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 532.95	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m3		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m3		0.1797	53.30	9.58
Agua	m3		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		1.7900	20.60	36.87
RCD	m3		0.1797	31.12	5.59
					285.37
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 83: CU reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% nanosílice

Fuente 149: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm² (C. Patrón con reemplazo 50% RCD y adición 1% Nanosílice)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 570.03	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.1797	53.30	9.58
Agua	m ³		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		3.5900	20.60	73.95
RCD	m ³		0.1797	31.12	5.59
					322.45
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 84: CU reemplazo 50% RCD y adición de 1% nanosílice

Fuente 150: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm² (C. Patrón con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosílice)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 606.91	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.1797	53.30	9.58
Agua	m ³		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		5.3800	20.60	110.83
RCD	m ³		0.1797	31.12	5.59
					359.33
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 85: CU reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% nanosílice

Fuente 151: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm² (C. Patrón con reemplazo 75% RCD)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³ 494.09	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.0898	53.30	4.79
Agua	m ³		0.2095	6.14	1.29
RCD	m ³		0.2695	31.12	8.39
					246.51
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 86: CU reemplazo 75% RCD

Fuente 152: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm2 (C. Patrón con reemplazo 75% RCD y adición 0.5% Nanosílice)

Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		P. Unit	Total S/.
		Cuadrilla	Cantidad		
530.96					
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m3		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m3		0.0898	53.30	4.79
Agua	m3		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		1.7900	20.60	36.87
RCD	m3		0.2695	31.12	8.39
					283.38
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 87: CU reemplazo 75% RCD y adición 0.5% nanosílice

Fuente 153: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm2 (C. Patrón con reemplazo 75% RCD y adición 1% Nanosílice)

Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		P. Unit	Total S/.
		Cuadrilla	Cantidad		
568.04					
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m3		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m3		0.0898	53.30	4.79
Agua	m3		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		3.5900	20.60	73.95
RCD	m3		0.2695	31.12	8.39
					320.46
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 88: CU reemplazo 75% RCD y adición 1% nanosílice

Fuente 154: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm2 (C. Patrón con reemplazo 75% RCD y adición 1.5% Nanosílice)

Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		P. Unit	Total S/.
		Cuadrilla	Cantidad		
604.91					
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m3		0.3013	36.90	11.12
Piedra chancada 3/4"	m3		0.0898	53.30	4.79
Agua	m3		0.2095	6.14	1.29
Nanosílice	lt		5.3800	20.60	110.83
RCD	m3		0.2695	31.12	8.39
					357.33
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 89: CU reemplazo 75% RCD y adición 1.5% nanosílice

Fuente 155: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con reemplazo 100% RCD)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.2955	36.90	10.90
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.0000	53.30	0.00
Agua	m ³		0.2335	6.14	1.43
RCD	m ³		0.3690	31.12	11.48
					244.75
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 90: CU reemplazo 100% RCD

Fuente 156: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosílice)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.2955	36.90	10.90
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.0000	53.30	0.00
Agua	m ³		0.2335	6.14	1.43
Nanosílice	lt		1.7900	20.60	36.87
RCD	m ³		0.3690	31.12	11.48
					281.62
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 91: CU reemplazo 100% RCD y adición 0.5% nanosílice

Fuente 157: E. Propia

COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² (C. Patrón con reemplazo 100% RCD y adición 1% Nanosílice)					
Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m ³	
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	Total S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71	157.68
					236.88
Materiales					
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42	220.93
Arena Gruesa	m ³		0.2955	36.90	10.90
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.0000	53.30	0.00
Agua	m ³		0.2335	6.14	1.43
Nanosílice	lt		3.5900	20.60	73.95
RCD	m ³		0.3690	31.12	11.48
					318.70
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88	7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49	3.59
					10.70

Tabla 92: CU reemplazo 100% RCD y adición 1% nanosílice

Fuente 158: E. Propia

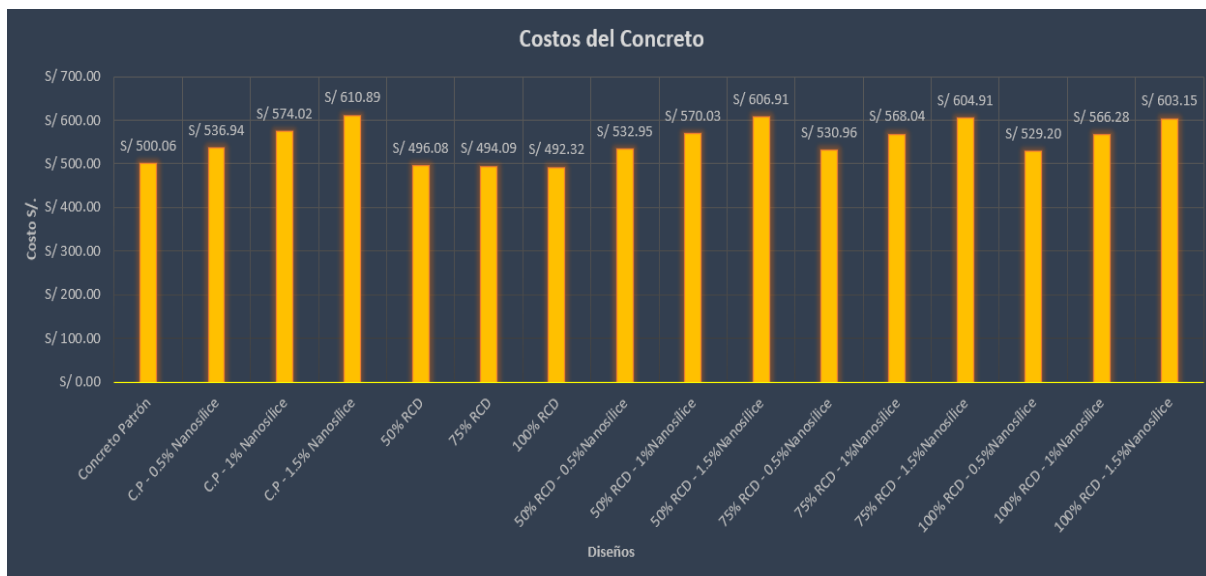
COSTO UNITARIO DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm2 (C. Patrón con reemplazo 100% RCD y adición 1.5% Nanosílice)

Descripción del recurso	Unidad	Rendimiento:		10 Unidad: m3		603.15 Total S/.
		Cuadrilla	Cantidad	P. Unit		
Mano de obra						
Operario	hh	2.0000	1.6000	27.71		44.34
Oficial	hh	2.0000	1.6000	21.79		34.86
Peón	hh	10.0000	8.0000	19.71		157.68
						236.88
Materiales						
Cemento portland Tipo I (42.5kg)	bol		8.6911	25.42		220.93
Arena Gruesa	m3		0.2955	36.90		10.90
Piedra chancada 3/4"	m3		0.0000	53.30		0.00
Agua	m3		0.2335	6.14		1.43
Nanosílice	lt		5.3800	20.60		110.83
RCD	m3		0.3690	31.12		11.48
						355.57
Equipos						
Herramientas manuales	%mo		3.0000	236.88		7.11
Mezcladora de concreto 11p3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	4.49		3.59
						10.70

Tabla 93: CU reemplazo 100% RCD y adición 1.5% nanosílice

Fuente 159: E. Propia

En la siguiente gráfica se puede observar los costos del concreto patrón, costos del concreto reemplazando los porcentajes de RCD y adicionando nanosílice.



Gráfica 26: CU del Concreto

Fuente 160: E. Propia

Discusiones

De acuerdo al OE1 analizar las características del RCD mediante ensayos de granulometría, peso específico, contenido de humedad, absorción, peso unitario:

Conforme a mi investigación se hicieron los ensayos respectivos dándonos así que el TMN del RCD es de 3/4", el C. de humedad 1.52% donde para esto la muestra fue pesada antes de ponerla horno, el peso específico 2.383 g/cm³ y absorción de 4.9%, para el peso unitario que está comprendido en P.U suelto resulto 1250 kg/m³ y el P.U compactado dio 1413 kg/m³.

De acuerdo al OE4 Determinar la influencia que tiene el reemplazo de Agr. Grueso por RCD y adición de Nanosílice en las P. Mecánicas del concreto, por intermedio de los ensayos de R. Compresión, R. Tracción y R. Flexión

De acuerdo a la presente investigación se hicieron los reemplazos de RCD y las adiciones de nanosílice donde se observó que al reemplazar RCD hubo disminución en sus propiedades mecánicas, pero al adicionar la nanosílice éstas mejoran significativamente r. compresión, con adición de 0.5% de nanosílice al c. patrón mejoró en 15.35%, con adición de 1% nanosílice al c. patrón mejoró su 21.67%, al adicionar 1.5% nanosílice al c. patrón mejoró 33.30% su R. compresión.

Según la investigación de **Caballero Arredondo, P.W et. al [6]**, se observó que la adición de nanosílice aumenta la R. compresión, se adicionaron porcentajes de 1%, dando así que la adición de 1% aumentó en un 18.05% respecto al patrón. Respecto a la presente investigación la adición de 1% aumentó un 21.67% respecto al patrón, estas variaciones se deberían al tipo de cemento empleado en ambas investigaciones. De igual manera en la investigación de **Dongo Gómez Paula Nicole et. al [15]**, al adicionar 0.5% de nanosílice aumenta la R. compresión en un 3.53% respecto al patrón, dicho porcentaje es menor a lo obtenido en la presente investigación.

Según **Luis Felipe Contreras**, al reemplazar diferentes porcentajes de RCD disminuye la R. compresión, se realizaron reemplazos en 10, 15, 30, 60 y 100%; obteniendo así que el 100% obtuvo un 81.75% de resistencia. Dicho porcentaje es menos a lo obtenido según mi investigación donde el reemplazo del 100% obtuvo un 92.33% de resistencia respecto al patrón, esto puede deberse al tipo de cemento que se usó, en el caso de la presente investigación desarrollada, se realizó con cemento Cemex tipo I de alta resistencia inicial y final.

Según **Ashwini R.M**, al adicionar 2% de nanosílice al concreto, logró obtener resistencia de 20.25% más que el C. patrón y para la R. flexión logró obtener una mejora de 34.36% respecto

al C. patrón. Según la presente investigación al adicionar 1.5% nanosílice la resistencia mejora en un 33.30% y para la R. flexión se obtuvo una mejora del 19.45%. visto los resultados se observa que el diseño con 1.5% de nanosílice obtiene mejor resistencia que el diseño planteado al 2%; mientras que el incremento para R. flexión es poco más de la mitad de lo que plantea el diseño al 2% de nanosílice, los resultados obtenidos pueden verse influenciados por el porcentaje de nanosílice.

De acuerdo al OE5 Determinar la influencia que tiene el reemplazo de Agr. Grueso por RCD y adición de Nanosílice en la durabilidad del concreto, por intermedio de los ensayos de R. C. a la penetración de ión cloruro, cambio de longitud en morteros de cemento portland expuestos a soluciones sulfatadas

De acuerdo a la presente investigación los resultados obtenidos del ensayo R. C. a la penetración de ión cloruro se obtuvieron mejoras al adicionar nanosílice, la carga pasada del C. patrón resultó ser de 143.083 coulombs, al reemplazar el 50% RCD la carga pasada aumentó a 153.277, para el 75% RCD la carga pasada resultó ser de 157.035 y para el 100% RCD la carga dio como resultado de 170.386, dichos resultados están por encima del patrón. Al adicionar nanosílice a los porcentajes de reemplazo de RCD resultaron en una mejora, para el 50% RCD y 1.5% Nanosílice la carga pasada resultó ser 141.816, para el 75% RCD y 1.5% nanosílice la carga pasada resultó ser 141.507, para el 100% RCD y 1.5% nanosílice dio como resultado 151.368, de los porcentajes de adición, el C. patrón con 1.5% nanosílice fue el que obtuvo mejores resultados.

De igual manera para el ensayo cambio de longitud en morteros de cemento portland expuestos a soluciones sulfatadas, los resultados del 50, 75 y 100% RCD estuvieron por encima del patrón. Al adicionar Nanosílice a los porcentajes de reemplazo de RCD estos resultados obtuvieron una mejora, el C. patrón con 1.5% nanosílice fue el que obtuvo mejores resultados.

Conclusiones

- Se realizó correctamente las caracterizaciones de los agregados naturales como del RCD, para el análisis granulométrico del RCD se obtuvo una curva granulométrica dentro de los parámetros, esto debido a que el RCD fue procesado en una trituradora para obtener un tamaño adecuado como Agr. grueso, en cuanto a la absorción es de 4.9% esto debido a la porosidad del RCD. Además, el P. U. suelto y compactado resultó ser menor en comparación al ag. Natural.
- se realizó ensayo químico de sales, cloruros y sulfatos al RCD (concreto reciclado), los resultados obtenidos para sales fueron de 4112 ppm, para cloruros 1841 ppm y para sulfatos 538 ppm.
- Según los datos obtenidos podemos concluir que el reemplazo de RCD por agregado grueso disminuye las propiedades mecánicas, pero al adicionar la nanosílice estas mejoran, de los resultados obtenidos la combinación del 75% RCD y adición 1.5% nanosílice obtuvo las mejores P. Mecánicas.
 - Para la R. compresión, de las combinaciones planteadas, el reemplazo de 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice mejora en un 39.42% la resistencia respecto al C. patrón y en un 4.59% respecto al concreto con 1.5% de nanosílice.
 - Para la R. Tracción, de las combinaciones planteadas, el reemplazo de 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice mejora en un 35.9% la resistencia respecto al C. patrón sin adición de nanosílice y en un 6.19% respecto al C. patrón con 1.5% de nanosílice.
 - Para la R. Flexión, de las combinaciones de mis muestras el reemplazo de 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice mejora en un 22.45% la resistencia respecto al C. patrón sin adición de nanosílice y en un 2.50% respecto al C. patrón con 1.5% de nanosílice
- Al analizar la durabilidad del concreto mediante las siguientes propiedades tenemos:
 - La resistencia del concreto a la penetración de ión cloruro para el C. Patrón está tiene una penetrabilidad muy baja, y de la misma manera con todas las muestras. Al reemplazar los porcentajes de RCD la penetrabilidad aumenta respecto al patrón, pero al adicionar la nanosílice a los diferentes porcentajes de reemplazo, la penetrabilidad disminuye. A los diferentes reemplazos de RCD, la adición de 1.5% de nanosílice redujo la penetrabilidad de ión cloruro. De las combinaciones planteadas el 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice es la que obtuvo buenos resultados, por lo tanto, se puede decir que la nanosílice ayuda en la resistencia a la

penetración de ión cloruro, pero se hace mención que el C. patrón con 1.5% de nanosílice obtuvo resultados menores que la muestra con 75% RCD y adición 1.5% nanosílice.

- Cambio de longitud en morteros de cemento portland expuestos a soluciones sulfatadas, se realizó con los diferentes reemplazos de RCD y con las adiciones de nanosílice. Siendo la adición de 1.5% nanosílice la que mejor resultados obtuvo.

- La evaluación de costos muestra que el C. patrón es la opción más económica entre todas las muestras analizadas. No obstante, aunque el C. patrón con 1.5% de nanosílice ofrece los mejores resultados en cuanto a durabilidad, también representa el costo más elevado de producción. Por su parte, la mezcla con 75% RCD y 1.5% nanosílice presenta una alternativa ligeramente más económica, siendo menos costosa que el concreto con 1.5% nanosílice y al mismo tiempo, mejora la durabilidad en comparación con el C. patrón.

Recomendaciones

- Si a futuro se planea reemplazar el agr. Grueso por RCD, se sugiere realizar el proceso de obtención mediante una trituradora, ya que se obtiene un tamaño adecuado, una mejor distribución y calidad del RCD obtenido.
- Si se planea el reemplazo de agr. Grueso por RCD y adición de nanosílice para futuras investigaciones, se recomienda el reemplazo de 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice, ya que presentó mejoras en las P. mecánicas y durabilidad del concreto, para futuras investigaciones se recomienda entre los porcentajes entre 75 y 100% para encontrar una combinación que presente mejores condiciones a lo ya mostrado en la investigación realizada.
- Se recomienda evaluar la rentabilidad del concreto elaborado con reemplazo de RCD y adición de nanosílice. El costo por m³ de un C. Patrón con adición de 1.5% nanosílice es más elevado que elaborar un concreto con 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice. Por lo tanto, sería más beneficioso elaborar un concreto con dichos materiales, ya que no solo reduce costos, sino que también mejora las P. mecánicas y durabilidad del concreto.
- Realizar investigaciones de diseños de mezcla con diferente relación a/c, con adición de nanosílice para mejorar las P. mecánicas y durabilidad del concreto.
- Se recomienda utilizar la dosificación de concreto con un reemplazo del 75% RCD y adición de 1.5% nanosílice en elementos estructurales como vigas, columnas, losas, siempre que se cumplan las condiciones de diseño.
- Si a futuro se planea usar nanosílice, se recomienda su uso de acuerdo a las indicaciones de la ficha técnica dadas por el fabricante para evitar posibles reacciones adversas que puedan afectar a la calidad y desempeño del producto.

Referencias

- [1] "Escombros de la construcción llenarían 15 veces el Estadio Nacional para 2025 ¿Qué hacemos para evitarlo? – Construye2025". Construye2025 – Construye2025. <https://construye2025.cl/2019/11/05/escombros-de-la-construccion-llenarian-15-veces-el-estadio-nacional-para-2025-que-hacemos-para-evitarlo/>.
- [2] C. Bedoya y L. Dzul, "El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana", *Revista ingeniería de construcción*, vol. 30, n.º 2, pp. 99–108, agosto de 2015. Disponible: <https://doi.org/10.4067/s0718-50732015000200002>
- [3] "INEI: Sector construcción creció en 1,51% durante el 2019". Perú Construye. <https://peruconstruye.net/2020/02/14/inei-sector-construccion-crecio-en-151-durante-el-2019/>.
- [4] "El botadero más grande del Perú sigue abierto siete años después de recomendarse su cierre". Salud con lupa. <https://saludconlupa.com/medio-ambiente/el-botadero-mas-grande-del-peru-sigue-abierto-siete-anos-despues-de-recomendarse-su-cierre/>.
- [5] Municipalidad Provincial de Chiclayo, «PLAN DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS Y DE OBRAS MENORES,» Chiclayo, 2013.
- [6] P. W. Caballero Arredondo, C. A. Damiani Lazo y Á. A. Ruiz Pico, "Optimization of the concrete through the addition of nanosilice, using aggregates of the cantera de Añashuayco de Arequipa", *Revista ingeniería de construcción*, vol. 36, n.º 1, pp. 71–87, abril de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.4067/s0718-50732021000100071>
- [7] G. L. Golewski, "Mechanical properties and brittleness of concrete made by combined fly ash, silica fume and nanosilica with ordinary Portland cement", *AIMS Mater. Sci.*, vol. 10, n.º 3, pp. 390–404, 2023. Disponible: <https://doi.org/10.3934/matersci.2023021>
- [8] H. Zhu, C. Wen, Z. Wang y L. Li, "Study on the permeability of recycled aggregate pervious concrete with fibers", *Materials*, vol. 13, n.º 2, p. 321, enero de 2020. Disponible: <https://doi.org/10.3390/ma13020321>
- [9] L. Contreras Vásquez, D. Mayorga-Amaguaya, G. Peñafiel-Valla y C. Navarro-Peñaherrera, "Comparative Analysis of Compression Strength between Traditional Concrete and Concrete Prepared with Concrete Debris", *Investig. Desarro.*, vol. 18, n.º 1, dic. 2023. Disponible: <https://doi.org/10.31243/id.v18.2023.2020>
- [10] N. Bahrami, M. Zohrabi, S. A. Mahmoudy y M. Akbari, "Optimum recycled concrete aggregate and micro-silica content in self-compacting concrete: Rheological, mechanical and

microstructural properties”, *J. Building Eng.*, vol. 31, p. 101361, septiembre de 2020. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101361>

[11] B. Chaudhary, S. Dhiman, R. Talwar, S. M. Arif y V. Verma, "Experimental investigation of strength of concrete using recycled demolished construction materials as coarse aggregate", *Mater. Today: Proc.*, septiembre de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.238>

[12] J. Ahmad Bhat, "Effect of strength of parent concrete on the mechanical properties of recycled aggregate concrete”, *Mater. Today: Proc.*, vol. 42, pp. 1462–1469, 2021. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.310>

[13] A. Sumathi et al., "Mechanical, durability, and microstructure investigations on high-strength concrete incorporating nanosilica, multi-walled carbon nanotubes, and steel fibres", *Advances Mater. Sci. Eng.*, vol. 2023, pp. 1–15, abril de 2023. Disponible: <https://doi.org/10.1155/2023/2164200>

[14] R. M. Ashwini, M. Potharaju, V. Srinivas, S. Kanaka Durga, G. V. Rathnamala y A. Paudel, "Compressive and flexural strength of concrete with different nanomaterials: A critical review", *J. Nanomaterials*, vol. 2023, pp. 1–15, enero de 2023. Disponible: <https://doi.org/10.1155/2023/1004597>

[15] P. N. Dongo Gómez y O. J. Saavedra Pérez, "Influencia de la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto", *Veritas*, vol. 22, n.º 1, p. 29, noviembre de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.35286/veritas.v22i1.292>

[16] M. F. Alvansaz, C. Bombon y B. Rosero, "Estudio de la incorporación de nano sílice en concreto de alto desempeño (HPC)", *Ingenio*, vol. 5, n.º 1, pp. 12–21, junio de 2022. Disponible: <https://doi.org/10.29166/ingenio.v5i1.3786>

[17] Flavio A. C. "Tecnología del concreto (Teoría y problemas)" Editorial San Marcos E.I.R.L, Lima, 2007

[18] P. Kumar Mehta, Paulo J.M. Monteiro, "Concreto: Estructura, propiedades y materiales", Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento S.A, 1998.

[19] Norma Técnica Peruana NTP 400.011 (2008) "AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)".

[20] «DECRETO SUPREMO N° 003-2013-VIVIENDA,» Diario Oficial El Peruano | El Peruano | Decretos | Normas Legales | Separatas Especiales | Normas Legales del día | Derecho | TUPA | Sentencias en Casación | Jurisprudencia | Procesos Constitucionales | Declaraciones Juradas | Patentes y Signos Distintivo, 8 febrero 2013.

- [21] Norma Técnica Peruana NTP 400.050 (1999) "MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN: Generalidades".
- [22] Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (2001) "AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global".
- [23] Norma Técnica Peruana NTP 339.185 (2013) "AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado".
- [24] Norma Técnica Peruana NTP 400.021 (2013) "AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso".
- [25] Norma Técnica Peruana NTP 400.017 (2011) "AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados".
- [26] Norma Técnica Peruana NTP 339.034 (2015) "CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas".
- [27] Norma Técnica Peruana NTP 339.084 (2012) "CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto por compresión dimensional de una probeta cilíndrica".
- [28] Norma Técnica Peruana NTP 339.078 (2012) "CONCRETO: Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo".
- [29] Reglamento Nacional de Edificaciones RNE (2019), Norma E.060 "CONCRETO ARMADO"
- [30] American Society for Testing and Materials, ASTM C1202: Método de ensayo normalizado para indicación eléctrica de la capacidad del hormigón para resistir la penetración de iones cloruro, 1997.
- [31] Norma Técnica Peruana NTP 334.094 (2009) "CEMENTOS: Método normalizado para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas".

Anexo

TITULO	OBJETIVOS	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADOR	
INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar la influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Analizar de las características del RCD mediante los ensayos de granulometría, peso específico, contenido de humedad, absorción, peso unitario. •Realizar un ensayo para determinar la reacción química que puede ocurrir en la mezcla del concreto. •Obtener diseños de mezclas usando RCD (50%, 75% y 100%) con Nanosilice (0.5%, 1% y 1.5%). •Determinar la influencia que tiene el reemplazo del agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas del concreto, por intermedio de los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión. •Determinar la influencia que tiene el reemplazo del agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en la durabilidad del concreto, por intermedio de los ensayos de resistencia del concreto a la penetración de ión cloruro, cambio de longitud en morteros de cemento portland expuestos a soluciones sulfatadas. •Evaluar la rentabilidad del RCD y nanosilice en la producción del concreto. 	¿Qué influencia tendrá el reemplazo del agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto?	El reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice logrará mejorar las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto.	Variable independiente:	Porcentaje en Peso Porcentaje en Peso Resistencia a la Compresión Resistencia a la Tracción Resistencia a la Flexión Resistencia del Concreto a la penetración del ión cloruro cambio de longitud en morteros de cemento portland expuestos a soluciones sulfatadas F'c = 210 kg/cm2 Cemento Tipo I Tipo RCD: Concreto	
				RCD		
				Nanosilice		
				Variable dependiente:		
				Propiedades mecánicas y durabilidad del concreto		
						Variables Intervinientes

Anexo 1: M. consistencia

DECLARACIÓN JURADA

Yo, **SOLIS ARAUJO CARLOS DANIEL**, de nacionalidad peruana, con documento nacional de identidad N° 72697081, domiciliada en la provincia de Chiclayo, distrito de Chongoyape, en la calle Cajamarca #992, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis Ciclo académico 2023-1 DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

Chiclayo, junio del 2023



Firma



Huella dactilar

Anexo 2: D. Jurada

CONFORMIDAD DE ASESOR

SEMINARIO DE TESIS II

Chiclayo, 25 de octubre del 2024.

Señores

CASTILLO VELARDE, ROBERTO CARLOS
CACHAY LAZO, CESAR EDUARDO
Escuela Profesional de Ingeniería Civil-USAT
Presente.

Le expreso mi saludo y en mi condición de asesor doy mi **CONFORMIDAD** a la tesis titulada: **Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto**

presentado por el estudiante **Solis Araujo Carlos Daniel**

de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, de esta manera se cumple con uno de los requisitos para su pase a sustentación del informe de tesis de acuerdo al art.32 de reglamento de elaboración y sustentación del trabajo de investigación para optar el título profesional.

Atentamente.



Sánchez Bautista Juan Jacobo
INGENIERO CIVIL
CIP 160977

Ing.
Sanchez Bautista Juan Jacobo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 052-2024-II

FECHA: 25 de octubre 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Carlos Daniel Solis Araujo

TITULO DE LA TESIS: Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad.
- Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y RCD.
- Peso específico y absorción del agregado grueso, fino y RCD.
- Peso unitario del agregado grueso, fino y RCD.
- Resistencia a la Compresión.
- Resistencia a la Flexión.
- Resistencia a la Tracción.
- Ensayo de sales, cloruros y sulfatos al RCD.
- Resistencia del concreto a la penetración del ion cloruro.
- Cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas.

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil



CEMENTO PORTLAND TIPO I

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

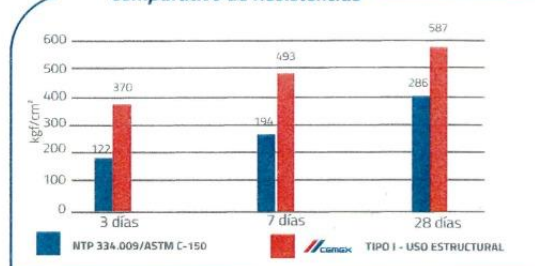
Características Técnicas

Cemento Portland Tipo I cumple con:

Norma Técnica Peruana: NTP 334.009

Norma Técnica Americana: ASTM C-150

Comparativo de Resistencias



PROPIEDADES FÍSICAS	Unidad	CEMEX TIPO I	Requisitos NTP 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.9	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.05	Máximo 0.80
Densidad	g/cm³	3.15	No especifica

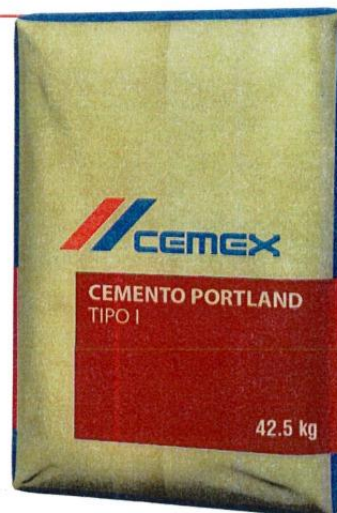
Tiempo de fraguado Vicat	Unidad	CEMEX TIPO I	Requisitos NTP 334.009 / ASTM C-150
Fraguado inicial	min	150	Mínimo 45
Fraguado final	min	192	Máximo 375

PROPIEDADES

- Cemento Portland Tipo I.
- Excelente comportamiento en el desempeño de resistencias iniciales y fin
- Rápido desencofrado.
- Tiempo de fraguado óptimo.
- Excelentes resistencias mecánicas a la compresión, flexión y tracción.
- Excelente manejabilidad y trabajabilidad.
- Estabilidad y uniformidad en sus características.

USO Y APLICACIONES

- Es un cemento ideal para la construcción de elementos estructurales tales como columnas, vigas, losas, muros y cimentaciones en diversos tipos de edificaciones y obras de infraestructura.
- Por el comportamiento de su curva de resistencia permite producir concretos que requieren una resistencia inicial.
- Tiene un excelente comportamiento en la fabricación de prefabricados (postes de concreto, vigas pretensadas y postensadas, pisos, adoquines, blocks, etc.)



La información en el cuadro adjunto corresponde al promedio de los datos obtenidos en el periodo de ensayos de enero 2023. Los despachos individuales pueden tener variaciones. Los resultados donde los límites no son especificados por norma se reportan solo como información.

Ítem	Especificación técnica
Resistencia de diseño	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Tipo de concreto	Concreto con 75 % RCD y 1.5 % de nanosílice.
Propósito de la nanosílice	Mejorar trabajabilidad, reducir permeabilidad y favorecer el desarrollo de resistencias mecánicas, especialmente a edades tempranas.
Condición del RCD	Previamente se realizó la selección; el RCD se obtuvo mediante trituración, lo que permitió alcanzar un tamaño adecuado, mejorar su distribución granulométrica y garantizar una mayor calidad del material resultante.
Nanosílice	Libre de cloruros y componentes agresivos para acero, apta para concreto armado.
Preparación y orden de mezclado	Primero se mezclaron los agregados finos y gruesos con aproximadamente la mitad del agua total hasta lograr una mezcla homogénea. Posteriormente se incorporó el cemento y, finalmente, se añadió el resto del agua, mezclando hasta obtener una pasta uniforme. Luego, se adicionó la nanosílice previamente dispersa en agua, y la mezcla se amasó durante 10–12 minutos tras incorporación de la nanosílice. No adicionar la nanosílice directamente sobre la mezcla seca de cemento y áridos.
Trabajabilidad	Verificar consistencia mediante ensayo slump.
Compactación	La compactación del concreto en cada capa de las probetas se realizó mediante la inserción de una varilla de acero lisa, aplicando 25 chuzos por capa. Posteriormente, se golpeó el perímetro de la probeta con un martillo 15 veces por capa, asegurando la correcta eliminación de burbujas de aire y logrando una densidad uniforme de la muestra.
Inicio del curado	El curado se inició cuando la superficie del concreto había alcanzado fraguado inicial suficiente para soportar el riego o la cobertura, asegurando la correcta hidratación del cemento y la adecuada integración del RCD y la nanosílice.
Tiempo de curado	7, 14 y 28 días.
Cuidado post vaciado	Proteger el concreto de radiación solar directa, vientos fuertes y cargas tempranas, a fin de evitar pérdida prematura de humedad, retracción plástica, fisuración superficial y garantizar una correcta hidratación del cemento.
Control de calidad	Se realizaron ensayos para evaluar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto, previamente descritas en esta investigación.

Anexo 6: E. Técnica mezclado y cuidado post vaciado.

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

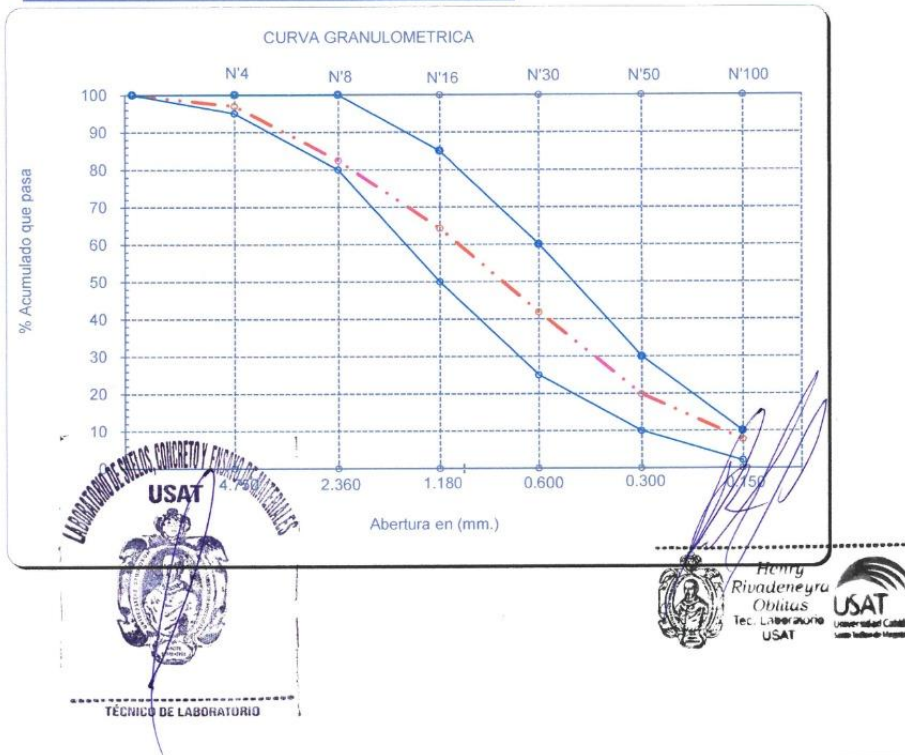


Tesista : Solís Araujo, Carlos Daniel
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanoslice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** 600.1 **% de Humedad =** 0.44
P. Inicial S. 597.5

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	17.86	3.0	3.0	97.0	95	100
Nº 08	2.360	87.18	14.6	17.6	82.4	80	100
Nº 16	1.180	108.16	18.1	35.7	64.3	50	85
Nº 30	0.600	134.3	22.5	58.2	41.8	25	60
Nº 50	0.300	131.31	22.0	80.1	19.9	10	30
Nº 100	0.150	72.9	12.2	92.4	7.6	2	10
Fondo		45.7	7.6	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.869			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Anexo 7:A. G. Agr. Fino



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

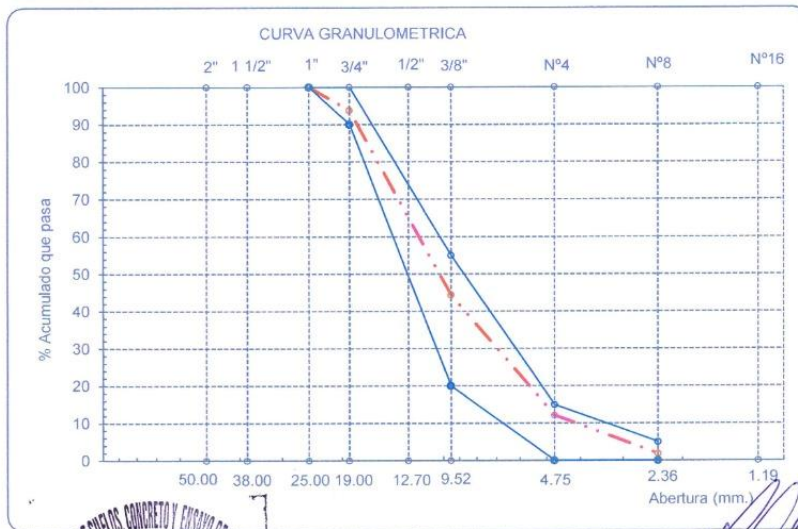


Tesista : Solis Araujo, Carlos Daniel
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanoslice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** 7316 **% de Humedad =** 0.47
P. Inicial S. 7282

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)					USO 56	USO 56
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	450.0	6.2	6.2	93.8	40.0	85.0
1/2"	12.70	750.0	10.3	16.5	83.5	10.0	40.0
3/8"	9.52	2850.0	39.1	55.6	44.4	0.0	15.0
Nº 04	4.75	2351.0	32.3	87.9	12.1	0.0	5.0
Nº 08	2.36	751.0	10.3	98.2	1.8	0.0	0.0
Nº 16	1.19	100.0	1.4	99.6	0.4	0.0	0.0
Fondo		30.0	0.4	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



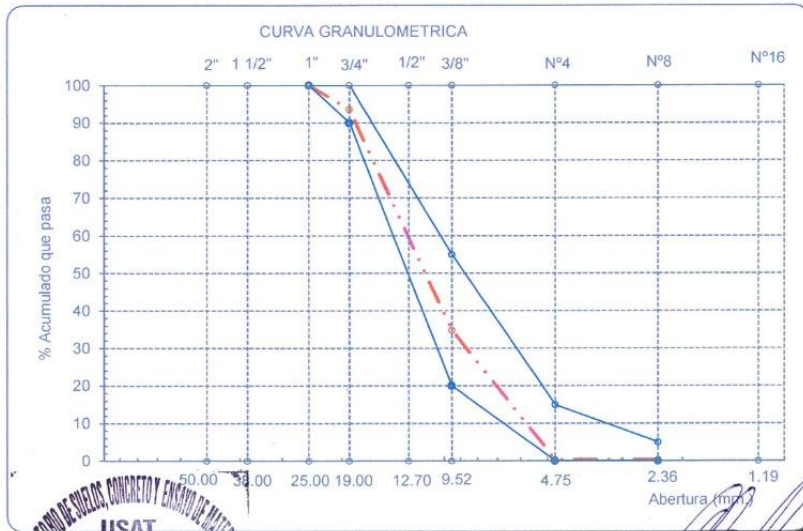
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERILES



Tesista : Solis Araujo, Carlos Daniel
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de Nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del RCD
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : RCD
P. Inicial H. 9530.0 **% de**
P. Inicial S. 9387.65 **Humedad =** 1.52

Malla	Peso Ret.	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	603.0	6.4	6.4	93.6	40.0	85.0
1/2"	12.70	956.0	10.2	16.6	83.4	10.0	40.0
3/8"	9.52	4562.0	48.6	65.2	34.8	0.0	15.0
Nº 04	4.75	3236.0	34.5	99.7	0.3	0.0	5.0
Nº 08	2.36	0.3	0.0	99.7	0.3	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.3	0.0	99.7	0.3	0.0	0.0
Fondo		30.0	0.3	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERILES
USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Obilias
 Tec. LABORATORIO USAT



Tesista : Solis Araujo, Carlos Daniel
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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

Canetra : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8990	8982
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8990	8982
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1640	1639
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1633	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9830	9834
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9830	9834
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1794	1795
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1786	

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.)	600.09	600.09
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	597.45	597.45
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.44	0.44
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.44	



Henry Rivadeneira Obilias
Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT



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



Tesista : Solís Araujo, Carlos Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7664	7654
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7664	7654
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1408	1406
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1400	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8784	8794
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8784.0	8794.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1614	1615
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1607	

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.)	7316	7316
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	7282	7282
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.47	0.47
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.47	





Tesista : Solis Araujo, Carlos Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de Nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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

Cantera : RCD

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	6904	6914
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		6904	6914
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1268	1270
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1250	

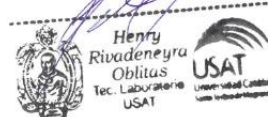
B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7814	7804
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7814.0	7804.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1435	1434
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1413	

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

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	9530	9530
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	9387.65	9387.65
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
D.- Contenido de humedad	(%)	1.52	1.52
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.52	





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



Tesista : Solis Araujo, Carlos Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Ac	(g)	947.4	947.4
2.- Pesx Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	640.3	640.3
3.- Peso del Agua	(g)	307.1	307.1
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	638.98	638.98
5.- Peso del Frasco	(g)	140.3	140.3
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498.7	498.7
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.585
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.592
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.603
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.28

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1515	1515
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1530	1530
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1850	1850
4.- Peso de la canastilla	(g)	870	870
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	980	980

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.754
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.782
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.833
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.01

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obutas
Tec. Laboratorio USAT





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



Tesista : Solís Araujo, Carlos Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de Nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

Ensayo : Peso específico y Absorción RCD

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

Cantera : RCD

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1430	1430
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1500	1500
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1770	1770
4.- Peso de la canastilla	(g)	870	870
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	900	900

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.383
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.500
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.698
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	4.90



Anexo 15: E. Resist. Compresión



FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 Patrón	14/10/2023	21/10/2023	7	294.2
02	Concreto Patrón	14/10/2023	21/10/2023	7	297.7
03	Concreto Patrón	14/10/2023	21/10/2023	7	299.0
04	Concreto Patrón	14/10/2023	28/10/2023	14	315.5
05	Concreto Patrón	14/10/2023	28/10/2023	14	312.6
06	Concreto Patrón	14/10/2023	28/10/2023	14	316.9
07	Concreto Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	319.1
08	Concreto Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	331.5
09	Concreto Patrón	14/10/2023	11/11/2023	28	324.5

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivadeneira Obliuas
 Tec. Laboratorio USAT



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	4/11/2023	7	302.0
02	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	4/11/2023	7	292.4
03	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	4/11/2023	7	308.1
04	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	11/11/2023	14	333.2
05	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	11/11/2023	14	341.3
06	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	11/11/2023	14	340.9
07	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	25/11/2023	28	376.4
08	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	25/11/2023	28	372.6
09	Concreto con adición 0.5% Nanosílice	28/10/2023	25/11/2023	28	375.7

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivadeneira Obillus
 Tec. Laboratorio USAT




FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	17/11/2023	7	341.4
02	Concreto con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	17/11/2023	7	332.4
03	Concreto con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	17/11/2023	7	337.5
04	Concreto con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	24/11/2023	14	362.0
05	Concreto con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	24/11/2023	14	368.7
06	Concreto con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	24/11/2023	14	372.2
07	Concreto con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	8/12/2023	28	389.4
08	Concreto con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	8/12/2023	28	397.1
09	Concreto con adición 1% Nanosilíce	10/11/2023	8/12/2023	28	399.7

OBSERVACIONES :

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



Henry Rivasnegra Ohulias
 Tec. LABORATORIO USAT





FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	18/11/2023	7	381.6
02	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	18/11/2023	7	372.5
03	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	18/11/2023	7	383.5
04	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	25/11/2023	14	404.8
05	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	25/11/2023	14	399.0
06	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	25/11/2023	14	409.6
07	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	9/12/2023	28	435.0
08	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	9/12/2023	28	434.1
09	Concreto con adición 1.5% Nanosílice	11/11/2023	9/12/2023	28	430.6

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHICLAYO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	28/10/2023	7	274.2
02	Concreto con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	28/10/2023	7	294.6
03	Concreto con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	28/10/2023	7	281.3
04	Concreto con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	4/11/2023	14	302.5
05	Concreto con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	4/11/2023	14	297.9
06	Concreto con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	4/11/2023	14	296.8
07	Concreto con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	18/11/2023	28	315.3
08	Concreto con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	18/11/2023	28	318.1
09	Concreto con Reemplazo 50% RCD	21/10/2023	18/11/2023	28	306.4

OBSERVACIONES :

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



Henry Rivadeneira Obinas
 Téc. Laboratorio USAT



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	10/11/2023	7	286.3
02	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	10/11/2023	7	280.8
03	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	10/11/2023	7	298.2
04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	17/11/2023	14	324.5
05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	17/11/2023	14	330.7
06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	17/11/2023	14	328.7
07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	1/12/2023	28	360.2
08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	1/12/2023	28	350.2
09	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice	3/11/2023	1/12/2023	28	368.5

OBSERVACIONES :

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





FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	15/11/2023	7	311.6
02	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	15/11/2023	7	319.1
03	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	15/11/2023	7	317.4
04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	22/11/2023	14	359.9
05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	22/11/2023	14	354.2
06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	22/11/2023	14	366.3
07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	6/12/2023	28	390.1
08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	6/12/2023	28	390.3
09	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	8/11/2023	6/12/2023	28	386.3

OBSERVACIONES :

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



Henry Rivadeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	21/11/2023	7	360.6
02	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	21/11/2023	7	344.6
03	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	21/11/2023	7	361.9
04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	28/11/2023	14	391.3
05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	28/11/2023	14	376.7
06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	28/11/2023	14	371.5
07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	12/12/2023	28	417.2
08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	12/12/2023	28	411.6
09	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	12/12/2023	28	406.7

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivadeneira Obitús
 Tec. Laboratorio USAT





FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	270.0
02	Concreto con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	268.3
03	Concreto con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	265.1
04	Concreto con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	285.1
05	Concreto con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	282.9
06	Concreto con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	295.6
07	Concreto con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	300.1
08	Concreto con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	314.6
09	Concreto con Reemplazo 75% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	311.1

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivadeneyra Obillus
 Tel: Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	14/11/2023	7	326.2
02	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	14/11/2023	7	318.3
03	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	14/11/2023	7	313.8
04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	21/11/2023	14	347.4
05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	21/11/2023	14	350.4
06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	21/11/2023	14	339.3
07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	5/12/2023	28	404.7
08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	5/12/2023	28	389.7
09	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	7/11/2023	5/12/2023	28	406.8

OBSERVACIONES :

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



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TAMBORA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosílice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	17/11/2023	7	343.2
02	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	17/11/2023	7	357.8
03	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	17/11/2023	7	349.3
04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	24/11/2023	14	372.1
05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	24/11/2023	14	379.1
06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	24/11/2023	14	379.2
07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	8/12/2023	28	411.7
08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	8/12/2023	28	413.2
09	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosílice	10/11/2023	8/12/2023	28	419.4

OBSERVACIONES :

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





FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25de Octubre del 2024

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 con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	21/11/2023	7	395.1
02	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	21/11/2023	7	407.0
03	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	21/11/2023	7	389.3
04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	28/11/2023	14	412.1
05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	28/11/2023	14	429.0
06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	28/11/2023	14	414.8
07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	12/12/2023	28	451.3
08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	12/12/2023	28	457.1
09	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	14/11/2023	12/12/2023	28	450.9

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivadeneira Obitús
 Tec. Laboratorio USAT





FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	247.8
02	Concreto con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	262.5
03	Concreto con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	3/11/2023	7	266.8
04	Concreto con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	284.1
05	Concreto con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	275.9
06	Concreto con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	10/11/2023	14	275.2
07	Concreto con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	304.0
08	Concreto con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	299.7
09	Concreto con Reemplazo 100% RCD	27/10/2023	24/11/2023	28	296.6

OBSERVACIONES :

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



Henry Rivudenebra Obliuas
 Tec. Laboratorio USAT



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	15/11/2023	7	311.3
02	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	15/11/2023	7	290.9
03	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	15/11/2023	7	292.0
04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	22/11/2023	14	324.5
05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	22/11/2023	14	318.9
06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	22/11/2023	14	323.0
07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	6/12/2023	28	343.7
08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	6/12/2023	28	351.5
09	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	8/11/2023	6/12/2023	28	337.9

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivudenebra Oblitus
 Téc. Laboratorio USAT




FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	16/11/2023	7	294.5
02	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	16/11/2023	7	295.0
03	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	16/11/2023	7	315.0
04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	23/11/2023	14	366.7
05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	23/11/2023	14	361.5
06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	23/11/2023	14	348.3
07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	7/12/2023	28	389.4
08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	7/12/2023	28	377.4
09	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	9/11/2023	7/12/2023	28	390.2

OBSERVACIONES :

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



[Signature]
Henry Rivasnegra Obliús
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú



FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Solis Araujo Carlos Daniel
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

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 con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	21/11/2023	7	353.7
02	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	21/11/2023	7	338.5
03	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	21/11/2023	7	339.0
04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	28/11/2023	14	376.8
05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	28/11/2023	14	376.1
06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	28/11/2023	14	378.0
07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	12/12/2023	28	390.3
08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	12/12/2023	28	392.5
09	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	14/11/2023	12/12/2023	28	402.8

OBSERVACIONES :

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



Anexo 16: E. Resist. Tracción



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



TESISTA: : Solís Araujo Carlos Daniel
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{2P}{3.1416 \times d \times h}$$

Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	Concreto Patrón	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	19363.8	27.4
CP-02	Concreto Patrón	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	19876.4	28.1
CP-03	Concreto Patrón	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	19038.6	26.9
CP-04	Concreto con adición 0.5% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	21182.7	30.0
CP-05	Concreto con adición 0.5% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	20945.3	29.6
CP-06	Concreto con adición 0.5% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	21548.8	30.5
CP-07	Concreto con adición 1% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	22946.8	32.5
CP-08	Concreto con adición 1% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	23293.1	33.0
CP-09	Concreto con adición 1% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	23254.8	32.9
CP-10	Concreto con adición 1.5% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	24864.8	35.2
CP-11	Concreto con adición 1.5% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	24932.3	35.3
CP-12	Concreto con adición 1.5% Nanosilíce	02/04/2024	30/04/2024	28	15	30	24745.5	35.0

OBSERVACIONES :

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



Henry
Rivadeneira
Obitias
Tec. Laboratorio
USAT



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



TESISTA: : Solis Araujo Carlos Daniel
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{2xP}{3.1416 \times d^2 \times h}$$

Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	Concreto con Reemplazo 50% RCD	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	18811.4	26.6
CP-02	Concreto con Reemplazo 50% RCD	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	18882.5	26.7
CP-03	Concreto con Reemplazo 50% RCD	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	18985.3	26.9
CP-04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	20416.2	28.9
CP-05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	20763.4	29.4
CP-06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	21486.9	30.4
CP-07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	22348.7	31.6
CP-08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	21634.8	30.6
CP-09	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	22684.2	32.1
CP-10	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	23827.3	33.7
CP-11	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	23774.6	33.6
CP-12	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosilíce	05/04/2024	03/05/2024	28	15	30	23483.2	33.2

OBSERVACIONES :

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



Henry Rivadenebra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





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



TESISTA: : Solís Araujo Carlos Daniel
UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{[2xP]}{[3.1416 \times d^2 \times h]}$$

Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	Concreto con Reemplazo 75% RCD	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	18495.6	26.17
CP-02	Concreto con Reemplazo 75% RCD	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	18438.2	26.08
CP-03	Concreto con Reemplazo 75% RCD	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	18223.8	25.78
CP-04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	22859.3	32.34
CP-05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	22772.6	32.22
CP-06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	22929.1	32.44
CP-07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	24941.9	35.29
CP-08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	25044.4	35.43
CP-09	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	25200.3	35.65
CP-10	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	26791.9	37.90
CP-11	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	26338.4	37.26
CP-12	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	09/04/2024	07/05/2024	28	15	30	26147.3	36.99

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivadeneira Obillos
 Tec. LABORATORIO USAT



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



TESISTA: : Solis Araujo Carlos Daniel
 UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil
 Proyecto : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto "
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 25 de Octubre del 2024

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{2xP}{3.1416 \times d^2 \times h}$$

Código	Identificación	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)
CP-01	Concreto con Reemplazo 100% RCD	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	17764.8	25.13
CP-02	Concreto con Reemplazo 100% RCD	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	17894.8	25.32
CP-03	Concreto con Reemplazo 100% RCD	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	17810.6	25.20
CP-04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	19854.3	28.09
CP-05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	20612.8	29.16
CP-06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	20712.7	29.30
CP-07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	21095.3	29.84
CP-08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	21567.2	30.51
CP-09	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	21768.9	30.80
CP-10	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	22815.8	32.28
CP-11	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	22547.1	31.90
CP-12	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	12/04/2024	10/05/2024	28	15	30	22704.6	32.12

OBSERVACIONES :

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




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Anexo 17: E. Resist. Flexión



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



Tesistas : Solís Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de presentación : Chiclayo, 25 de octubre del 2024
Norma : N.T.P. 399.078 - 2012
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	Concreto Patrón	23/04/2024	21/05/2024	2790	28	37.20	37.73
02	Concreto Patrón	23/04/2024	21/05/2024	2870	28	38.27	
03	Concreto con adición 0,5% Nanosilíce	23/04/2024	21/05/2024	3120	28	41.60	40.47
04	Concreto con adición 0,5% Nanosilíce	23/04/2024	21/05/2024	2950	28	39.33	
05	Concreto con adición 1% Nanosilíce	23/04/2024	21/05/2024	3130	28	41.73	42.60
06	Concreto con adición 1% Nanosilíce	23/04/2024	21/05/2024	3260	28	43.47	
07	Concreto con adición 1,5% Nanosilíce	23/04/2024	21/05/2024	3450	28	46.00	45.07
08	Concreto con adición 1,5% Nanosilíce	23/04/2024	21/05/2024	3310	28	44.13	

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI G004 : 1993)




 Henry Rivadeneira Obitús
 Tec. Laboratorio USAT




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



Tesistas : Solís Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de presentación : Chiclayo, 25 de octubre del 2024
Norma : N.T.P. 399.076 - 2012
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	Concreto con Reemplazo 50% RCD	23/04/2024	21/05/2024	2640	28	35.20	35.87
02	Concreto con Reemplazo 50% RCD	23/04/2024	21/05/2024	2740	28	36.53	
03	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	23/04/2024	21/05/2024	2910	28	38.80	38.20
04	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	23/04/2024	21/05/2024	2820	28	37.60	
05	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	23/04/2024	21/05/2024	3050	28	40.67	41.53
06	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice	23/04/2024	21/05/2024	3180	28	42.40	
07	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosilice	23/04/2024	21/05/2024	3260	28	43.47	44.27
08	Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosilice	23/04/2024	21/05/2024	3380	28	45.07	

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI G004 : 1993)



Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica
Calle San Agustín 1000



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



Tesistas : Solís Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de presentación : Chiclayo, 25 de octubre del 2024
Norma : N.T.P. 399.078 - 2012
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	Concreto con Reemplazo 75% RCD	25/04/2024	23/05/2024	2610	28	34.80	34.27
02	Concreto con Reemplazo 75% RCD	25/04/2024	23/05/2024	2530	28	33.73	
03	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	25/04/2024	23/05/2024	3090	28	41.20	40.73
04	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice	25/04/2024	23/05/2024	3020	28	40.27	
05	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosilice	25/04/2024	23/05/2024	3160	28	42.13	43.00
06	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosilice	25/04/2024	23/05/2024	3290	28	43.87	
07	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	25/04/2024	23/05/2024	3510	28	46.80	46.20
08	Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilice	25/04/2024	23/05/2024	3420	28	45.60	

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI G004 : 1993)



Henry Rivadeneira Obliuas
Tec. LABORATORIO USAT



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



Tesistas : Solís Araujo Carlos Daniel
Atención : Escuela de Ingeniería Civil
Proyecto : "Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilíce en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de presentación : Chiclayo, 25 de octubre del 2024
Norma : N.T.P. 399.078 - 2012
Título : Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Curado	Fecha de Ensayo	Carga (Kg)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	Concreto con Reemplazo 100% RCD	25/04/2024	23/05/2024	2320	28	30.93	30.40
02	Concreto con Reemplazo 100% RCD	25/04/2024	23/05/2024	2240	28	29.87	
03	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosilíce	25/04/2024	23/05/2024	2720	28	36.27	35.60
04	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosilíce	25/04/2024	23/05/2024	2620	28	34.93	
05	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	25/04/2024	23/05/2024	2860	28	38.13	38.93
06	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilíce	25/04/2024	23/05/2024	2980	28	39.73	
07	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	25/04/2024	23/05/2024	3190	28	42.53	41.80
08	Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosilíce	25/04/2024	23/05/2024	3080	28	41.07	

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI G004 : 1993)




 Henry Rivadeneyra Obiñas
 Ing. LABORATORIO USAT

Anexo 18: C. Autorización LEMS



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

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 05 de agosto del 2024

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.



AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al estudiante Carlos Daniel Solis Araujo identificado con DNI N° 72697081 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado “Influencia del reemplazo de agregado grueso por RCD y adición de nanosilice en las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas - NTP 334.094:2017
- Método de prueba para determinar la resistencia del concreto a la Penetración del ión cloruro - ASTM C1202-17

Atentamente:



LEMS W&C EIRL.
TÉCNICO DE LABORATORIO
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



Anexo 19: E. R. C. Penetración Ion cloruro



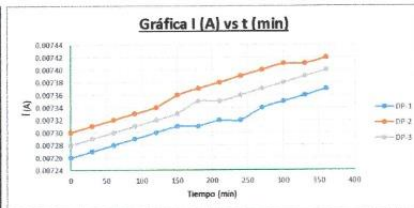
Prolongación Bolnesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@l@gmail.com

Certificado INDECOPIN°00137754 RNP Servicios 50009589

Solicitud de ensayo: 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de vaciado: Lunes, 22 de abril del 2024
Muestras: Lunes, 20 de abril del 2024
Ensayo: MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia: ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto: Convencional, f'c = 210kg/cm2- Cemento CEMEX
Edad: 28 días
Temperatura: 23 ± 2°C
Muestras: Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador: Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado: Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO									
PROBETA_DP 210	DIAMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	51.26	51.85	51.69	51.13
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	51.96	52.81	51.69	51.89
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	51.14	51.78	51.23	51.38

Registro de Datos				
Dato N°	t (30min)	DP-1	DP-2	DP-3
		ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00726	0.00728	0.00728
2	30	0.00727	0.00721	0.00729
3	60	0.00728	0.00732	0.00730
4	90	0.00729	0.00733	0.00731
5	120	0.00730	0.00734	0.00732
6	150	0.00731	0.00736	0.00733
7	180	0.00731	0.00737	0.00735
8	210	0.00732	0.00738	0.00735
9	240	0.00732	0.00739	0.00736
10	270	0.00734	0.00740	0.00737
11	300	0.00735	0.00741	0.00738
12	330	0.00736	0.00741	0.00739
13	360	0.00737	0.00742	0.00740



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	157.977
DP-2	159.084
DP-3	158.562
Opromedio (Coulombs)=	158.541

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
I₀ = Corriente (amperios), inmediatamente despues de aplicar la tension
I_t = Corriente (amperios), t minutos despues de aplicar la tension

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Q _s (coulombs)
DP-1	142.574
DP-2	143.573
DP-3	143.102
Opromedio (Coulombs)=	143.083

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra, de 95 mm de diámetro
Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra, de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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



LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
C.R. 346894

TÉCNICO DE LABORATORIO



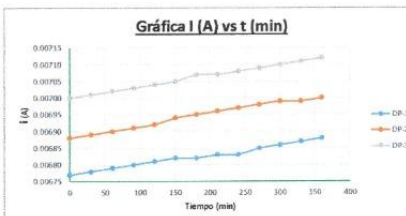
Prolongación Elognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswcoentl@gmail.com

Certificado INDECOPRI N°00137704 RNP Servicios S0900588

2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado: Lunes, 22 de abril del 2024
Fecha de ensayo: Viernes, 03 de mayo del 2024
Ensayo: MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia: ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto: Convencional, $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición 0.5% NANOSILICE- Cemento CEMEX
Edad: 28 días
Temperatura: $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Muestras: Probetas estandarizadas $D=4"$
Tipo de Sellador: Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado: Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_DP 210 +0.5%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR			
	D 1 (mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1 (mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
Muestra	100.00	100.00	100.00	100.00	51.31	51.10	51.14	51.18
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	52.01	52.06	51.74	51.94
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	51.19	51.83	51.28	51.43

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Data N°	t (min)	It (A)	It (A)	It (A)
1	0	0.00677	0.00688	0.00700
2	30	0.00678	0.00689	0.00701
3	60	0.00679	0.00690	0.00702
4	90	0.00680	0.00691	0.00703
5	120	0.00681	0.00692	0.00704
6	150	0.00682	0.00694	0.00705
7	180	0.00682	0.00695	0.00707
8	210	0.00683	0.00696	0.00707
9	240	0.00683	0.00697	0.00708
10	270	0.00685	0.00698	0.00709
11	300	0.00686	0.00699	0.00710
12	330	0.00687	0.00699	0.00711
13	360	0.00688	0.00700	0.00712



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	147.393
DP-2	150.012
DP-3	152.514
Opromedio (Coulombs)=	149.973

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_0 = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión.
 I_t = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión.

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Q ₉₅ (coulombs)
DP-1	133.022
DP-2	135.386
DP-3	137.644
Opromedio (Coulombs)=	135.351

$$Q_{95} = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Q₉₅ = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>800	ALTA
300 - 800	MODERADA
100 - 300	BAJA
10 - 100	MUY BAJA
<10	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.

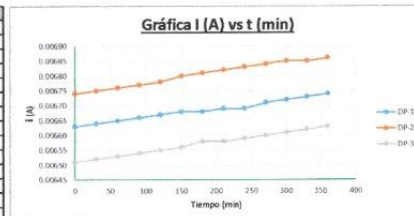
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL

TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de ensayo : 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado : Lunes, 22 de abril del 2024
Fecha de ensayo : Lunes, 06 de mayo del 2024
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
 ASTM C-1202-17
Referencia : Convencional, $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición 1% NANOSILICE- Cemento CEMEX
Mezcla de concreto :
Edad : 28 días
Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO								
PROBETA_DP 210 +1%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR			
Muestra	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	51.29	51.08	51.12	51.16
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	51.99	52.04	51.72	51.92
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	51.17	51.81	51.24	51.41

Registro de Datos				
Dato N°	t (30min)	DP-1	DP-2	DP-3
1	0	0.00663	0.00674	0.00651
2	30	0.00664	0.00675	0.00652
3	60	0.00665	0.00676	0.00653
4	90	0.00666	0.00677	0.00654
5	120	0.00667	0.00678	0.00655
6	150	0.00668	0.00680	0.00656
7	180	0.00668	0.00681	0.00658
8	210	0.00669	0.00682	0.00658
9	240	0.00669	0.00683	0.00659
10	270	0.00671	0.00684	0.00660
11	300	0.00672	0.00685	0.00661
12	330	0.00673	0.00685	0.00662
13	360	0.00674	0.00686	0.00663



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	144.369
DP-2	146.988
DP-3	141.93
Qpromedio (Coulombs)=	144.429

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_0 = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
 I_t = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	130.293
DP-2	132.657
DP-3	128.092
Qpromedio (Coulombs)=	130.347

$$Q_s = Q \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
VALORACION PROMEDIO	MUY BAJA

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



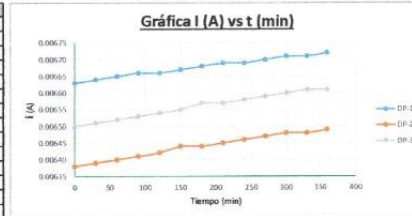
LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246994

Henry Rindeneyrú
 Ohilias
 Tec. LABORATORIO USAT

Solicitud de ensayo : 2204A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
 Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 22 de abril del 2024
 Fecha de ensayo : Martes, 07 de mayo del 2024
 Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
 Referencia : ASTM C-1202-17
 Mezcla de concreto : Convencional, $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con adición 1.5% NANOSILICE- Cemento CEMEX
 Edad : 28 días
 Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Muestras : Probetas estandarizadas $D=4"$
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO								
PROBETA_DP 210 +1.5%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR			
Muestra	D 1 (mm)	D 2(mm)	D 3 (mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	51.29	51.08	51.12	51.16
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	51.99	52.04	51.72	51.92
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	51.17	51.81	51.26	51.41

Registro de Datos				
Dato N°	t (30min)	DP-1 In (A)	DP-2 In (A)	DP-3 In (A)
1	0	0.00643	0.00638	0.00650
2	30	0.00644	0.00639	0.00651
3	60	0.00665	0.00640	0.00652
4	90	0.00666	0.00641	0.00653
5	120	0.00666	0.00642	0.00654
6	150	0.00667	0.00644	0.00655
7	180	0.00668	0.00644	0.00657
8	210	0.00669	0.00645	0.00657
9	240	0.00669	0.00646	0.00658
10	270	0.00670	0.00647	0.00659
11	300	0.00671	0.00648	0.00660
12	330	0.00671	0.00648	0.00661
13	360	0.00672	0.00649	0.00661



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	144.243
DP-2	139.095
DP-3	141.705
Opromedio (Coulombs)=	141.681

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_0 = Corriente (amperios), inmediatamente despues de aplicar la tensión
 I_t = Corriente (amperios), t minutos despues de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	130.179
DP-2	125.533
DP-3	127.889
Opromedio (Coulombs)=	127.867

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
> 800	ALTA
200 - 800	MODERADA
100 - 200	BAJA
10 - 100	MUY BAJA
< 10	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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

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

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIPR 246204

Henry Ruzdeneyra Obilitas
 Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Perú



Prologación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20489781334
Email: lemswyc@igmail.com

Solicitud de ensayo
Solicitante: 2204A-23/ LEMS W&C
CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO

Proyecto / Obra
INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RGD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque

Ubicación
Fecha de vaciado: Lunes, 22 de abril del 2024
Fecha de ensayo: Miércoles, 30 de abril del 2024

Ensayo
MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
CLORURO

Referencia
ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto: Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazo 50% RCD- Cemento CEMEX

Edad
28 días

Temperatura
23 ± 2°C

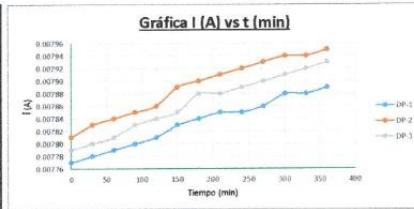
Muestras
Probetas estandarizadas D=4"

Tipo de Sellador
Silicona líquida en las caras laterales

Tipo de curado
Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_DP 210±50%RCD	DIÁMETRO				ESPESOR			
	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	50.16	50.05	50.29	50.17
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	50.26	50.31	50.39	50.32
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	50.24	50.28	50.33	50.35

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00777	0.00781	0.00779
2	30	0.00778	0.00783	0.00780
3	60	0.00779	0.00784	0.00781
4	90	0.0078	0.00785	0.00783
5	120	0.00781	0.00786	0.00784
6	150	0.00783	0.00789	0.00785
7	180	0.00784	0.00790	0.00788
8	210	0.00785	0.00791	0.00789
9	240	0.00785	0.00792	0.00789
10	270	0.00786	0.00793	0.00790
11	300	0.00788	0.00794	0.00791
12	330	0.00788	0.00794	0.00792
13	360	0.00789	0.00795	0.00793



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	169.2
DP-2	170.442
DP-3	169.866
Qpromedio (Coulombs)=	169.836

$$Q = 900(I_a + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
I_a = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
I_t = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Q _a (coulombs)
DP-1	152.703
DP-2	153.824
DP-3	153.304
Qpromedio (Coulombs)=	153.277

$$Q_a = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Q_a = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
<400	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

LEMS W&C E.I.R.L.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C E.I.R.L.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246694

Henty Rivadeneira Oblitas
USAT
Universidad Católica



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20489781334
Email: lemw@ceoil@gmail.com

Solicitante: 2204A-23/ LEMS W&C
CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO

Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO

Ubicación: Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado: Lunes, 22 de abril del 2024

Fecha de ensayo: Miércoles, 06 de mayo del 2024

Ensayo: MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO

Referencia: ASTM C-1202-17

Mezcla de concreto: Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazo 50% RCD y adición 0.5% NANOSILICE- Cemento CEMEX

Edad: 28 días

Temperatura: 23 ± 2°C

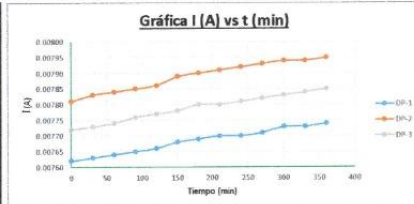
Muestras: Probetas estandarizadas D=4"

Tipo de Sellador: Silicona líquida en las caras laterales

Tipo de curado: Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA 210 + 50% RCD + 0.5%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	50.21	50.10	50.34	50.22	50.22
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	50.31	50.36	50.44	50.37	50.37
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	50.29	50.33	50.58	50.40	50.40

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00762	0.00781	0.00772
2	30	0.00763	0.00783	0.00773
3	60	0.00764	0.00784	0.00774
4	90	0.00765	0.00785	0.00776
5	120	0.00766	0.00786	0.00777
6	150	0.00768	0.00789	0.00778
7	180	0.00769	0.00790	0.00780
8	210	0.0077	0.00791	0.00780
9	240	0.0077	0.00792	0.00781
10	270	0.00771	0.00793	0.00782
11	300	0.00773	0.00794	0.00783
12	330	0.00773	0.00794	0.00784
13	360	0.00774	0.00795	0.00785



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulomb)
DP-1	165.96
DP-2	170.442
DP-3	168.237
Opromedio (Coulomb)=	168.213

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
I_t = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
I = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Q _s (coulomb)
DP-1	149.779
DP-2	153.824
DP-3	151.834
Opromedio (Coulomb)=	151.812

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

LEMS W&C E.I.R.L.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

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

LEMS W&C E.I.R.L./USAT
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 240994

Henry Rivadeneira
Oñilas
Téc. Laboratorio
USAT Universidad Católica del Perú



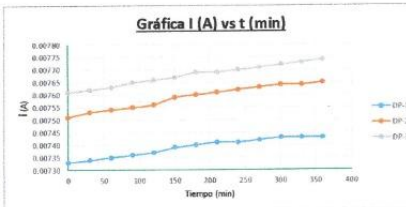
Prologación Bolognesi Km 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@eirl.com

Certificado INDECOPI N° 0013704 RNP Servicios S0609569

2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado : Lunes, 22 de abril del 2024
Fecha de ensayo : Jueves, 09 de mayo del 2024
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia : ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto : Convencional, $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ con reemplazo 50% RCD y adición 1% NANOSILICE- Cemento CEMEX
Edad : 28 días
Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_210 + 50% RCD + 1% NNS	DIÁMETRO				ESPESOR			
	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	50.26	50.15	50.39	50.27
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	50.36	50.41	50.49	50.42
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	50.34	50.38	50.63	50.45

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00733	0.00751	0.00761
2	30	0.00734	0.00753	0.00762
3	60	0.00735	0.00754	0.00763
4	90	0.00736	0.00755	0.00765
5	120	0.00737	0.00756	0.00766
6	150	0.00739	0.00759	0.00767
7	180	0.0074	0.00760	0.00769
8	210	0.00741	0.00761	0.00769
9	240	0.00743	0.00762	0.00770
10	270	0.00742	0.00763	0.00771
11	300	0.00743	0.00764	0.00772
12	330	0.00743	0.00764	0.00773
13	360	0.00743	0.00765	0.00774



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	159.642
DP-2	163.962
DP-3	165.861
Opromedio (Coulombs)=	163.155

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_0 - Corriente (amperios), inmediatamente despues de aplicar la tension
 I_t - Corriente (amperios), t minutos despues de aplicar la tension

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	144.077
DP-2	147.976
DP-3	149.690
Opromedio (Coulombs)=	147.247

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}}\right)^2$$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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: 248504

Henry Obilias
 Tec. Labor. USAT





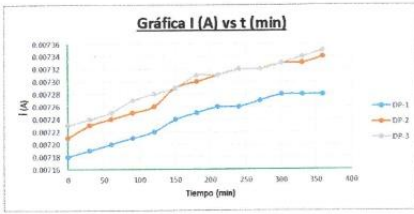
Prolongación Biologuero Km. 3.5
Chidayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceird@gmail.com

Certificado NDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0000509

Solicitud de ensayo : 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado : Lunes, 22 de abril del 2024
Fecha de ensayo : Viernes, 10 de mayo del 2024
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia : ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto : Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% NANOSILICE- Cemento CEMEX
Edad : 28 días
Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_210 + 50%RCD + 1.5%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2 (mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	106.00	106.00	100.00	50.31	50.29	50.44	50.32	
DP-2	100.00	106.00	106.00	100.00	50.41	50.46	50.54	50.47	
DP-3	100.00	106.00	106.00	100.00	50.39	50.43	50.68	50.50	

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	I_n (A)	I_n (A)	I_n (A)
1	0	0.00718	0.00721	0.00723
2	30	0.00719	0.00723	0.00724
3	60	0.0072	0.00724	0.00725
4	90	0.00721	0.00725	0.00727
5	120	0.00722	0.00726	0.00728
6	150	0.00724	0.00729	0.00729
7	180	0.00725	0.00730	0.00731
8	210	0.00726	0.00731	0.00731
9	240	0.00726	0.00732	0.00732
10	270	0.00727	0.00732	0.00732
11	300	0.00728	0.00733	0.00733
12	330	0.00728	0.00733	0.00734
13	360	0.00728	0.00734	0.00735



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	156.402
DP-2	157.419
DP-3	157.59
Q promedio (Coulombs)=	157.137

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_n = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
 I_n = Corriente (amperios), n minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	141.153
DP-2	142.071
DP-3	142.225
Q promedio (Coulombs)=	141.816

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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: 240994

Miguel Ángel Ruiz Perales
 Obislas
 Tec. Labor 08076
 USAT



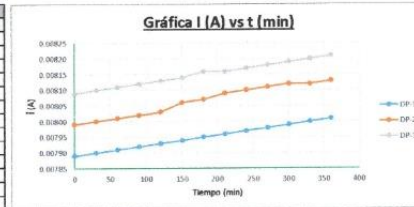
Prolongación Biológica Km. 3.5
Chidayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@eidl@gmail.com

Solicitante de ensayo
Solicitante
Proyecto / Obra
Ubicación
Fecha de vaciado
Fecha de ensayo
Ensayo
Referencia
Mezcla de concreto
Edad
Temperatura
Muestras
Tipo de Sellador
Tipo de curado

2204A-23/ LEMS W&C
CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Lunes, 22 de abril del 2024
Miércoles, 01 de mayo del 2024
MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
ASTM C-1202-17
Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazo 75% RCD- Cemento CEMEX
28 días
 $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Probetas estandarizadas D=4"
Silicona líquida en las caras laterales
Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_DP 210-75%RCD	DIAMETRO				ESPESOR			
	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
Muestras	100.00	100.00	100.00	100.00	51.25	50.85	50.09	50.46
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	50.26	50.61	50.39	50.42
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	50.14	50.48	50.83	50.48

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00789	0.00799	0.00809
2	30	0.00790	0.00800	0.00810
3	60	0.00791	0.00801	0.00811
4	90	0.00792	0.00802	0.00812
5	120	0.00793	0.00803	0.00813
6	150	0.00794	0.00804	0.00814
7	180	0.00795	0.00805	0.00815
8	210	0.00796	0.00806	0.00816
9	240	0.00797	0.00807	0.00817
10	270	0.00798	0.00808	0.00818
11	300	0.00799	0.00809	0.00819
12	330	0.00800	0.00810	0.00820
13	360	0.00801	0.00811	0.00821



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	171.72
DP-2	174.222
DP-3	176.058
Qpromedio (Coulombs)=	174

$$Q = 900(I_1 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
I_t = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
I_{t'} = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	154.977
DP-2	157.235
DP-3	158.892
Qpromedio (Coulombs)=	157.035

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}}\right)^2$$

Donde: Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>400	ALTA
200 - 400	MODERADA
100 - 200	BAJA*
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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: 246994

Henny Rivas Obillos
Tec. Laboratorio USAT



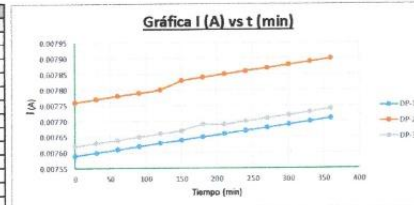
Prologación Biológica Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@lemswyc.com

Certificado INDECOP N°00137374 RNP Servicios 50608589

Solicitud de ensayo : 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ubicación :
Fecha de vaciado : Lunes, 22 de abril del 2024
Fecha de ensayo : Lunes, 13 de mayo del 2024
Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia : ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto : Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazo 75% RCD y adición 0.5% NANOSILICE- Cemento CEMEX
Edad : 28 días
Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
Muestras : Probetas estandarizadas $D=4"$
Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA 210 + 75%RCD + 0.5%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR			
	D 1(mm)	D 2mm	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	51.30	50.10	50.14	50.51
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	50.31	50.65	50.44	50.47
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	50.19	50.53	50.38	50.53

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00759	0.00776	0.00762
2	30	0.00760	0.00777	0.00763
3	60	0.00761	0.00778	0.00764
4	90	0.00762	0.00779	0.00765
5	120	0.00763	0.00780	0.00766
6	150	0.00764	0.00783	0.00767
7	180	0.00765	0.00784	0.00769
8	210	0.00766	0.00785	0.00769
9	240	0.00767	0.00786	0.00770
10	270	0.00768	0.00787	0.00771
11	300	0.00769	0.00788	0.00772
12	330	0.00770	0.00789	0.00773
13	360	0.00771	0.00790	0.00774



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	165.24
DP-2	169.182
DP-3	165.906
Qpromedio (Coulombs)=	166.776

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_x - Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
 I_t - Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	149.129
DP-2	152.687
DP-3	149.730
Qpromedio (Coulombs)=	150.515

$$Q_s = Q \left(\frac{v_s}{v_{prom}} \right)^2$$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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



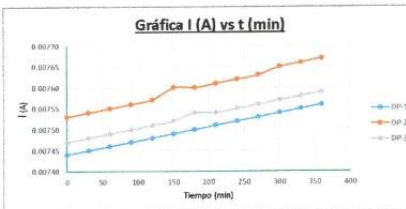
LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

Ribudeneira Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

Solicitud de ensayo : 2204A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
 Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chelajo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 22 de abril del 2024
 Fecha de ensayo : Miércoles, 14 de mayo del 2024
 Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
 Referencia : ASTM C-1202-17
 Mezcla de concreto : Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazo 75% RCD y adición 1% NANOSILICE- Cemento CEMEX
 Edad : 28 días
 Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Muestras : Probetas estandarizadas $D=4"$
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA, 210 + 75%RCD + 1%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1		100.00	100.00	100.00	100.00	51.35	50.15	50.19	50.56
DP-2		100.00	100.00	100.00	100.00	50.36	50.71	50.49	50.52
DP-3		100.00	100.00	100.00	100.00	50.24	50.58	50.93	50.58

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	Is (A)	Is (A)	Is (A)
1	0	0.00744	0.00753	0.00747
2	30	0.00745	0.00754	0.00748
3	60	0.00746	0.00755	0.00749
4	90	0.00747	0.00756	0.00750
5	120	0.00748	0.00757	0.00751
6	150	0.00749	0.00758	0.00752
7	180	0.00750	0.00759	0.00753
8	210	0.00751	0.00761	0.00754
9	240	0.00752	0.00762	0.00755
10	270	0.00753	0.00763	0.00756
11	300	0.00754	0.00765	0.00757
12	330	0.00755	0.00766	0.00758
13	360	0.00756	0.00767	0.00759



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	162
DP-2	164.142
DP-3	162.666
Qpromedio (Coulombs)=	162.936

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_0 = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
 I_t = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	146.205
DP-2	148.138
DP-3	146.806
Qpromedio (Coulombs)=	147.050

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA



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 Rivadeneiro Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica del Perú

Solicitud de ensayo : **2204A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : **CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO**

Proyecto / Obra : **INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO**

Ubicación : **Dist. Pimentel Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**

Fecha de vaciado : **Lunes, 22 de abril del 2024**

Ensayo : **Miércoles, 16 de mayo del 2024**

Referencia : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO**

Mezcla de concreto : **ASTM C-1202-17**

Edad : **Convencional, $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ con reemplazo 75% RCD y adición 1.5% NANOSILICE- Cemento CEMEX**

Temperatura : **28 días**

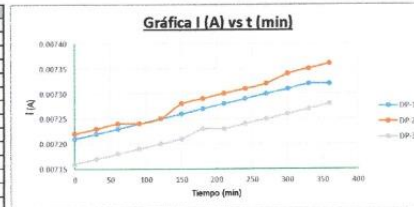
Muestras : **$23 \pm 2^\circ\text{C}$**

Tipo de Sellador : **Probetas estandarizadas $D=4"$**

Tipo de curado : **Silicona líquida en las caras laterales**
Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_210 + 75%RCD + 1.5%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	51.49	50.29	50.14	50.61	50.61
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	50.41	50.76	50.54	50.57	50.57
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	50.29	50.63	50.98	50.63	50.63

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	Is (A)	Is (A)	Is (A)
1	0	0.00721	0.00722	0.00716
2	30	0.00722	0.00723	0.00717
3	60	0.00723	0.00724	0.00718
4	90	0.00724	0.00724	0.00719
5	120	0.00725	0.00725	0.00720
6	150	0.00726	0.00728	0.00721
7	180	0.00727	0.00729	0.00723
8	210	0.00729	0.00730	0.00723
9	240	0.00729	0.00731	0.00724
10	270	0.00730	0.00732	0.00725
11	300	0.00731	0.00734	0.00726
12	330	0.00732	0.00735	0.00727
13	360	0.00732	0.00736	0.00728



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	157.023
DP-2	157.392
DP-3	155.97
Opromedio (Coulombs)=	156.795

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_0 = Corriente (amperios), inmediatamente despues de aplicar la tensión
 I_t = Corriente (amperios), t minutos despues de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	141.713
DP-2	142.046
DP-3	140.763
Opromedio (Coulombs)=	141.507

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}}\right)^2$$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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



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

Henry Rivadeneira Obillas
 Tec. Laboratorio USAT



Prologación Biologrami Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@r@gmail.com

Certificado INDECOPIN 0013734 RNP Servicio 5900969

Solicitud de ensayo : **2204A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : **CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO**

Proyecto / Obra : **INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**
Fecha de vaciado : **Lunes, 22 de abril del 2024**
Fecha de ensayo : **Jueves, 02 de mayo del 2024**
Ensayo : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO**

Referencia : **ASTM C-1202-17**
Mezcla de concreto : **Convencional, $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ con reemplazo 100% RCD-Cemento CEMEX**
Edad : **28 días**
Temperatura : **$23 \pm 2^\circ\text{C}$**
Muestras : **Probetas estandarizadas $D=4"$**
Tipo de Sellador : **Silicona líquida en las caras laterales**
Tipo de curado : **Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio**

PROBETA_DP 210+100%RCD	DIÁMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	50.26	50.05	50.09	50.13
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	50.96	50.21	50.39	50.52
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	51.14	50.48	50.83	50.82

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00851	0.00867	0.00885
2	30	0.00852	0.00868	0.00886
3	60	0.00853	0.00869	0.00887
4	90	0.00854	0.00873	0.00888
5	120	0.00855	0.00874	0.00889
6	150	0.00856	0.00874	0.00890
7	180	0.00856	0.00875	0.00891
8	210	0.00857	0.00876	0.00894
9	240	0.00857	0.00877	0.00895
10	270	0.00858	0.00877	0.00896
11	300	0.00858	0.00878	0.00897
12	330	0.00859	0.00878	0.00898
13	360	0.00860	0.00879	0.00899



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	184.869
DP-2	188.856
DP-3	192.654
Qpromedio (Coulombs)=	188.793

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
I_t = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
I_t = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	166.844
DP-2	170.443
DP-3	173.870
Qpromedio (Coulombs)=	170.386

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}}\right)^2$$

Donde: Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de D_{prom} de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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: 245994

Henry Rivas Obilias
Tec. Laboratorio USAT

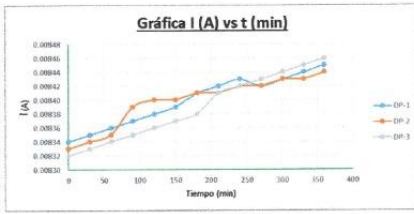
Solicitud de ensayo
 Solicitante
 Proyecto / Obra
 Ubicación
 Fecha de vaciado
 Fecha de ensayo
 Ensayo
 Referencia
 Mezcla de concreto
 Edad
 Temperatura
 Muestras
 Tipo de Sellador
 Tipo de curado

2204A-23/ LEMS W&C
 CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO

INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Lunes, 22 de abril del 2024
 Jueves, 16 de mayo del 2024
 MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
 ASTM C-1202-17
 Convencional, $F_c = 210\text{kg/cm}^2$ con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% NANOSILICE- Cemento CEMEX
 28 días
 $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Probetas estandarizadas $D=4"$
 Silicona líquida en las caras laterales
 Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_210 + 100% RCD + 0.5% NNS	DIÁMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	50.31	50.10	50.14	50.18	
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	51.01	50.36	50.44	50.57	
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	51.19	50.53	50.88	50.87	

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00534	0.00533	0.00532
2	30	0.00535	0.00534	0.00533
3	60	0.00536	0.00535	0.00534
4	90	0.00537	0.00539	0.00535
5	120	0.00538	0.0054	0.00536
6	150	0.00539	0.0054	0.00537
7	180	0.00541	0.00541	0.00538
8	210	0.00542	0.00541	0.00541
9	240	0.00543	0.00542	0.00542
10	270	0.00542	0.00542	0.00543
11	300	0.00543	0.00543	0.00544
12	330	0.00544	0.00543	0.00545
13	360	0.00545	0.00544	0.00546



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	181.431
DP-2	181.413
DP-3	181.206
Opromedio (Coulombs)=	181.35

$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
 I_0 - Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
 I_t - Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	163.741
DP-2	163.725
DP-3	163.538
Opromedio (Coulombs)=	163.668

$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}} \right)^2$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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

USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y CEMENTOS DE PORTLAND
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246904

Solicitud de ensayo
 Solicitante: **2204A-23/ LEMS W&C**
 CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO

Proyecto / Obra
 INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
 Dist. Fimientel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado
 Lunes, 22 de abril del 2024

Fecha de ensayo
 Viernes, 17 de mayo del 2024

Ensayo
 MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO

Referencia
 ASTM C-1202-17

Mezcla de concreto
 Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazo 100% RCD y adición 1% NANOSILICE- Cemento CEMEX

Edad
 28 días

Temperatura
 $23 \pm 2^\circ\text{C}$

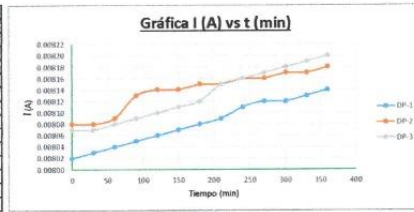
Muestras
 Probetas estandarizadas $D=4"$

Tipo de Sellador
 Silicona líquida en las caras laterales

Tipo de curado
 Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_ 210 + 100% RCD + 1%NNS	DIÁMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	50.35	50.15	50.19	50.23	50.23
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	51.06	50.31	50.49	50.62	50.62
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	51.24	50.58	50.93	50.92	50.92

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (3min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00902	0.00908	0.00907
2	30	0.00903	0.00908	0.00907
3	60	0.00904	0.00909	0.00908
4	90	0.00905	0.00913	0.00909
5	120	0.00906	0.00914	0.00910
6	150	0.00907	0.00914	0.00911
7	180	0.00908	0.00915	0.00912
8	210	0.00909	0.00915	0.00915
9	240	0.00911	0.00916	0.00916
10	270	0.00912	0.00916	0.00917
11	300	0.00912	0.00917	0.00918
12	330	0.00913	0.00917	0.00919
13	360	0.00914	0.00918	0.00920



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	174.564
DP-2	175.806
DP-3	175.599
Q promedio (Coulombs)=	175.323

$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$

Donde:
 Q = Carga pasada (coulombs)
 I_t = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
 I_t = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Q _s (coulombs)
DP-1	157.544
DP-2	158.665
DP-3	158.478
Q promedio (Coulombs)=	158.229

$Q_s = Q \times \left(\frac{d_s}{d_{prom}} \right)^2$

Donde:
 Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
<4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

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

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

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246894

USAT
 Universidad Católica del Perú
 Instituto de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico



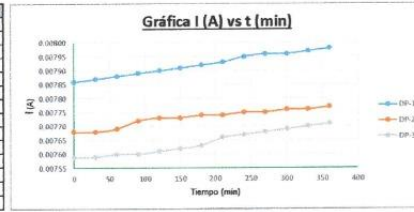
Prologación Biologos Km. 3.5
Chelavoy - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@l@gmail.com

Solicitante de ensayo
Solicitante
Proyecto / Obra
Ubicación
Fecha de vaciado
Fecha de ensayo
Ensayo
Referencia
Mezcla de concreto
Edad
Temperatura
Muestras
Tipo de Sellador
Tipo de curado

2204A-23/ LEMS W&C
CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Lunes, 22 de abril del 2024
Lunes, 20 de mayo del 2024
MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
ASTM C-1202-17
Convencional, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con reemplazo 100% RCD y adición 1.5% NANOSILICE- Cemento CEMEX
28 días
23 ± 2°C
Probetas estandarizadas D=4"
Silicona líquida en las caras laterales
Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_210 + 100% RCD + 1.5% NNS	DIÁMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.00	100.00	100.00	100.00	58.41	58.20	58.24	58.28	58.67
DP-2	100.00	100.00	100.00	100.00	51.11	50.36	50.54	50.67	50.97
DP-3	100.00	100.00	100.00	100.00	51.29	50.63	50.98	50.97	50.97

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato Nº	t (30min)	ln (A)	ln (A)	ln (A)
1	0	0.00786	0.00768	0.00759
2	30	0.00777	0.00768	0.00759
3	60	0.00788	0.00769	0.00760
4	90	0.00789	0.00772	0.00760
5	120	0.0079	0.00773	0.00761
6	150	0.00791	0.00773	0.00762
7	180	0.00792	0.00774	0.00763
8	210	0.00793	0.00774	0.00764
9	240	0.00795	0.00775	0.00767
10	270	0.00796	0.00775	0.00768
11	300	0.00796	0.00776	0.00769
12	330	0.00797	0.00776	0.00770
13	360	0.00798	0.00777	0.00771



DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	171.108
DP-2	166.995
DP-3	165.06
Qpromedio (Coulombs)	167.721

$Q = 900(I_2 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)
I_t = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión
I_t = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Q _s (coulombs)
DP-1	154.425
DP-2	150.713
DP-3	148.967
Qpromedio (Coulombs)	151.368

$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}}\right)^2$

Donde: Q_s = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro
Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de D_{prom} de diámetro

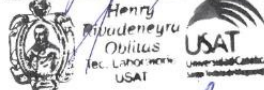
COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA



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



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

Anexo 20: C.L. en morteros de C. portland expuestos a S. Sulfatadas



LEMS W&C EIRL

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

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto Patrón; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO PATRON

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	10.107	10.183	8.712
Semana 1	10.188	10.223	8.782
Semana 2	10.277	10.294	8.818
Semana 3	10.380	10.375	8.906
Semana 4	10.436	10.498	9.040
Semana 8	10.509	10.571	9.113
Semana 13	10.550	10.612	9.154
Semana 15	10.584	10.646	9.188
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	7.360	7.436	5.965
Semana 1	7.441	7.476	6.035
Semana 2	7.530	7.547	6.071
Semana 3	7.633	7.628	6.159
Semana 4	7.689	7.751	6.293
Semana 8	7.762	7.824	6.366
Semana 13	7.803	7.865	6.407
Semana 15	7.837	7.899	6.441
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO PATRON

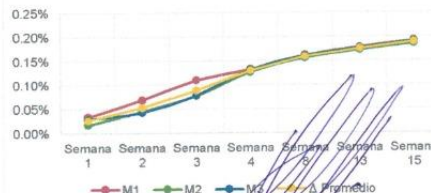
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.02%	0.03%	0.025%
Semana 2	0.07%	0.04%	0.04%	0.052%
Semana 3	0.11%	0.08%	0.08%	0.088%
Semana 4	0.16%	0.13%	0.13%	0.130%
Semana 8	0.18%	0.16%	0.16%	0.159%
Semana 13	0.18%	0.17%	0.18%	0.175%
Semana 15	0.19%	0.19%	0.19%	0.189%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{L_x - L_i}{L_g} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRÓN



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: 246894

Henry Rindoneya Obilias
 Ing. Civil
USAT
 Universidad Católica del Perú

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto con adición 0.5% Nanosilice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 0.5%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	9.554	10.368	10.525
Semana 1	9.630	10.427	10.591
Semana 2	9.649	10.451	10.671
Semana 3	9.745	10.531	10.734
Semana 4	9.891	10.689	10.798
Semana 8	9.964	10.762	10.871
Semana 13	10.005	10.803	10.912
Semana 15	10.039	10.837	10.946
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.807	7.621	7.778
Semana 1	6.883	7.680	7.844
Semana 2	6.902	7.704	7.924
Semana 3	6.998	7.784	7.987
Semana 4	7.144	7.942	8.051
Semana 8	7.217	8.015	8.124
Semana 13	7.258	8.056	8.165
Semana 15	7.292	8.090	8.199
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 0.5%NNS

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.02%	0.03%	0.027%
Semana 2	0.04%	0.03%	0.06%	0.043%
Semana 3	0.08%	0.07%	0.08%	0.075%
Semana 4	0.13%	0.13%	0.11%	0.124%
Semana 8	0.16%	0.16%	0.14%	0.153%
Semana 13	0.18%	0.17%	0.15%	0.170%
Semana 15	0.19%	0.19%	0.17%	0.183%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

USAT

ΔL: Cambio de longitud a la edad x %
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 Lr: Lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 0.5%NNS



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: 246044

Henry Rivadeneira
 Oñillas
 Tec. Labor 200110
 USAT
 Universidad Católica
 Lima

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto con adición 1% Nanosílice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 1%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	8.961	8.985	9.425
Semana 1	9.028	9.057	9.500
Semana 2	9.083	9.093	9.550
Semana 3	9.118	9.154	9.600
Semana 4	9.255	9.291	9.744
Semana 8	9.328	9.364	9.817
Semana 13	9.369	9.405	9.858
Semana 15	9.403	9.439	9.892
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.214	6.238	6.678
Semana 1	6.281	6.310	6.753
Semana 2	6.336	6.346	6.803
Semana 3	6.371	6.407	6.853
Semana 4	6.508	6.544	6.997
Semana 8	6.581	6.617	7.07
Semana 13	6.622	6.658	7.111
Semana 15	6.656	6.692	7.145
Longitud nominal del	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 1%NNS

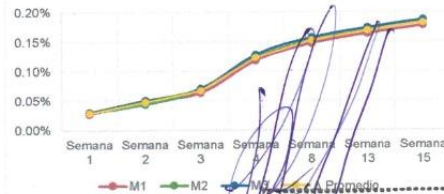
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.029%
Semana 2	0.05%	0.04%	0.05%	0.047%
Semana 3	0.06%	0.07%	0.07%	0.067%
Semana 4	0.12%	0.12%	0.13%	0.123%
Semana 8	0.15%	0.15%	0.16%	0.152%
Semana 13	0.16%	0.17%	0.17%	0.168%
Semana 15	0.18%	0.18%	0.19%	0.182%

Cambio de longitud



ΔL: Cambio de longitud a la edad x %
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 Lr: Lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 1%NNS



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

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

Henry Rivas
 Obispo
 Tec. LABORATORIO
 USAT
 Universidad Católica
 Santo Domingo

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo: Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo: Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo: CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia: NTP 334.094
Muestras: Concreto con adición 1.5% Nanosilice, CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad: 28 días
Tipo de curado: Curado en pozas de agua
Solución: Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos: Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 1.5%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	9.380	8.996	9.943
Semana 1	9.419	9.049	10.023
Semana 2	9.455	9.068	10.098
Semana 3	9.553	9.139	10.187
Semana 4	9.676	9.276	10.249
Semana 8	9.749	9.349	10.322
Semana 13	9.790	9.390	10.363
Semana 15	9.824	9.424	10.397
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.633	6.249	7.196
Semana 1	6.672	6.302	7.276
Semana 2	6.708	6.321	7.351
Semana 3	6.806	6.392	7.440
Semana 4	6.929	6.529	7.502
Semana 8	7.002	6.602	7.575
Semana 13	7.043	6.643	7.616
Semana 15	7.077	6.677	7.65
Longitud nominal del	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 1.5%NNS

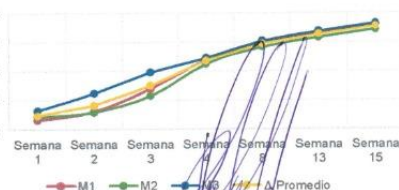
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.02%	0.02%	0.03%	0.023%
Semana 2	0.03%	0.03%	0.06%	0.040%
Semana 3	0.07%	0.06%	0.10%	0.075%
Semana 4	0.12%	0.11%	0.12%	0.118%
Semana 8	0.15%	0.14%	0.15%	0.147%
Semana 13	0.16%	0.16%	0.17%	0.163%
Semana 15	0.18%	0.17%	0.18%	0.177%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - L_l}{L_l} \cdot 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 L_l: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 1.5%NNS



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

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PÉRALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 24694

USAT
 Henry Rivaquenegra
 Obilias
 Tec. L. Olaya Aguilera
 USAT

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto con Reemplazo 50% RCD; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 50%RCD

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	10.431	9.607	8.668
Semana 1	10.514	9.694	8.717
Semana 2	10.610	9.716	8.789
Semana 3	10.690	9.873	8.847
Semana 4	10.727	9.920	9.108
Semana 8	10.800	9.993	9.181
Semana 13	10.841	10.034	9.222
Semana 15	10.875	10.068	9.256
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	7.684	6.86	5.921
Semana 1	7.767	6.947	5.970
Semana 2	7.863	6.969	6.042
Semana 3	7.943	7.126	6.1
Semana 4	7.98	7.173	6.361
Semana 8	8.053	7.246	6.434
Semana 13	8.094	7.287	6.475
Semana 15	8.128	7.321	6.509
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 50%RCD

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.02%	0.029%
Semana 2	0.07%	0.04%	0.05%	0.055%
Semana 3	0.10%	0.11%	0.07%	0.094%
Semana 4	0.12%	0.13%	0.18%	0.140%
Semana 8	0.15%	0.15%	0.21%	0.169%
Semana 13	0.16%	0.17%	0.22%	0.185%
Semana 15	0.18%	0.18%	0.24%	0.199%

Cambio de longitud $\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 Lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen a la edad de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 50%RCD



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 Rivadeneira Obillos
 Tec. Laboratorio USAT

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 0.5% Nanosílice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 50%RCD+0.5%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	9.765	9.245	8.760
Semana 1	9.843	9.319	8.830
Semana 2	9.959	9.486	8.927
Semana 3	10.158	9.579	9.095
Semana 4	10.207	9.650	9.228
Semana 8	10.280	9.723	9.301
Semana 13	10.321	9.764	9.342
Semana 15	10.355	9.798	9.376
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	7.018	6.498	6.013
Semana 1	7.096	6.572	6.083
Semana 2	7.212	6.739	6.180
Semana 3	7.411	6.832	6.348
Semana 4	7.46	6.903	6.481
Semana 8	7.533	6.976	6.554
Semana 13	7.574	7.017	6.595
Semana 15	7.608	7.051	6.629
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 50%RCD+0.5%NNS

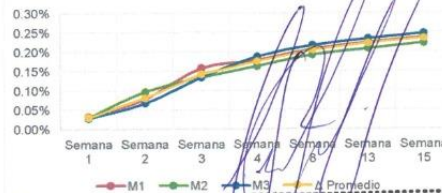
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.030%
Semana 2	0.08%	0.10%	0.07%	0.080%
Semana 3	0.16%	0.13%	0.13%	0.142%
Semana 4	0.18%	0.16%	0.19%	0.175%
Semana 8	0.21%	0.19%	0.22%	0.205%
Semana 13	0.22%	0.21%	0.23%	0.221%
Semana 15	0.24%	0.22%	0.25%	0.235%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \cdot 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 x_lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 50%RCD+0.5%NNS



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

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

Henry Rivasnegra Obillos
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica del Perú

Solicitud de ensayo: 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo: Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo: Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo: CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia: NTP 334.094
Muestras: Concreto con reemplazo 50% RCD y adición de 1% Nanosilice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad: 28 días
Tipo de curado: Curado en pozas de agua
Solución: Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos: Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 50%RCD+1%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	9.114	10.743	9.684
Semana 1	9.187	10.829	9.761
Semana 2	9.229	10.931	9.824
Semana 3	9.311	11.108	9.961
Semana 4	9.470	11.191	10.059
Semana 8	9.543	11.264	10.132
Semana 13	9.584	11.305	10.173
Semana 15	9.618	11.339	10.207
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.367	7.996	6.937
Semana 1	6.44	8.082	7.014
Semana 2	6.482	8.184	7.077
Semana 3	6.564	8.361	7.214
Semana 4	6.723	8.444	7.312
Semana 8	6.796	8.517	7.385
Semana 13	6.837	8.558	7.426
Semana 15	6.871	8.592	7.46
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 50%RCD+1%NNS

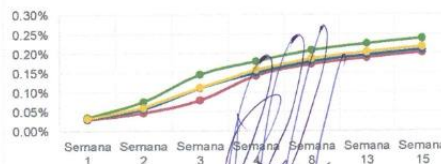
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.031%
Semana 2	0.05%	0.08%	0.06%	0.059%
Semana 3	0.08%	0.15%	0.11%	0.112%
Semana 4	0.14%	0.18%	0.15%	0.157%
Semana 8	0.17%	0.21%	0.18%	0.186%
Semana 13	0.19%	0.22%	0.20%	0.203%
Semana 15	0.20%	0.24%	0.21%	0.216%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \cdot 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 x_lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 50%RCD+1%NNS



LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246994

Henry Rivadeneira Obillos
 Tec. Laboratorio
 USAT


Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto con reemplazo 50% RCD y adición 1.5% Nanosílice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 50%RCD+1.5%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	9.220	9.409	9.494
Semana 1	9.294	9.494	9.570
Semana 2	9.360	9.501	9.620
Semana 3	9.423	9.626	9.716
Semana 4	9.535	9.770	9.841
Semana 8	9.608	9.843	9.914
Semana 13	9.649	9.884	9.955
Semana 15	9.683	9.918	9.989
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.473	6.662	6.747
Semana 1	6.547	6.747	6.823
Semana 2	6.613	6.754	6.873
Semana 3	6.676	6.879	6.969
Semana 4	6.788	7.023	7.094
Semana 8	6.861	7.096	7.167
Semana 13	6.902	7.137	7.208
Semana 15	6.936	7.171	7.242
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 50%RCD+1.5%NNS

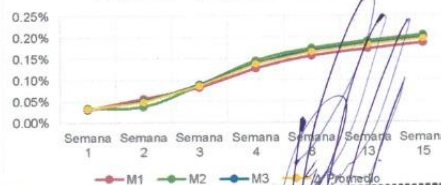
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.031%
Semana 2	0.06%	0.04%	0.05%	0.048%
Semana 3	0.08%	0.09%	0.09%	0.086%
Semana 4	0.13%	0.14%	0.14%	0.136%
Semana 8	0.16%	0.17%	0.17%	0.166%
Semana 13	0.19%	0.19%	0.18%	0.182%
Semana 15	0.19%	0.20%	0.20%	0.196%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{L_t - L_i}{L_i} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 Lr: Lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 50%RCD+1.5%NNS



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: 240504

Henry Riquelme
 Oblitas
 Tec. L. 1800 20010
 USAT
 Universidad Católica
 Cuzco, Perú

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PORPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto con Reemplazo 75% RCD; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 75%RCD

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	9.669	10.462	9.303
Semana 1	9.739	10.546	9.377
Semana 2	9.776	10.594	9.394
Semana 3	9.836	10.660	9.488
Semana 4	10.084	10.820	9.680
Semana 8	10.157	10.893	9.753
Semana 13	10.198	10.934	9.794
Semana 15	10.232	10.968	9.828
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.922	7.715	6.556
Semana 1	6.992	7.799	6.63
Semana 2	7.029	7.847	6.647
Semana 3	7.089	7.913	6.741
Semana 4	7.337	8.073	6.933
Semana 8	7.41	8.146	7.006
Semana 13	7.451	8.187	7.047
Semana 15	7.485	8.221	7.081
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 75%RCD

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.030%
Semana 2	0.04%	0.05%	0.04%	0.044%
Semana 3	0.07%	0.08%	0.07%	0.073%
Semana 4	0.17%	0.14%	0.15%	0.153%
Semana 8	0.20%	0.17%	0.18%	0.183%
Semana 13	0.21%	0.19%	0.20%	0.199%
Semana 15	0.22%	0.20%	0.21%	0.213%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 Lr: Lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 75%RCD



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. 248944

Henry Riuandenyru Obiias
 Tec. Labor. USAI
 USAI

Solicitud de ensayo: 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo: Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo: Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo: CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia: NTP 334.094
Muestras: Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 0.5% Nanosilice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad: 28 días
Tipo de curado: Curado en pozas de agua
Solución: Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos: Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 75%RCD+0.5%NNS

Semanas	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Lectura Inicial	10.174	9.885	10.756
Semana 1	10.255	9.964	10.842
Semana 2	10.323	10.111	10.892
Semana 3	10.455	10.210	10.995
Semana 4	10.574	10.360	11.274
Semana 8	10.647	10.433	11.347
Semana 13	10.688	10.474	11.388
Semana 15	10.722	10.508	11.422
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Lectura Inicial	7.427	7.138	8.009
Semana 1	7.508	7.217	8.095
Semana 2	7.576	7.364	8.145
Semana 3	7.708	7.463	8.248
Semana 4	7.827	7.613	8.527
Semana 8	7.9	7.686	8.6
Semana 13	7.941	7.727	8.641
Semana 15	7.975	7.761	8.675
Longitud nominal del calibre	250		

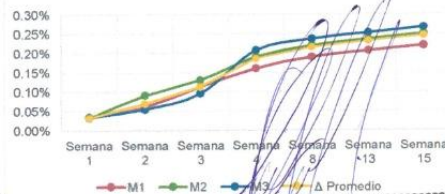
Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 75%RCD+0.5%NNS

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.033%
Semana 2	0.06%	0.09%	0.05%	0.068%
Semana 3	0.11%	0.13%	0.10%	0.113%
Semana 4	0.16%	0.19%	0.21%	0.186%
Semana 8	0.19%	0.22%	0.24%	0.215%
Semana 13	0.21%	0.24%	0.25%	0.231%
Semana 15	0.22%	0.25%	0.27%	0.245%

Cambio de longitud $\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 Li: Lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 75%RCD+0.5%NNS



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

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

Henry Riuandenebra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica del Perú

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Portland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1% Nanosilice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 75%RCD+1%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	9.623	9.215	9.538
Semana 1	9.700	9.329	9.614
Semana 2	9.818	9.442	9.711
Semana 3	9.955	9.495	9.887
Semana 4	10.110	9.566	9.972
Semana 8	10.183	9.639	10.045
Semana 13	10.224	9.680	10.086
Semana 15	10.258	9.714	10.120
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.876	6.468	6.791
Semana 1	6.953	6.582	6.867
Semana 2	7.071	6.695	6.964
Semana 3	7.208	6.748	7.140
Semana 4	7.363	6.819	7.225
Semana 8	7.436	6.892	7.298
Semana 13	7.477	6.933	7.339
Semana 15	7.511	6.967	7.373
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 75%RCD+1%NNS

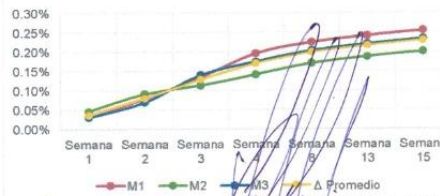
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.05%	0.03%	0.036%
Semana 2	0.08%	0.09%	0.07%	0.079%
Semana 3	0.13%	0.11%	0.14%	0.128%
Semana 4	0.19%	0.14%	0.17%	0.170%
Semana 8	0.22%	0.17%	0.20%	0.199%
Semana 13	0.23%	0.19%	0.22%	0.215%
Semana 15	0.25%	0.20%	0.23%	0.229%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Lr}{Lg} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 Lr: Lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 75%RCD+1%NNS



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: 246894

Henry Rivaseneiro Obillos
 Tec. Laboratorio USAT
USAT
 Universidad Católica del Perú

Solicitud de ensayo 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia : NTP 334.094
Muestras Concreto con reemplazo 75% RCD y adición de 1.5% Nanosilice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad 28 días
Tipo de curado Curado en pozas de agua
Solución Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 75%RCD+1.5%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	8.724	8.846	9.644
Semana 1	8.794	8.917	9.721
Semana 2	8.898	9.084	9.854
Semana 3	8.946	9.156	9.940
Semana 4	9.099	9.215	10.007
Semana 8	9.172	9.288	10.080
Semana 13	9.213	9.329	10.121
Semana 15	9.247	9.363	10.155
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	5.977	6.099	6.897
Semana 1	6.047	6.170	6.974
Semana 2	6.151	6.337	7.107
Semana 3	6.199	6.409	7.193
Semana 4	6.352	6.468	7.26
Semana 8	6.425	6.541	7.333
Semana 13	6.466	6.582	7.374
Semana 15	6.5	6.616	7.408
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 75%RCD+1.5%NNS

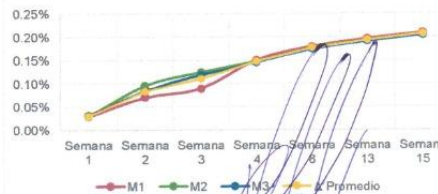
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.029%
Semana 2	0.07%	0.10%	0.08%	0.083%
Semana 3	0.09%	0.12%	0.12%	0.110%
Semana 4	0.15%	0.15%	0.15%	0.148%
Semana 8	0.18%	0.18%	0.17%	0.177%
Semana 13	0.20%	0.19%	0.19%	0.193%
Semana 15	0.21%	0.21%	0.20%	0.207%

Cambio de longitud

ΔL : Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 x_lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre



PATRON + 75%RCD+1.5%NNS



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: 246964

USAT
 Henry Rivudeneyro
 Omiuas
 Tec. Laboratorio
 USAT

Solicitud de ensayo: **2204A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante: **CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO**
 Proyecto / Obra: **INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSILICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO**
 Ubicación: **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**
 Fecha de apertura: **Lunes, 22 de abril del 2024**
 Inicio de ensayo: **Lunes, 22 de abril del 2024**
 Fin de ensayo: **Lunes, 05 de agosto del 2024**
 Ensayo: **CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas**
 Referencia: **NTP 334.094**
 Muestras: **Concreto con Reemplazo 100% RCD; CONCRETO f'c 210 kg/cm2**
Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
28 días
 Tipo de curado: **Curado en pozas de agua**
 Solución: **Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución**
 Instrumentos: **Comparador**
Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 100%RCD

Semanas	Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Lectura Inicial		8.317	9.385	8.811
	Semana 1	8.494	9.460	8.901
	Semana 2	8.548	9.589	9.054
	Semana 3	8.622	9.684	9.123
	Semana 4	8.754	9.788	9.218
	Semana 8	8.827	9.861	9.291
	Semana 13	8.868	9.902	9.332
	Semana 15	8.902	9.936	9.366
Lectura de referencia		2.747		

Semanas	Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Lectura Inicial		5.570	6.638	6.064
	Semana 1	5.747	6.713	6.154
	Semana 2	5.801	6.842	6.307
	Semana 3	5.875	6.937	6.376
	Semana 4	6.007	7.041	6.471
	Semana 8	6.08	7.114	6.544
	Semana 13	6.121	7.155	6.585
	Semana 15	6.155	7.189	6.619
Longitud nominal del calibre		250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 100%RCD

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.07%	0.03%	0.04%	0.046%
Semana 2	0.09%	0.08%	0.10%	0.090%
Semana 3	0.12%	0.12%	0.12%	0.122%
Semana 4	0.17%	0.16%	0.16%	0.166%
Semana 8	0.20%	0.19%	0.19%	0.195%
Semana 13	0.22%	0.21%	0.21%	0.212%
Semana 15	0.23%	0.22%	0.22%	0.225%

Cambio de longitud $\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad X
 Li: Lectura de referencia a la edad X
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 100%RCD



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

LEMS W&C EIRL
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 245962

USAT
Laboratorio Científico
de ensayos de materiales
Rivadeneira Obilias
Téc. Labor 20070
USAT

Solicitud de ensayo: 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo: Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo: Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo: CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia: NTP 334.094
Muestras: Concreto con reemplazo 100% RCD y adición 0.5% Nanosilice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad: 28 días
Tipo de curado: Curado en pozas de agua
Solución: Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos: Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 100%RCD+0.5%NNS

Semanas	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Barras			
Lectura Inicial	10.338	10.652	10.214
Semana 1	10.421	10.737	10.296
Semana 2	10.519	10.836	10.480
Semana 3	10.623	10.903	10.585
Semana 4	10.791	11.116	10.744
Semana 8	10.864	11.189	10.817
Semana 13	10.905	11.230	10.858
Semana 15	10.939	11.264	10.892
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Barras			
Lectura Inicial	7.591	7.905	7.467
Semana 1	7.674	7.990	7.549
Semana 2	7.772	8.089	7.733
Semana 3	7.876	8.156	7.838
Semana 4	8.044	8.369	7.997
Semana 8	8.117	8.442	8.07
Semana 13	8.158	8.483	8.111
Semana 15	8.192	8.517	8.145
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 100%RCD+0.5%NNS

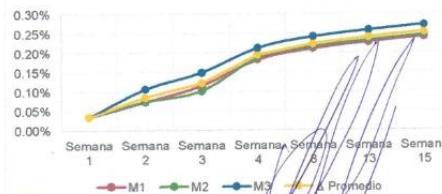
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.033%
Semana 2	0.07%	0.07%	0.11%	0.084%
Semana 3	0.11%	0.10%	0.15%	0.121%
Semana 4	0.18%	0.19%	0.21%	0.193%
Semana 8	0.21%	0.21%	0.24%	0.222%
Semana 13	0.23%	0.23%	0.26%	0.239%
Semana 15	0.24%	0.24%	0.27%	0.252%

Cambio de longitud



ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 L_{lectura de referencia}: Lectura de referencia a la edad x
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 100%RCD+0.5%NNS



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: 246304

Henry Riquenes Obillos
 USAT
 Universidad Católica
 Lima, Perú

Solicitud de ensayo: 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo: Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo: Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo: CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia: NTP 334.094
Muestras: Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1% Nanosilice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad: 28 días
Tipo de curado: Curado en pozas de agua
Solución: Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos: Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 100%RCD+1%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	8.965	10.005	9.580
Semana 1	9.037	10.085	9.657
Semana 2	9.108	10.122	9.858
Semana 3	9.228	10.273	9.958
Semana 4	9.344	10.376	10.109
Semana 8	9.417	10.449	10.182
Semana 13	9.458	10.490	10.223
Semana 15	9.492	10.524	10.257
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.218	7.258	6.833
Semana 1	6.29	7.338	6.91
Semana 2	6.361	7.375	7.111
Semana 3	6.481	7.526	7.211
Semana 4	6.597	7.629	7.362
Semana 8	6.67	7.702	7.435
Semana 13	6.711	7.743	7.476
Semana 15	6.745	7.777	7.51
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 100%RCD+1%NNS

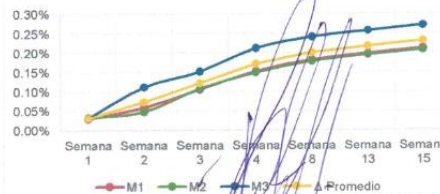
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.031%
Semana 2	0.06%	0.05%	0.11%	0.072%
Semana 3	0.11%	0.11%	0.15%	0.121%
Semana 4	0.15%	0.15%	0.21%	0.171%
Semana 8	0.18%	0.18%	0.24%	0.200%
Semana 13	0.20%	0.19%	0.26%	0.216%
Semana 15	0.21%	0.21%	0.27%	0.230%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - L_l}{L_g} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 L_l: Lectura de referencia a la edad x
 L_i: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 L_g: Longitud nominal del calibre

PATRON + 100%RCD+1%NNS



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: 245964

Henry Rivas Obispo
 USAT
 Universidad Católica del Perú
 www.usat.edu.pe

Solicitud de ensayo: 2204A-23/ LEMS W&C
Solicitante: CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO
Proyecto / Obra: INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICION DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Lunes, 22 de abril del 2024
Inicio de ensayo: Lunes, 22 de abril del 2024
Fin de ensayo: Lunes, 05 de agosto del 2024
Ensayo: CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
Referencia: NTP 334.094
Muestras: Concreto con reemplazo 100% RCD y adición de 1.5% Nanosílice; CONCRETO f'c 210 kg/cm2
 Especímenes moldeados en vigas de L=285mm, A=75mm, H=75mm
Edad: 28 días
Tipo de curado: Curado en pozas de agua
Solución: Sulfatada: Na2SO4, concentración: 50g/900 ml de agua diluida en agua destilada para 1L de solución
Instrumentos: Comparador
 Hornos, balanza de 0.01g, contenedor de curado
 Crisol, baqueta para diluir

Mediciones de Longitud VIGAS CONCRETO + 100%RCD+1.5%NNS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	9.348	10.387	10.563
Semana 1	9.423	10.470	10.648
Semana 2	9.524	10.511	10.744
Semana 3	9.638	10.626	10.831
Semana 4	9.780	10.745	10.989
Semana 8	9.853	10.818	11.062
Semana 13	9.894	10.859	11.103
Semana 15	9.928	10.893	11.137
Lectura de referencia	2.747		

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.601	7.64	7.816
Semana 1	6.676	7.723	7.901
Semana 2	6.777	7.764	7.997
Semana 3	6.891	7.879	8.084
Semana 4	7.033	7.998	8.242
Semana 8	7.106	8.071	8.315
Semana 13	7.147	8.112	8.356
Semana 15	7.181	8.146	8.39
Longitud nominal del calibre	250		

Mediciones de cambios de Longitud VIGAS CONCRETO + 100%RCD+1.5%NNS

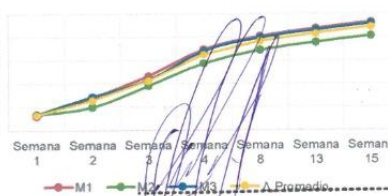
Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3	Δ Promedio
Semana 1	0.03%	0.03%	0.03%	0.032%
Semana 2	0.07%	0.05%	0.07%	0.064%
Semana 3	0.12%	0.10%	0.11%	0.108%
Semana 4	0.17%	0.14%	0.17%	0.162%
Semana 8	0.20%	0.17%	0.20%	0.191%
Semana 13	0.22%	0.19%	0.22%	0.208%
Semana 15	0.23%	0.20%	0.23%	0.221%

Cambio de longitud

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

ΔL: Cambio de longitud a la edad X%
 Lx: Lectura en el comparador del espécimen a la edad x
 L_{lectura de referencia a la edad x}
 Li: Lectura inicial del espécimen-lectura de la barra de referencia, al mismo tiempo
 Lg: Longitud nominal del calibre

PATRON + 100%RCD+1.5%NNS



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

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO
LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246894

Henry Rivadeneyro Oblitas
 Tec. Labor 100%
 USAT
 Universidad Católica
 Lima, Perú

Anexo 21: C. Validación Lab. AMAZING



“Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Chiclayo, 22 de Octubre del 2024

Quien suscribe:

REPRESENTANTE LEGAL.

OJEDA AYESTA FIRMO JUAN CARLOS -GERENTE GENERAL.
CAL.FRANCISCO CABRERA N° 1201 – CHICLAYO – LAMBAYEQUE

ASUNTO: Realización de ensayos en el laboratorio, AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA.

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**, para informar que el tesista **SOLIS ARAUJO CARLOS DANIEL** con código universitario 172AD74635, identificado con número de DNI: 72697081, y con nombre del proyecto de investigación **“INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO”**, ha realizado ensayo de Sales Solubles Totales(1), Cloruros(1) y Sulfatos(1) del agregado grueso de RCD, en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con **RUC 20488017498** bajo la supervisión del técnico encargado del laboratorio.

Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.
Atentamente.



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123381

Henry Rivadeneira Obillas
Téc. Laboratorio
USAT

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☐ C: 924 387 254 - 963 847 718
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889

Anexo 22: E. Sales, Cloruros y Sulfatos al RCD

**INFORME DE ENSAYO N° 0631**

EXPEDIENTE N° 545 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C

DATOS DEL CLIENTE**SOLICITANTE** : CARLOS DANIEL SOLIS ARAUJO**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO POR RCD Y ADICIÓN DE NANOSÍLICE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DEL CONCRETO**UBICACIÓN** : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**Referencia:**

NTP 399.152 :2002 - Ensayo normalizado para la determinación del contenido de sst de suelo y agua subterránea.

NTP 339.177 :2002 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

NTP 339.178 :2003 - Ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

Tipo de Análisis : Analisis Químico

		MUESTRA	Concreto reciclado		
Sales Solubles Totales	ppm		4112		
	%		0.41		
Cloruros Cl ⁻	ppm		1841		
	%		0.18		
Sulfatos SO ₄ ²⁻	ppm		538		
	%		0.05		

Observaciones:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


German Oscar Gastelo Chirinos
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351




Henry Rivadeneira Obillos
TEC. LABORATORIO USAT
USAT Universidad Católica del Perú

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque ☎ T: (074) 516906 ☐ C: 964 423 859
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo ☐ C: 924 387 254 - 963 847 718
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica ☎ T: (056) 402821 ☐ C: 959 669 889

Anexo 23: F. T. Sulfato de Sodio



INDIQSA

INDUSTRIAL INSUMOS QUÍMICOS S.A.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS SULFATO DE SODIO ANHIDRO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Sulfato de Sodio Anhidro
Fórmula Molecular	Na ₂ SO ₄
Peso Molecular	142.06 g/mol.
Sinónimos Sulfato	Di-sódico

2. DESCRIPCIÓN

Sal inorgánica, cristalina, blanca e inodora cuando esta en forma anhidra, y se conoce como sal Glauber cuando esta en forma deca-hidratada con fórmula Na₂SO₄.10 H₂O

3. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Pureza % mín.	99
Cloruros % Max	0.2
Hierro (mg/kg) Max	100
Calcio (mg/Kg) Max	500
Magnesio (mg/Kg) máx.	20
Humedad % máx.	0.2
Insolubles en HCl % máx.	0.05

4. PROPIEDADES

Presentación	polvo
Color	blanco
Olor	inodoro
Sabor	picante, salino
Gravedad específica	2.671
pH (5 % P/P a 25°C)	6 - 7



TÉCNICO DE LABORATORIO
INDUSTRIAL INSUMOS QUÍMICOS S.A.

Calle Benito Pardo Figueroa N° 147
Urb. Balconcillo, La Victoria, Lima, Perú

Henry Rivadeneira Obillos
Téc. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Lima, Perú

Tel. 01 474 1099 | Fax 01 474 1079
indiqsa@gmail.com | chubralu@ec-red.com

Anexo 24: Calibr. Equipos



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2023-03-02

TECNICO DE LABORATORIO

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Henry Rivadeneira Obitos
Téc. Laboratorio
USAT



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permissible			200	Error Máximo Permissible			300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0
2	0.11	8	7		1000.00	8	7	-6
3	0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0
4	0.10	5	0		1000.00	5	0	0
5	0.10	6	-1		1000.01	8	7	8
* Valor entre 0 y 10e				Error máximo permisible				200

☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.00000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 R$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento

TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry
Rivas de la Cruz
Obitos
Téc. Laboratorio
USAT



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	2605-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)
Alcance de indicación	0 mm a 12.70 mm
División de Escala / Resolución	0.001 mm
Marca	SHAHE
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	DIGITAL
5. Fecha de Calibración	2023-05-16

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio que lo emite. Este Certificado de Calibración con firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

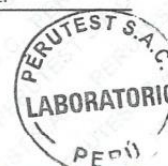
Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-05-16

TÉCNICO DE LABORATORIO

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones de laboratorio de longitud de PERUTEST S.A.C.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL	RETICULA DE MEDICION	LLA-029-2023
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	CCP-0102-001-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.
- El instrumento se utiliza en el equipo COMPRESOMETRO-EXTENSOMETRO

TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. LABORATORIO
USAT



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
1.00	1.001	-0.001
2.00	2.009	-0.009
3.00	3.001	-0.001
4.00	4.008	-0.008
5.00	5.008	-0.008
6.00	6.007	-0.007
7.00	7.004	-0.004
8.00	8.003	-0.003
9.00	9.005	-0.005
10.00	10.010	-0.010

Alcance del error de indicación (f_e): 0 mm
Incertidumbre del error de indicación: $\pm 2 \mu$ m para (k=2)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μ m)
10.00	10.005	-0.005
	10.004	-0.004
	10.004	-0.004
	10.006	-0.006
	10.005	-0.005

Error de Repetibilidad (f_w): 0 mm
Incertidumbre del error de indicación: $\pm 2 \mu$ m para (k=2)

Nota 1: 1 mil es equivalente a 25,4 μ m.

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00119315

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 028262-2019/DSD - INDECOPI de fecha 14 de noviembre de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación AMAZING y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de construcción

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0818096-2019

Titular : AMAZONAS INGENIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

País : Perú

Vigencia : 14 de noviembre de 2029

Tomo : 0597

Folio : 129

RAY MELONI GARCIA
Director
de Signos Distintivos
INDECOPI



TÉCNICO DE LABORATORIO



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Rea. CIP. 123351



Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889

Estimado Usuario,

Para cuidar el registro obtenido, le recomendamos tener en cuenta, entre otros aspectos, la siguiente información:

a) Uso de la marca

- ✓ Cualquier persona interesada puede solicitar la **cancelación por falta de uso** del registro otorgado, si han transcurrido tres (03) años durante los cuales **la marca no ha sido utilizada**.
- ✓ Frente a una solicitud de cancelación del registro, **usted deberá demostrar** que viene usando la marca de lo contrario, el registro será cancelado y perderá el derecho sobre la marca.
- ✓ **El uso** de la marca **debe ser demostrado** con conformidad con lo establecido en el artículo 165 y siguientes de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, Régimen Común Sobre Propiedad Industrial.

b) Actualización de datos del titular

- ✓ En caso exista algún cambio respecto de su domicilio procesal durante el plazo de vigencia del registro otorgado, deberá informarlo a la Dirección de Signos Distintivos.
- ✓ Es importante que informe respecto del cambio de su **domicilio procesal** toda vez que, en caso algún tercero solicitara la cancelación o nulidad del registro otorgado se le notificará al último domicilio procesal consignado por usted, y esta notificación se tendrá por válida.

c) Renovación del registro

- ✓ La vigencia del registro otorgado es de diez (10) años **renovables**.
- ✓ Si desea renovar su registro, debe hacerlo dentro de los seis (06) meses anteriores o dentro de los seis (06) meses posteriores al vencimiento del registro.
- ✓ Si no solicita la renovación de su registro, **éste caducará** y usted perderá el derecho sobre el mismo.

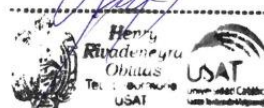
d) Lemas comerciales

- ✓ La cancelación, nulidad o caducidad del registro de una marca a la que se vincula un lema comercial, determinará también la cancelación, nulidad o caducidad respectivamente, del registro de lema comercial, aun cuando no haya vencido el plazo de diez (10) años de vigencia del mismo.

Recuerde que en INDECOPI trabajamos para proteger los derechos de propiedad intelectual de todos nuestros usuarios.



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Rea. CIP. 123351





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-129-2024

Página 1 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión: 2024/07/04
 Solicitante: AMAZONAS INGENIERÍA CIVIL S.A.C.
 Dirección: CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
 Instrumento de medición: BALANZA
 Identificación: NO INDICA
 Intervalo de indicación: 1200 g
 División de escala Resolución: 0,1 g
 División de verificación (e): 0,1 g
 Tipo de indicación: Digital
 Marca / Fabricante: HENKEL
 Modelo: BQ12001
 N° de serie: 1609261637
 Procedencia: CHINA
 Ubicación: Laboratorio de suelos
 Lugar de calibración: Instalaciones del cliente
 Fecha de calibración: 2024/07/04

Metodo/Procedimiento de calibración
 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMF 003 2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-129-2024

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERU S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1045-MPES-C-2023
PESATEC PERU S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1044-MPES-C-2023
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1046-MPES-C-2023
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1047-MPES-C-2023
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1048-MPES-C-2023

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 22 °C Final: 22 °C
Humedad Relativa Inicial: 53 %hr Final: 53 %hr

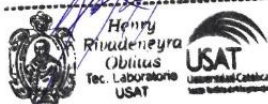
Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 600 g			Carga L1= 1200 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	600.0	0.001	-0.001	1200.0	0.005	-0.002
2	600.0	0.002	-0.004	1200.0	0.004	-0.004
3	600.0	0.004	-0.005	1200.0	0.006	-0.004
4	600.0	0.003	-0.007	1200.0	0.003	-0.009
5	600.0	0.003	-0.009	1200.0	0.005	-0.012
6	600.0	0.004	-0.001	1200.0	0.007	-0.014
7	600.1	0.004	-0.004	1200.0	0.003	-0.010
8	600.1	0.007	-0.008	1200.0	0.005	-0.009
9	600.1	0.006	-0.004	1200.1	0.004	-0.007
10	600.0	0.005	-0.003	1000.1	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
600	0			0.05		
1000.1	0			0.3		



TÉCNICO DE LABORATORIO



San Diego Mz C lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 026 196 793 / Cel: +51 925 151 437



Juan Carlos Pirmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LMA-129-2024

Página 3 de 3

Arso Group
Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.001	-0.001	500	500	0.005	-0.003	0.002
2		1	0.005	-0.004		500	0.003	0.002	0.003
3		1	0.004	0.003		500	0.002	-0.001	-0.002
4		1	0.006	0.002		500	0.002	0.002	0.005
5		1	0.004	-0.003		500	0.005	-0.001	0.002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes					Decrecientes					EMP ⁽¹⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)			
1.0	1.0	0.004	-0.002	0.001	1.0	0.006	0.002	0.004	0.05		
10.0	10.0	0.006	0.003	0.004	10.0	0.005	0.001	-0.003	0.05		
20.0	20.0	0.002	-0.004	0.003	20.0	0.005	0.001	-0.003	0.05		
50.0	50.0	0.002	0.003	0.005	50.0	0.009	-0.004	-0.003	0.05		
100.0	100.0	0.003	0.005	0.006	100.0	0.005	0.003	0.001	0.05		
200.0	200.0	0.001	0.004	0.002	200.0	0.004	-0.004	0.001	0.05		
300.0	300.0	0.003	0.005	0.003	300.0	0.004	0.004	0.004	0.05		
500.0	500.0	0.004	0.005	0.002	500.0	0.005	-0.005	-0.002	0.02		
600.0	600.0	0.008	0.006	0.003	600.0	0.003	-0.004	-0.001	0.3		
800.0	800.0	0.015	0.007	0.001	800.0	0.014	0.009	-0.02	0.3		
1200.0	1200.0	0.012	0.005	0.005	1200.0	0.006	0.008	-0.09	0.3		

Legenda

- I: Indicación de la balanza
- ΔL: Carga Incrementada
- E: Error encontrado
- E₀: Error en cero
- E_c: Error corregido
- EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición: $U = 2 \cdot \sqrt{0.00168^2 + 0.00000008809^2}$

Incertidumbre corregida: $U_c = 0.00168$



Observaciones

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrologica Peruana NMP 003:2009
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento
- Como indicación se colocó una etiqueta autoadhesiva con indicación "CALIBRADO"

Fin de documento



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Rea. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo – Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
Oficina Ica: Mz 15 Lot. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889