



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con
incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo
2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingenieros Civiles

AUTORES:

Quispe Benites, Jholibert Anthony (orcid.org/0000-0002-2094-870X)

Rubio Zavaleta, Kelvin Andree (orcid.org/0000-0002-6258-2101)

ASESOR:

Mgtr. Noriega Vidal, Eduardo Manuel (orcid.org/0000-0001-7674-7125)

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO - PERÚ

2023

Dedicatoria

A mis padres, por mostrarnos el camino de superación y las personas que confiaron en mí. También a mis familiares por estar siempre en mis objetivos trazados.

Agradecimiento

Agradecer a nuestra institución educativa Universidad César Vallejo y a su plantel educativo y además agradecer a las instituciones que nos brindaron el apoyo continuo, para realizar posible nuestra Investigación. Agradecer al Ingeniero Noriega Vidal, Eduardo Manuel, por ser nuestro asesor y guía durante nuestra investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, NORIEGA VIDAL EDUARDO MANUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023", cuyos autores son QUISPE BENITES JHOLIBERT ANTHONY, RUBIO ZAVALA KELVIN ANDREE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 17 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
NORIEGA VIDAL EDUARDO MANUEL DNI: 43236142 ORCID: 0000-0001-7674-7125	Firmado electrónicamente por: ENORIEGAVI el 17- 11-2023 19:53:27

Código documento Trilce: TRI - 0655655





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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, QUISPE BENITES JHOLIBERT ANTHONY, RUBIO ZAVALA KELVIN ANDREE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JHOLIBERT ANTHONY QUISPE BENITES DNI: 72456703 ORCID: 0000-0002-2094-870X	Firmado electrónicamente por: JAQUISPEB el 17-11- 2023 03:13:20
KELVIN ANDREE RUBIO ZAVALA DNI: 47632783 ORCID: 0000-0002-6258-2101	Firmado electrónicamente por: KRUBIOZ el 17-11- 2023 16:10:34

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.2 Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos	15
3.6 Método de análisis de datos.....	26
3.7 Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS:	27
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS.....	55

Índice de tablas

Tabla 1. Ensayo ASTM C39 para probetas de concreto con distintos porcentajes de grafeno.....	14
Tabla 2. Ensayo ASTM C78 para vigas de concreto con distintos porcentajes de grafeno.....	14
Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	16
Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado fino.....	17
Tabla 5. Seguimiento del ensayo ASTM C39 a una semana de curado.....	27
Tabla 6. Seguimiento del ensayo ASTM C39 a las dos semanas de curado.....	28
Tabla 7. Seguimiento del ensayo ASTM C39 a las cuatro semanas de curado.....	29
Tabla 8. Seguimiento del ensayo ASTM C78 a una semana de curado.....	34
Tabla 9. Seguimiento del ensayo ASTM C78 a las dos semanas de curado.....	35
Tabla 10. Seguimiento del ensayo ASTM C78 a las cuatro semanas de curado.....	36
Tabla 11. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de la mezcla patrón con porcentajes de 0.00%, 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno..	38
Tabla 12. Análisis de varianza de la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de la mezcla patrón con porcentajes de 0.00%, 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno..	39
Tabla 13. Característica de los materiales.....	136
Tabla 14. Asentamientos recomendados.....	136
Tabla 15. Resistencia promedio del concreto.....	137
Tabla 16. Volumen unitario de agua.....	137
Tabla 17. Contenido de aire atrapado.....	138
Tabla 18. Selección de la relación agua/ cemento por resistencia.....	138
Tabla 19. Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	139
Tabla 20. Volumen absoluto del cemento.....	139
Tabla 21. Volumen absoluto del agua.....	139
Tabla 22. Volumen absoluto del aire.....	139
Tabla 23. Volumen absoluto del agregado grueso.....	140
Tabla 24. Diseño en estado seco.....	140
Tabla 25. Tipo de dosificación en peso y volumen.....	140

Índice de figuras

Figura 1. Estructura del grafeno en láminas.....	4
Figura 2. Curva granulométrica del agregado grueso.	17
Figura 3. Curva granulométrica del agregado fino.	18
Figura 4. Cono de Abrams.	24
Figura 5. Ensayo de la comprensión.	25
Figura 6. Ensayo ASTM C78.....	26
Figura 7. Análisis del progreso en su resistencia del CP a distintas edades según ASTM C39.....	30
Figura 8. Análisis del progreso en su resistencia del CP +0.05G a distintas edades según ASTM C39.....	31
Figura 9. Análisis del progreso en su resistencia del CP+0.07G a distintas edades según ASTM C39.....	32
Figura 10. Análisis del progreso en su resistencia del CP+0.09G a distintas edades según ASTM C39.....	32
Figura 11. Resumen de la resistencia a la comprensión de concreto con incorporación de grafeno.	33
Figura 12. Resumen de los módulos de rotura obtenidos en los ensayos de flexión.	37

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%. La investigación es de diseño experimental, para ello, se analizó los efectos que tiene el material grafeno en la resistencia a la compresión, a la flexión y analizar la varianza del concreto $f'c$ 280 kg/cm², donde se tomarán 36 muestras para ensayos de resistencia a la compresión y 36 muestras para ensayos de flexión, estas muestras estarán conformadas por 4 mezclas de concreto con dosificación de grafeno al 0.00%, 0.05%, 0.07% y 0.09%, para edades de 7, 14 y 28 días. Para el desarrollo de la investigación, se obtuvieron los agregados de la cantera Jaén. El instrumento es utilizado de acuerdo al ensayo, considerando los protocolos de las normas ASTM C33-03/ NTP 400.012 para ensayos de granulometría, MTC E 215 / NTP 339.185 para ensayos de contenido de humedad de los agregados, ASTM C 127 / NTP 400.021 para ensayos de peso específico y absorción del agregado grueso, ASTM C 128 / NTP 400.022 para ensayos de gravedad específica y absorción de los agregados finos, ASTM C 29/ NTP 400.017 para ensayos de peso unitario y vacíos de los agregados, ACI 211.1 para ensayos de diseño de mezclas según el método del, NTP 339.035 para ensayos de slump, ASTM C-1064 para ensayos de temperatura del concreto, NTP 400.017, ASTM C39 para ensayos de resistencia a la compresión y ASTM C78 para ensayos de resistencia a la flexión. Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión demuestran que al 0.05% de grafeno en 7, 14 y 28 días, supero en 8.087%, 3.922% y 12.264% al concreto de patrón, de igual manera al 0.05% de grafeno en 14 y 28 días, supero en 4.92% y 4.94% al concreto patrón en los ensayos de resistencia de flexión, en el análisis de varianza de la resistencia a la compresión y flexión podemos decir que el concreto con adición de 0.05% de grafeno alcanzaron los valores más altos. Finalmente, se concluye que el grafeno en porcentaje de 0.05% incrementa la resistencia a la compresión y en la flexión.

Palabra clave: concreto, grafeno, propiedades mecánicas, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.

ABSTRACT

The main objective of this research is to analyze the mechanical properties of concrete f'c 280 kg/cm² with incorporation of graphene in percentages of 0.05%, 0.07% and 0.09%. The research is of an experimental design, for this, the effects that the graphene material has on the resistance to compression and bending were analyzed and the variance of the concrete f'c 280 kg/cm² was analyzed, where 36 samples will be taken for testing. of compressive strength and 36 samples for bending tests, these samples will be made up of 4 concrete mixtures with graphene dosage at 0.00%, 0.05%, 0.07% and 0.09%, for ages of 7, 14 and 28 days. For the development of the research, aggregates were obtained from the Jaén quarry. The instrument is used according to the test, considering the protocols of the ASTM C33-03/NTP 400.012 standards for granulometry tests, MTC E 215 / NTP 339.185 for aggregate moisture content tests, ASTM C 127 / NTP 400.021 for specific gravity and absorption tests of coarse aggregate, ASTM C 128 / NTP 400.022 for specific gravity and absorption tests of fine aggregates, ASTM C 29 / NTP 400.017 for unit weight and void tests of aggregates, ACI 211.1 for tests of Mixture design according to the method of NTP 339.035 for slump tests, ASTM C-1064 for concrete temperature tests, NTP 400.017, ASTM C39 for compressive strength tests and ASTM C78 for flexural strength tests. The results of the compression resistance tests show that 0.05% graphene in 7, 14 and 28 days, exceeded the standard concrete by 8.087%, 3.922% and 12.264%, in the same way that 0.05% graphene in 14 and 28 days, it exceeded the standard concrete by 4.92% and 4.94% in the flexural strength tests. In the analysis of variance of the compressive and flexural strength we can say that the concrete with the addition of 0.05% graphene reached the highest values. Finally, it is concluded that graphene in a percentage of 0.05% increases the compressive and flexural resistance.

Keywords: concrete, graphene, mechanical properties, compressive strength and flexural strength.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción en el mundo se ha visto beneficiada gracias a los avances tecnológicos y a las investigaciones que se realizan, ya que estas aportan grandes y nuevos conocimientos que han revolucionado la forma de construir incorporando nuevos materiales que se usan como un aditivo que mejorador del concreto, como es el caso del grafeno, que a pesar de ser una lámina de grafito, cuya estructura observada en el microscopio se presente como una extensa placa de hexágonos con un grosor de tan solo 1 átomo ($1.2 * 10^{-13}$ cm) que gracias a sus características y propiedades que este posee material posee (200 veces más resistente que el acero estructural, con una dureza mayor de 10 Mohs, por poseer un módulo de Young de 1 TPa, además este material es dúctil, trabajable y tiene una gran capacidad de transmitir calor, además de ser resistente, flexible, ligero), por tal motivo se realizó una investigación más profunda del grafeno como aditivo que pueda ser usado en el sector construcción, principalmente en el concreto, de tal manera que se examine y analice el comportamiento dentro de la estructura de hormigones $f'c = 280$ kg/cm² y así brindar un aporte sólido y confiable a las ciencias innovadoras de la construcción.

(Garcia , 2019) Efectuó una serie de estudios acerca del grafeno con la finalidad de evaluar su composición, estructura, propiedades y el comportamiento que este tiene cuando es incorporado a otros materiales y así poder determinar de qué manera este aditivo beneficia o perjudica las propiedades del concreto. En su investigación reveló que el grafeno es un derivado del grafito, además se compone de carbono puro y es uno de los elementos más importantes de la naturaleza, por las propiedades que este posee, ya que es 200% mejor conductor eléctrico que el cobre, 300% más resistente que el acero e incluso supera en dureza al diamante que por mucho tiempo se consideró como el mineral más fuerte y resistente, también descubrió que la forma laminar de este material es hexagonal y además, es adaptable para los fines en que se requiera su empleo.

(Graphenano, 2018) Realizo una investigación enfocada en las características y propiedades del grafeno, con la finalidad de aportar nuevos conocimientos en los distintos campos de la ciencia, principalmente en el área de estructuras y cargas. En su estudio, el grafeno fue analizado como un material independiente y como aditivo del concreto, para ellos fue sometido a distintas pruebas de laboratorio. Después de haber realizado un gran número de ensayos, publica un documento detallando todos los descubrimientos obtenidos, a los que el afirma que el grafeno mejora las propiedades mecánicas y físicas del concreto, por ser un material extremadamente duradero, resistente y fuerte, además nos dice que su dureza supera al acero e incluso al diamante por poseer un módulo de Young de 1 TPa, además este material es dúctil, trabajable y tiene la capacidad de transmitir calor.

(Choque, 2021) Nos dice que en Lima se desarrolló una serie de estudios enfocados en el concreto con o sin adición de nano tecnologías, como es el caso del grafeno. En su investigación se planteó el objetivo de sustituir o disminuir el uso de cemento, agregando distintos materiales nanotecnológicos que sirvan como aditivo para mejorar la resistencia a la compresión, flexión y tracción del hormigón. sin embargo, en su investigación pudo darse cuenta que son muy limitados los estudios sobre los materiales nanotecnológicos, a pesar que estos materiales han aportado significativamente para los descubrimientos de distintas ramas de la ciencia. Sin embargo, en su investigación puedo demostrar que el grafeno es un material y aditivo que en porcentajes optimas mejora la resistencia del concreto, sin embargo, la resistencia del concreto no es directamente proporcional con la adición de grafeno, ya que en porcentajes mayores a 1% disminuye significativamente la resistencia del concreto evaluado a 28 dias de curado.

(Uso de nanomateriales en la produccion del concreto , 2021) Analizo los efectos contraproducentes de la fabricación de cemento, con la finalidad de buscar alternativas de solución ante la fuerte contaminación de CO₂ producido principalmente por las industrias de la construcción. En su investigación concluye que la fabricación del cemento produce un efecto negativo con el medio ambiente, ya que las fábricas cementeras consumen una gran cantidad

de energía, ocasionando elevados porcentajes de emisión de CO₂. Además, entre las alternativas de solución propuso una serie de alternativas que ayuden a disminuir el CO₂ de las industrias cementeras, como, por ejemplo, la sustitución del cemento por otros materiales que aporten la misma o una mayor resistencia del concreto, en esa búsqueda encontró que la incorporación de grafeno en porcentajes óptimos, mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Entonces, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo es el análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%?

Esta investigación se justifica teóricamente por la determinación de contribuir con nuevos y actualizados conocimientos en las ciencias de la construcción, específicamente en los concretos. Se justifica prácticamente porque gracias a los conocimientos adquiridos podemos proponer estrategias que ayuden a resolver el problema planteado. Se justifica metodológicamente porque sigue la normativa ASTM, además nos regimos a la normativa ACI y a la Norma Técnica Peruana. Se proyecta realizar una búsqueda de información en diferentes repositorios de las diversas universidades locales, nacionales e internacionales, además de revisar revistas, artículos y todo tipo de estudios científicos, con un máximo de 60 meses de antigüedad y traer información actualizada que aporten al tema de estudio.

El objetivo general de esta investigación es realizar el análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%. Del mismo modo, se ha planteado como objetivos específicos: Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno a los 7, 14 y 28 días con porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno. Determinar la resistencia a la flexión del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno a los 7, 14 y 28 días con porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno y por último se ha establecido, realizar el análisis de varianza de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno, a los 7, 14 y 28 días de la mezcla patrón y con porcentajes de 0.00%, 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno.

II. MARCO TEÓRICO

(Segui, 2019) en su artículo “El grafeno y sus aplicaciones en la construcción”, nos dice que fueron los científicos de origen ruso, Andréy Geim y Konstantín Novosiólov, de la Universidad de Manchester, los que descubrieron el grafeno en 2004, al impregnar cintas adhesivas con grafito y unir numerosas veces las partes adherentes, luego observaron en el microscopio una perfecta lámina extensa de hexágonos que se componen de carbono puro. Además, descubrió las siguientes propiedades del grafeno: Alta conductividad térmica y eléctrica, gran dureza y resistencia, gran flexibilidad y ligereza.

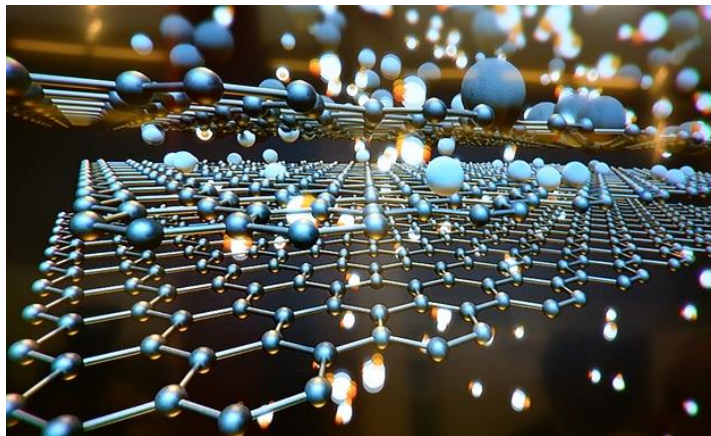


Figura 1. Estructura del grafeno en láminas. Tomada de “El grafeno y sus aplicaciones en la construcción o arquitectura”, por (Segui, 2018).

El grafeno solo es producido en países como Estados Unidos, Corea del Sur, Inglaterra y China; por tal motivo solo es posible obtener dicho aditivo en el Perú mediante la importación a un costo de \$230 kg (\$ 64.00 precio del grafeno en china + gastos de envío y aduana) incluido el envío a domicilio. Sin embargo, La estructura del grafeno observada en el microscopio se presente como una extensa lamina de grafito con un grosor de tan solo 1 átomo ($1.2 * 10^{-13}$ cm), eso quiere decir que la materia prima para obtener grafeno es el grafito y el Perú exporta 4 mil toneladas al año, por lo tanto, si el grafeno empezara a producirse en el Perú, se reducirían los costos de forma significativa.

En el presente trabajo de investigación, analizamos distintos estudios como el de Pakistán, (Zaid, 2022) en su tesis titulado “Estudio experimental sobre la

mejora de las propiedades del hormigón compuesto con grafeno”, para esta investigación se estudiaron 5 muestras de mezclas diferentes (un diseño de mezcla patrón y 4 diseños de mezcla de grafeno en porcentajes de 0,03%, 0,06%, 0,09% y 0,12%). Las pruebas de compresión se realizaron de acuerdo con los procedimientos especificados en la normativa ASTM C39. Los 5 diseños de mezcla se evaluaron en distintas edades de curado, específicamente a una semana, cuatro semanas, ocho semanas y noventa días. Los primeros resultados que se obtuvieron después una semana de curado, se analizaron lo cual se pudo observar en laboratorio que el f_c obtenido de las probetas con contenido de grafeno de 0,03%, 0,06%, 0,09% y 0,12% en el patrón de la muestra fue de veinticuatro, veintiséis, veintiocho y treinta mega pascales, respectivamente; de la misma forma se observó después de cuatro semanas de curado en laboratorio y los resultados de resistencias a la compresión son de treinta y cuatro, treinta y seis, treinta y nueve, cuarenta y uno mega pascales; después de la edad de curado de cincuenta y seis días el f_c obtenido del diseño estándar es de treinta y cuatro, treinta y siete, cuarenta y ocho, cincuenta y dos y cincuenta y tres mega pascales. Por último, la muestra con incorporación de 0,09% de grafeno alcanzo la mayor f_c a los noventa días de curado, superando a todas las muestras analizadas anteriormente, ya que esta obtuvo una resistencia de treinta y nueve por ciento por encima de la muestra estándar. Los hormigones a los cuales se les incorporo un 0,03% de grafeno obtuvieron una resistencia promedio menor, con tan solo un veintidós por ciento, por encima de la muestra estándar, por lo tanto, podemos decir que esta ultima la muestra alcanzo una mejora muy significativa a pesar del muy bajo porcentaje de grafeno añadido, sin embargo, fue la que obtuvo menor resistencia a la compresión con solo veintidós por ciento. Los grafenos al 0,06% y 0,12% alcanzan el treinta por ciento y el treinta y cinco por ciento. En conclusión, en función a los valores obtenidos del f_c , con ayuda de todos los datos obtenidos en laboratorio, podemos afirmar que incorporar grafeno al hormigón en diferentes dosis presenta en todos los casos analizados un aumento significativo que oscila entre veinte por ciento y treinta y nueve por ciento después de ser analizados a los noventa días de curado.

En China, (Liu, 2022) en su artículo titulado “Estudios sobre las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón armado incorporando grafeno”, estudió los mecanismos de endurecimiento que mejoren el f_c del concreto, para ello empleo un concreto convencional y 4 diseños de mezcla de grafeno en porcentajes de 0.01%, 0.03%, 0.05% y 0.07% en peso cemento, que serán analizados y comparados con la mezcla base. Para ello se evaluó los resultados en función a los datos obtenidos en ensayos de resistencia a la compresión y flexión, según la norma ASTM C39 y ASTM C78, para ellos se trabajó diseños de mezcla en distintas edades de curado como tres días, una semana, dos semanas y 4 semanas. Los primeros resultados se obtuvieron de los ensayos de compresión que se evaluaron a los tres días de curado. Los resultados obtenidos a los tres días son valores de veintitrés (0.01%), veintiséis (0.03%), veintisiete (0.05%) y veinticuatro (0.07%) mega pascales, en comparación con el concreto al que no se le incorporo grafeno; de la misma forma luego de una semana de curado se analizó los resultados de laboratorio y arrojó los siguientes resultados de curado en función a las resistencias de treinta y tres (0.01%), treinta y cinco (0.03%), treinta y seis punto cinco (0.05%) y treinta y dos (0.07%) mega pascales por encima del diseño de mezcla base. De la misma forma se analizó y registro lo obtenido después de las cuatro semanas de curado, a lo que encontramos que la muestra de concreto patrón a la que se le añadió 0.05% de grafeno, obtuvo valores analizados en laboratorio de cincuenta y tres mega pascales por encima de la muestra patrón, sin embargo, la muestra que se le incorporo 0,07% de grafeno obtuvo cuarenta y seis punto cincuenta mega pascales, siendo esta la que alcanzo un menor valor obtenido por laboratorio ASTM C39, la muestra a la que se le adiciono 0,01% y 0.03% de adición de grafeno alcanzó cuarenta y siete punto veinte y cuarenta y nueve mega pascales, respectivamente. De la misma forma se analizó, según ASTM C78 por los ensayos de flexión, los cuales arrojaron como resultado a la edad de tres días de curado, valores de cuatro punto veinticinco (0.01%), cuatro punto setenta y cinco (0.03%), cuatro punto cuarenta (0.05%), y cuatro punto veinticinco (0.07%) mega pascales, sobre el diseño de mezcla del concreto base; de la misma forma se observó y analizo los resultados se laboratorio luego de una semana de curado y los resultados fueron de cinco punto sesenta

(0.01%), seis punto veinte (0.03%), cinco punto ochenta (0.05%), y cinco punto sesenta (0.07%) mega pascales sobre el concreto patrón, por último, observo y analizo los resultados obtenidos en laboratorio después de cuatro semanas y se obtuvo que la muestra patrón con adición de 0,03% de grafeno obtuvo siete punto sesenta mega pascales por encima del diseño de mezcla base, alcanzando el máximo valor de $f'c$, sin embargo la muestra patrón con adición de 0,01% obtuvo seis punto treinta mega pascales, siendo esta la resistencia más baja, además las muestra de diseño de mezcla que se les incorporo grafeno en porcentajes de 0,05% y 0.07% alcanzaron resistencias de siete y seis punto cuarenta y cinco mega pascales, respectivamente. Entonces, según todo lo realizado en laboratorio relacionado a resistencia según la norma ASTM C39 Y ASTM C78, se afirma que, a la edad de cuatro semanas de curado, la mezcla que se le adiciono grafeno en porcentajes de 0.05% incremento un veinte punto uno por ciento por encima de la muestra patrón, siendo esta la mayor resistencia alcanzada según ASTM C39, mientras que según ASTM C78 al adicionar 0.03% se observa un aumento de un veinte nueve por ciento por encima del diseño de mezcla base, siendo este porcentaje con el que se alcanzó el mayor aumento.

En Lima, (Casayco , y otros, 2019) en su tesis titulado “Incorporación del Grafeno para Mejorar la Resistencia a Compresión del Concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, Lima, 2019”, El objetivo planteado en la capital del Perú fue observar y estudiar las propiedades del concreto que incorpora grafeno y así mejorar significativamente la $f'c$ de un diseño base de $f'c$ 175 kg/cm², para ello se realizaron estudios según la norma ASTM C39. Realizado con cuarenta y dos núcleos con edades de fraguado de una y cuatro semanas. Como resultado se obtuvieron ciento sesenta y uno punto cero tres kilogramos sobre centímetros cuadrados y dos cientos veintidós puntos uno kilogramos sobre centímetros cuadrados para el diseño de grafeno al 0.10% después de una y cuatro semanas, correspondientes a noventa y dos por ciento y ciento veintiséis punto nueve por ciento, lo que superó el % de $f'c$ mínimo de ochenta por ciento y cien por ciento, 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08% y 0,09% construcciones, después de una semana de curado, ciento cuarenta y nueve punto treinta kilogramos sobre centímetros cuadrados, ciento cincuenta punto cincuenta y tres kilogramos

sobre centímetros cuadrados, ciento cincuenta y cinco punto noventa kilogramos sobre centímetros cuadrados, ciento cincuenta y ocho punto diecisiete kilogramos sobre centímetros cuadrados y ciento cincuenta y ocho punto diez kilogramos sobre centímetros cuadrados . Después de cuatro semanas de curado se obtuvieron ciento setenta y nueve punto cuarenta kilogramos sobre centímetros cuadrados, ciento ochenta y dos punto cuarenta kilogramos sobre centímetros cuadrados, ciento noventa y uno punto treinta kilogramos sobre centímetros cuadrados, doscientos dos punto noventa kilogramos sobre centímetros cuadrados y doscientos dieciséis punto diez kilogramos sobre centímetros cuadrados, respectivamente. La conclusión es que cuanto más es la cantidad de grafeno en la estructura del hormigón, aumentara de forma significativa la tensión de compresión, en ese sentido podemos afirmar que el grafeno beneficia al concreto.

En el Callao, (Choque, 2021) en su artículo titulado “sobre cómo mejorar las propiedades mecánicas del hormigón con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ añadiendo grafeno, Callao, 2021”. El objetivo es hacer comprender la adición de nanos materiales de grafeno al 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% en el hormigón. Realizaron pruebas de fractura a una semana, dos semanas y cuatro semanas de curado, donde se registraron resultados positivos, ya que el 0,4% dio mejor resistencia y alcanzó doscientos ochenta y tres punto doce kilogramos sobre centímetros cuadrados a las cuatro semanas de curado. concreto base estándar con una presión de compresión de doscientos once punto veintiocho kilogramos sobre centímetros cuadrados, sobre el diseño de mezcla base con un esfuerzo de flexión de treinta y nueve punto cincuenta y tres mega pascales y al mismo tiempo sobre el esfuerzo de tracción radial de la muestra estándar es de cuarenta punto ochenta y tres mega pascales, que es cuarenta y seis mega pascales. Considerando que la dosificación de grafeno al 0,4% se basa en la combinación más adecuada investigada, su aplicabilidad es posible, con compresión superior al treinta y tres punto sesenta y siete por ciento, resistencia a la flexión superior al doce punto ochenta y tres por ciento y resistencia a la tracción superior al doce punto noventa y uno por ciento en condiciones básicas de prueba.

En Tarapoto, (Bartra , 2019) en su tesis titulado “Evaluación del efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico para aumentar la resistencia a la tracción del concreto $f'c$ 210 kg/cm² Tarapoto, 2018”, el objetivo es evaluar si los aditivos de nanotecnología de grafeno pueden mejorar al concreto en función a la norma ASTM C39 y su durabilidad ($f'c$ 210 kg/cm²). Las mezclas de concreto se realizaron mediante el procedimiento ACI, y se prepararon un total de 36 probetas entre concreto de encofrado y concreto incorporado con grafeno con 1%, 1.5% y 2% en peso de cemento, y se realizaron ensayos de compresión a probetas de 7 años de edad. días. concluyó que las propiedades físicas tanto del concreto seco como del fresco habían mejorado. Cuando el contenido de grafeno es del 1,00%, el $f'c$ es diez punto setenta y nueve por ciento más que la del hormigón normal; cuando el contenido de grafeno es del 1,50%, la $f'c$ aumenta en un once punto treinta por ciento; cuando el contenido de grafeno es del 2,00%, $f'c$ mejora en un diecisiete punto treinta y cinco por ciento, el mayor aumento. La $f'c$ se mantuvo durante una semana, la trabajabilidad también aumentó un 2,8%, pero el precio del hormigón con un 1,00% de masa de cemento añadido de grafeno aumentó un 43,12%.

En Lima, (Devi S.C., 2018) presento su investigación titulada “Efecto del grafeno sobre el rendimiento mecánico y de durabilidad del concreto, Lima, 2018” realizo distintos ensayos con el objetivo de incorporar grafeno al concreto y analizar su comportamiento frente a ensayos de resistencia a la compresión y tracción, además de evaluar su comportamiento termiónico. Para ello realizaron una muestra matrón, a la que se le añadió grafeno en % de 0.01%, 0.03%, y 0.05%. Se analizo el comportamiento químico del cemento con incorporación de GO, por lo que se concluye que el concreto patrón con 0.01% de grafeno en peso cemento, mejoro el $f'c$ en sesenta y tres por ciento y la de 0.05% entre un quince por ciento y treinta y tres por ciento de resistencia, además la resistencia a tracción del concreto patrón con incorporación de 0.03% de grafeno en peso cemento, mejoro en un cuarenta por ciento. En la investigación tambien se pudo determinar que el grafeno, elevo los resultados de $f'c$ entre veinte uno y cincuenta y cinco por ciento y la resistencia a tracción entre un dieciséis y treinta y ocho por ciento.

En Lima, (Devi, 2020) en su artículo titulado “Rendimiento mecánico y de durabilidad del hormigón incorporando grafeno, Lima, 2020”, Se trabajo con 1 mezcla patrón a la que se le incorporo 0.02%, 0.04%, 0.06% y 0.08% de grafeno en peso cemento a edades de una semana, cuatro semanas, ocho semanas y noventa días de curado. Se determino que la mezcla patrón con incorporación de 0.02% de GO, incremento la resistencia entre un doce por ciento y un veinte cuatro por ciento en su durabilidad, sin embargo, disminuyo en un cuatro por ciento su trabajabilidad. Tambien concluye que adicionar 0.06% obtendremos la mejor f'c.

En Lima, (Contreras, 2019) en su estudio “Incorporación de grafeno para mejorar las propiedades mecánicas de compresión del concreto f'c= 210 kg/cm², Lima 2019” Realizo una investigación experimental con enfoque cuantitativo, al que incorporo distintos porcentajes de grafeno. Para esta investigación se usaron distintos porcentajes como 0.02%, 0.04%, 0.06% al 0.08%. Los agregados (arena gruesa y graba) se compraron en la cantera san Martín- Ate. Se realizo una docena de muestras de concreto patrón y cuatro docenas de especímenes con distintos % de grafeno. Las muestras serán analizadas en distintas edades una semana, dos semanas y cuatro semanas de curado. Según los resultados obtenidos del laboratorio, se afirma que la muestra patrón con incorporación de 0.04% de grafeno alcanzo la máxima resistencia a con un 17% por encima de la muestra base.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

(Alvarez Risco, 2020) explica que existen diferentes opiniones en cuanto a la determinación del modelo de experimento, por ejemplo. Dependiendo de la dirección del modelo que se necesita, puede ser investigación: fundamental, empírica, aleatoria, explicativo.

Dependiendo del diseño de los estudios experimentales pueden ser: preexperimental, puramente teórico, y dependiendo del no experimental, puede ser transversal o longitudinal. Finalmente, los estudios son retrospectivos o prospectivos.

Según (Huaire Inacio, 2019), clasifico los diseños según su recopilación de información estudiado, sin embargo, dependiendo de la clasificación, pueden ser básicos o aplicados, literarios, o mixtos. Esta investigación cuantitativa está identificada por tipo informativo y ha tenido gran impacto en el campo de la construcción con enfoque en la arquitectura.

3.1.2 Diseño de investigación

Para (Ramos Galarza, 2021) La exploración implica manipular premeditadamente una variante y aprobar su finalidad. Además, sus sub diseños también se incluyen en estudios:

preexperimentales, cuasiexperimentales y experimentales. La investigación es de tipo experimental, porque analizamos el comportamiento del concreto con o sin incorporación de grafeno. La investigación es realizada con la finalidad de obtener un porcentaje optimo en la incorporación del grafeno como aditivo del concreto, por tal motivo los resultados se obtendrán mediante ensayos y estudios realizados en laboratorio, los que arrojarán la resistencia promedio de cada tipo de muestra sometida a pruebas de resistencia a la compresión y flexión.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Definición Conceptual

Variable Independiente: Grafeno

Según (Villacís, 2021) Definió que el grafeno es una lámina de varias capas de carbono. Entre sus características principales menciona, que el grafeno es duro, fuerte y duradero, además de ser un excelente conductor térmico, es flexible y es empleado para distintos campos científicos.

Variable Dependiente: Concreto

Para (Carlos Magno Chavarry Vallejos, 2020), menciona que el concreto es la mezcla de arena, grava, agua y cemento. Además, en estado plástico tiene la capacidad de adaptarse a cualquier molde, mientras que en su estado rígido es capaz de soportar grandes fuerzas axiales.

3.2.2 Definición operacional

Variable Independiente: Grafeno

Se mide mediante el análisis de la dosificación del grafeno, en 0.05%, 0.07% y 0.09% para concreto $f'c$ 280 kg/cm².

Variable Dependiente: Concreto

Se mide las propiedades mecánicas del concreto con adición de grafeno en dosificaciones de 0.05%, 0.07% y 0.09%. En ese sentido los ensayos de resistencia a la compresión y flexión el instrumento que se utilizará será la norma ASTM C39 y ASTM C78, respectivamente.

3.2.3 Indicadores:

Variable Independiente: Grafeno

Son los distintos porcentajes de dosificación del grafeno al 0.05%, 0.07% y 0.09%.

Variable Dependiente: Concreto.

Son los resultados de los ensayos de esfuerzos a la compresión y flexión del concreto a edades de una semana, dos semanas y cuatro semanas de curado.

3.2.4 Escala de medición:

Necesitamos comparar en que porcentajes aumenta o disminuye la resistencia a la compresión y flexión del concreto con incorporación de grafeno, por lo tanto, para la variable dependiente (concreto) y variable independiente (grafeno) se utilizara la escala de razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

Según (Robles Pastor, 2019) La población es el total de una unidad completa que se desea investigar, dicho, en otros términos, es el conjunto de elementos que se desea analizar. En ese sentido la población comprende a todas las probetas de concreto $f'c$ 280 kg/cm², con o sin adición de grafeno en dosificaciones de 0.05%, 0.07% y 0.09% en peso cemento.

- Criterios de Inclusión: Fueron incluidos Concretos $f'c$ 280 kg/cm² con y sin adición de grafeno a edades de curado de una semana, dos semanas y cuatro semanas, en porcentajes de grafeno en 0.05%, 0.07% y 0.09%.
- Criterios de exclusión: Fueron excluidos concretos que son diseñados a una resistencia mayor o menor a $f'c$ 280 kg/cm², los concretos que son diseñados con incorporación de otro aditivo diferente al grafeno y tambien los concretos que tienen porcentajes de incorporación de grafeno diferentes a 0.05%, 0.07% y 0.09% en peso cemento.

3.3.2. Muestra:

Para (Ludeña, 2021) La muestra es un sub conjunto de elementos que se elige y extrae de una población, con la finalidad de realizar un estudio u investigación.

Se realizarán 72 muestras, las cuales estarán distribuidas en 36 muestras para los ensayos de resistencia a la compresión y 36 muestras para los ensayos de flexión. Por lo tanto, se expresa en las tablas 1 y 2 la conformación, distribución y normativas utilizadas para cada una de las probetas, a fin de realizar los ensayos de compresión y flexión:

Tabla 1. Ensayo ASTM C39 para probetas de concreto con distintos porcentajes de grafeno.

Tipo de Ensayo ASTM C39	Edades (días)			Total
	7	14	28	
CP	3	3	3	9
CP + 0.05% grafeno	3	3	3	9
CP + 0.07% grafeno	3	3	3	9
CP + 0.09% grafeno	3	3	3	9
Total				36

Nota. Fuente: Elaboración propia. Se realizará 36 muestras para los ensayos de resistencia a la compresión aplicando la normativa ASTM C39.

Tabla 2. Ensayo ASTM C78 para vigas de concreto con distintos porcentajes de grafeno.

Tipo de Ensayo ASTM C78	Edades (días)			Total
	7	14	28	
CP	3	3	3	9
CP + 0.05% grafeno	3	3	3	9
CP + 0.07% grafeno	3	3	3	9
CP + 0.09% grafeno	3	3	3	9
Total				36

Nota. Fuente: Elaboración propia. Se realizará 36 muestras para los ensayos de resistencia a la flexión aplicando la normativa ASTM C78.

3.3.3. Muestreo:

Según (Escobar, 2023) En el muestreo se procede a realizar la distinción de un sector de datos que corresponde a un grupo de componentes llamado población. La parte elegida vendrá a ser la muestra.

Por lo tanto, en la presente investigación gracias a los ensayos realizados en laboratorio podremos estudiar las características de la población en un marco experimental intencionado. En ese sentido podemos afirmar que el muestreo realizado es no probabilístico.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Según (Hernández Mendoza, y otros, 2020) nos dice que consiste en realizar todos los pasos que nos permita recolectar información mediante un sistema estratégico que brinde un aporte significativo a la ciencia. Para ello, se realizará un diseño de mezcla para un concreto de $f'c$ 280 kg/cm², a las que se le añadirá 0,05%, 0,07% y 0,09% de grafeno, para posteriormente evaluar a una semana, dos semanas y cuatro semanas de curado. Estos ensayos serán realizados en el laboratorio, mediante la colocación de cargas, de tal manera que se pueda obtener resultados en los distintos ensayos sometidos.

Con este método obtendremos mejores resultados de los laboratorios, es un método preciso. Luego procederemos a pasar todos los resultados en Excel, donde nos facilitara interpretar mejor los resultados de laboratorio.

Según (Hinojosa Benavides, 2022) La observación es un método, donde utilizamos nuestra visión y audición, con la finalidad de captar acontecimientos o hechos de materia de estudio. El método cuantitativo tiene como principio analizar información en base a valores medibles, de tal manera que permita, a través de tablas, graficos, entre otras opciones presentadas, sea posible recolectar información, con el objetivo de validar o negar la hipótesis planteada.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

(Wileidys et al., 2019) Nos informa que, permite registrar información de la variable dependiente. En esta investigación experimental es necesario recolectar información de los ensayos realizados en laboratorio, considerando los protocolos de las normas ASTM y la Norma Técnica peruana.

3.5 Procedimientos

En esta investigación se ejecutará distintos ensayos considerando estrictamente todos los requisitos de las normativas vigentes.

5.1 Análisis granulométrico de agregados grueso y fino (ASTM C33-03/ NTP 400.012): Se realizará en análisis granulométrico con la finalidad de conocer la caracterización de los agregados, además es gracias a este ensayo que podremos conocer el MF y TMN, tanto para la grava como para la arena gruesa, cuyos valores son muy valiosos porque con estos podremos

obtener el volumen del agua, el contenido de aire atrapado, el volumen del agregado grueso para 1m³ de mezcla de concreto. Es necesario tener en cuenta que los valores de MF y TMN serán incorporados en una tabla donde se resumen todas las características de los materiales a emplear.

Según el MTC, podemos afirmar que, para la grava, cuyo TMN es de 3/4" se puede utilizar dos mil quinientos gramos como peso total, en ese sentido el peso de muestra tamizada sin plato es de dos mil cuatrocientos cuarenta y uno punto treinta gramos y en el plato quedo un residuo de cincuenta y ocho punto setenta gramos.

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Requisito de % que pasa
4 plg	100	0	0	0	100	-
3 1/2 plg	90	0	0	0	100	-
3 plg	76.2	0	0	0	100	-
2 1/2 plg	63.5	0	0	0	100	-
2 plg	50.6	0	0	0	100	-
1 1/2 plg	38.1	0	0	0	100	-
1 plg	25.4	0	0	0	100	100 - 100
3/4 plg	19.05	244.8	9.79	9.79	90.21	90 - 100
1/2 plg	12.7	739.7	29.59	39.38	60.62	-
3/8 plg	9.525	505.7	20.23	59.61	40.39	20 - 55
No 4	4.178	792	31.68	91.29	8.71	0 - 10
No 8	2.36	126	5.04	96.33	3.67	0 - 5
No 16	1.18	33.1	1.32	97.65	2.35	-
Plato		58.7	2.35	98.68	1.32	
TOTAL		2500	100			

Nota. Fuente: Elaboración propia. Según la norma ASTM C33, la grava debe pasar los tamices 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", n° 4, n° 8 y n° 16.

Con los resultados obtenidos realizamos la curva granulométrica:

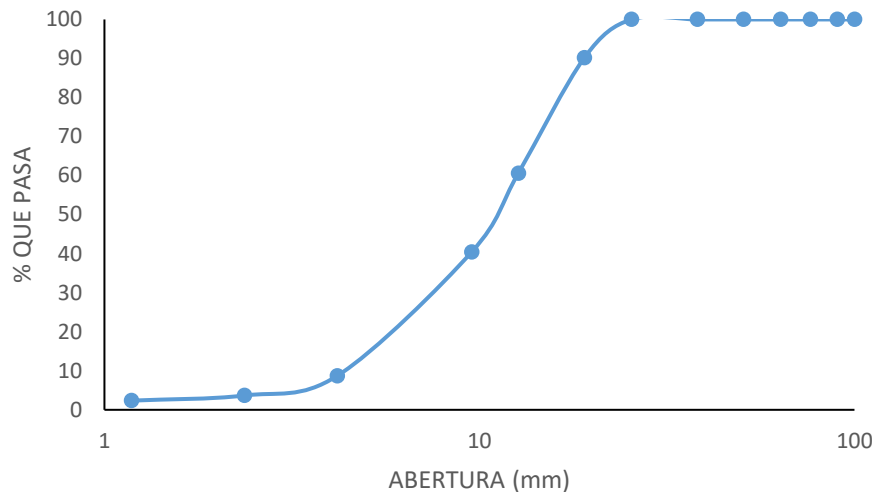


Figura 2. Curva granulométrica del agregado grueso. Tomada de “Tabla Análisis granulométrico del agregado grueso – MTC”, elaboración propia.

Según el MTC, podemos afirmar que, para la arena gruesa, cuyo TMN es de 3/8” se puede utilizar quinientos gramos como peso total de la muestra matizada, en ese sentido el peso de muestra tamizada sin plato es de quinientos gramos, el peso de muestra tamizada sin plato es de cuatrocientos ochenta y ocho gramos y en el plato quedo un residuo de doce gramos. Se muestra los datos obtenidos del proceso del tamizado:

Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado fino.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Requisito de % que pasa
3/8 plg	9.525	0	0	0	100	100
No 4	4.178	21.2	4.24	4.24	95.76	95 - 100
No 8	2.36	70.3	14.06	18.3	81.7	80 - 100
No 16	1.18	72.7	14.54	32.84	67.16	50 - 85
No 30	0.6	52.9	10.58	43.42	56.58	25 - 60
No 50	0.3	78.8	15.76	59.18	40.82	5 - 30
No 100	0.15	192.1	38.42	97.6	2.4	0 - 10
Plato		12.7	2.54	100.14	-0.14	
TOTAL		500.7	100.14			

Nota. Fuente: Elaboración propia. Para el agregado fino según la normativa ASTM C33 nos dice que los tamices deben ser ,3/8 " ,nº 4,nº 8,nº 16,nº 30,nº 50,y nº 100.

Con los resultados obtenidos realizamos la curva granulométrica:

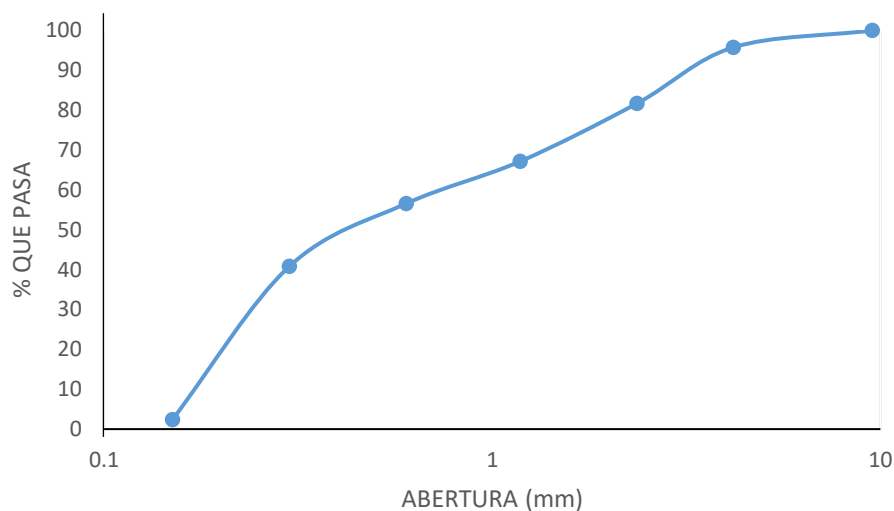


Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso. Tomada de “Tabla Análisis granulométrico del agregado grueso – MTC”, elaboración propia.

Los valores de los agregado grueso y fino deben estar incluidos en una tabla de cálculo de módulo de finura. Además, es necesario tener en cuenta que MF para la arena gruesa, debe estar en un rango de dos punto tres y tres punto uno y para el agregado grueso, el rango es de siete punto tres y ocho punto nueve, por lo tanto, podemos firmar que mientras más grande sea el agregado, mayor será el valor del módulo de fineza.

5.2 Contenido de humedad de los agregados (MTC E 215 / NTP 339.185):

- Se realiza con tres muestras, por tal motivo en primer lugar pesamos y registramos en peso de las taras. Los valores obtenidos de las taras que servirán para realizar el ensayo de contenido de humedad del agregado grueso son: setenta y ocho gramos para la muestra uno, setenta y nueve punto veinte gramos para la muestra dos y ochenta punto treinta gramos para la muestra tres. Los valores obtenidos de las taras que servirán para realizar el ensayo de contenido de humedad del agregado fino son: noventa y seis punto noventa gramos para la muestra uno, sesenta y tres punto diez gramos para la muestra dos y noventa y tres punto ochenta gramos para la muestra tres.

- Pesamos y registramos el peso de tara + agregado húmedo, de la muestra uno, muestra dos y muestra tres, dando como resultados para el agregado grueso: mil quinientos cincuenta y dos punto sesenta gramos, mil cuatrocientos sesenta y ocho punto noventa gramos y mil quinientos treinta y nueve punto veinte gramos respectivamente. Los resultados obtenidos para el agregado fino son: novecientos setenta y nueve punto ochenta gramos para la muestra uno, ochocientos cuarenta y cuatro punto cuarenta gramos para la muestra dos y mil veintiuno punto treinta gramos para la muestra tres.
- Introducimos todo al horno durante veinticuatro horas a $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$, con la finalidad que se evapore el contenido de agua.
- Luego del secado de la muestra procedemos a pesar (peso de tara + agregado seco), dando como resultados para el agregado grueso: mil quinientos cuarenta y seis punto sesenta gramos para la muestra uno, mil cuatrocientos sesenta gramos para la muestra dos y mil quinientos veintinueve gramos para la muestra tres. Los resultados para el agregado fino son: novecientos setenta y tres punto cuarenta gramos para la muestra uno, ochocientos treinta y ocho punto cuarenta gramos para la muestra dos, mil diecisiete punto cuarenta gramos para la muestra tres.
- Sacamos el promedio de las tres muestras y obtenemos como resultado que el porcentaje de humedad de la grava es de 0.59 y el porcentaje de humedad de la arena gruesa es 0.64%.

5.3 Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C 127 / NTP 400.021).

El valor promedio obtenido del peso específico para la grava es de 2.62 y para él % de absorción se obtuvo un valor promedio de 1.62%. El procedimiento a seguir es:

- Lavamos el agregado grueso, con la finalidad de limpiar todo el polvo adherido al material y luego se deja sumergido en agua durante 24 horas.
- Escurrimos el agua de nuestra muestra y secamos nuestro agregado grueso con un trapo o paño limpio, para darle la condición saturada superficialmente seco.

- Registramos el peso del platón y añadimos el material saturado superficialmente seco, para luego pesar una canastilla dentro del agua.
- Pesamos nuestro agregado en condición saturada superficialmente seco dentro de la canastilla para luego ser pesado en el agua. Registramos todo sumergido.
- Extraemos todo de la canastilla y añadimos al platón y llevamos a secado durante veinticuatro horas a $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$.
- Sacamos del horno y esperamos a que se enfríe a temperatura ambiente.
- Pesamos el material seco más el platón.

5.4 Gravedad específica y absorción de los agregados finos (ASTM C 128 / NTP 400.022):

El valor promedio obtenido del peso específico para la arena gruesa es de 2.66 y para él % de absorción se obtuvo un valor promedio de 0.85%. El procedimiento a seguir es:

- Utilizaremos dos fiolas a las que se le agregara quinientos ml de agua destilada a cada una.
- Taramos un recipiente y pesamos quinientos gramos de agregado fino.
- Agregamos el agregado fino dentro de las fiolas y procedemos a pesar cada muestra.
- Las dos muestras se colocan a hervir.
- Luego de extraer todos los vacíos pesamos las muestras.
- Llevamos las muestras a un platón para colocar en un horno por un periodo aproximado de veinticuatro horas a $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{ C}$.
- Pesamos y restamos el platón.

5.5 Peso unitario y vacíos de los agregados (ASTM C 29/ NTP 400.017):

El peso unitario suelto del agregado grueso y fino, se determinó mediante dos muestras para cada agregado. Para ellos se siguió el siguiente procedimiento:

- Es necesario tener el valor del peso y volumen del depósito.
- Con un cucharón agregamos el material en el molde.
- Pesamos el molde con el agregado sin compactar, dando como resultados treinta mil quinientos cincuenta gramos en la muestra uno y

treinta mil doscientos gramos en la muestra dos, para la grava. Treinta y un mil seiscientos gramos en la muestra uno y treinta y un mil seiscientos cincuenta gramos en la muestra dos, para el agregado fino.

- Con los datos obtenidos calculamos el promedio Pu de las muestras uno y dos, determinamos que para la grava su Pu promedio es 1.566 gr/cm³ y presenta 40.20 % en su porcentaje de vacíos, mientras que la arena gruesa su peso unitario es 1.656 gr/cm³ y presenta 37.72% en su porcentaje de vacíos.

El peso unitario compactado por apisonado tanto de la grava como de la arena gruesa, se determinó mediante dos muestras para cada agregado. Para ellos se siguió el siguiente procedimiento:

- Es necesario tener el valor del peso y volumen del depósito.
- Agregar el material en el molde en tres capas (1/3, 2/3 y 100%).En cada capa se empareja con la mano y se apistona con 25 golpes con la varilla lisa de 5/8" distribuida de manera uniforme.
- Pesamos el molde con el agregado compactado, dando como resultados: treinta y un mil setecientos cincuenta gramos en la muestra uno y treinta y dos mil gramos en la muestra dos, para el agregado grueso. Treinta y tres mil ochocientos gramos en la muestra uno y treinta y tres mil ochocientos diez gramos en la muestra dos, para la arena.
- Calculamos el promedio del peso unitario de las muestras 1 y 2, determinamos que para la grava su Pu promedio es 1.673 gr/cm³ y presenta 36.11 % en su porcentaje de vacíos, mientras que para la arena su Pu es 1.811 gr/cm³ y presenta 31.87% en su porcentaje de vacíos.

5.6 Diseño de mezclas según el método del ACI 211.1:

Con la ficha técnica del cemento y con los ensayos realizados en laboratorio, diseñamos el concreto patrón. Para ello tomamos en cuenta lo siguiente:

- Trabajamos con una consistencia pastica, con asentamiento de 3 a 4 pulgadas, considerado una mezcla trabajable.
- Determinamos que para nuestro concreto f'c 280kg/cm² según ACI se le debe añadir ochenta y cuatro unidades, por lo tanto, la resistencia promedio requerida es f'cr 364 kg/cm².

- La relación agua/ cemento es muy importante al momento del diseño de mezcla, ya que mientras menos agua tenga la mezcla de concreto, más alta será su resistencia. Es por ello que, para determinar el contenido de agua, se debe tener en cuenta el asentamiento según consistencia (3 a 4") y el TMN de la grava (3/4"), además vamos a trabajar sin aire incorporado. De tal manera que, según la tabla de volumen unitario de agua, podemos afirmar que se necesita doscientos cincuenta litros.
- Del mismo modo considerando que 3/4" es el TMN de la grava, podemos afirmar que 2.00 % es el contenido de aire atrapado.
- Considerando f'_{cr} es 364 kg/cm², podemos calcular la selección de la relación agua/ cemento por resistencia. Para ello hacemos una interpolación y obtenemos un valor de 0.466.
- La relación agua/ cemento es de 0.466 y el valor de agua es doscientos cincuenta litros, por lo tanto, se obtiene que la cantidad de cemento que se necesita es de cuatrocientos treinta y nueve punto noventa y uno kilogramos u once bolsas de cemento.
- Conociendo que el MF de la arena es dos punto cincuenta y seis y TMN de nuestra muestra es 3/4", por interpolación utilizando la tabla del agregado grueso por unidad de volumen de concreto obtenemos un valor de 0.644 m³ y multiplicando el volumen del agregado grueso seco y compactado tenemos como resultado que el peso del agregado grueso es mil setenta y ocho punto cuarenta kilogramos.
- Para hallar el peso de la arena, primero tenemos que calcular el volumen absoluto del cemento, agua, aire y grava, en este caso del cemento es 0.148 m³, del agua es 0.205 m³, del aire es 0.020 m³, de la grava es 0.412 m³ y finalmente podemos calcular que 0.215 m³ es el volumen de la arena que multiplicando por su P_e obtenemos quinientos setenta y dos punto sesenta y tres kilogramos.
- Es necesario realizar ajustar los valores de la humedad de los agregados, en este caso considerando que la grava contiene 0.59 % de humedad y mil setenta y ocho punto cuarenta kilogramos es el peso seco, entonces aplicando la formula obtenemos el peso de la grava corregido es mil ochenta y cuatro punto setenta y dos kilogramos. De la misma forma

consideramos que el agregado fino contenido 0.64 % de humedad y 572.63 kg es el peso seco, entonces aplicando la formula obtenemos que el contenido de agregado seco corregido es de quinientos setenta y seis punto treinta y un kilogramos.

- Calculamos los aportes de agua a la mezcla Considerando que la grava contiene 0.59 % de humedad, 1.62% de absorción y 1084.72 kg es el peso seco corregido, entonces aplicando la formula obtenemos que el agua del agregado grueso es -11.13 lts. De la misma forma consideramos que el agregado fino contenido 0.64 % de humedad, 0.85% de absorción y 576.31 kg es el peso seco corregido, entonces aplicando la formula obtenemos que el agua de la arena es -1.18 lts. Finalmente, el aporte de agua a la mezcla será la suma de ambos, obteniendo un valor de -12.31 lts. Conociendo que 205 litros es el valor del volumen unitario del agua, a esto restamos (205 - -12.31) y obtenemos que el agua neta es 217.31 lts.
- Finalmente es:

CEMENTO	:	AGREGADO FINO	:	AGREGADO GRUESO	:	AGUA
1	:	1.31	:	2.47	:	20.99

3.5.2 Ensayo de slump (NTP 339.035).

Es una prueba de consistencia, que utilizando el cono de cono de abrams e incorporando 3 capas de concreto fresco (previamente compactado) medimos el asentamiento de la mezcla luego de desmoldarlo. Para este ensayo ensayo utilizaremos los siguientes equipos:

- Cono abrams.
- Varilla de 24" de largo por 5/8" de diámetro que deberá tener uno o ambos extremos redondeados semiesféricamente.
- Una regla, cuya medida mínima debe ser de 12"
- Una palilla para mixturar la muestra de hormigón fresco.

Los pasos a seguir son: en primer lugar, se debe buscar un lugar perfectamente alineado para proseguir a humedecer el cono. Luego

llenaremos con ayuda de la cuchara el concreto en tres etapas, una vez finalizado debemos tener en cuenta que debería estar al ras del cono, es por eso que con ayuda de una varilla anivelaremos el molde al ras. El molde se levantará en forma vertical en un tiempo de 5 a 10 segundos. Finalmente, una vez terminado voltearemos el cono y colocaremos una varilla transversal para la toma de medida y ver como se encuentra el diseño de mezcla.

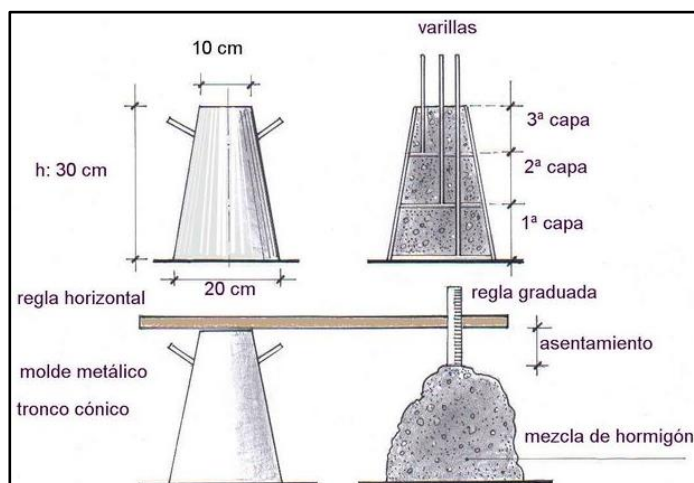


Figura 4. Cono de Abrams. Tomada de “construmatica – Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción”, (Construmatica, 2021).

3.5.3 Preparación y curado de probetas según la norma ASTM C31

- Consideramos que los testigos son de forma cilíndrica, cuyas medidas utilizadas fueron de 4”x8”, el material de las probetas es de acero, ya que este es no absorbente y no reactivo con el hormigón.
- Llenamos el concreto en el interior de las probetas en 3 etapas y con la varilla, en cada capa realizamos 25 punzadas. Para obtener un mejor llenado y evitar las cangrejeras damos golpes suaves en distintos puntos de la probeta con ayuda del mazo de goma.
- Comprobar que el llenado sea el correcto y en caso de algún excedente se lo retira con ayuda de la varilla.
- Se recomienda agregar códigos en las muestras, para reconocerlas y distinguirlas con facilidad.

- Después de 24 horas extraer las muestras de concreto y proceder al curado de acuerdo a los días estipulados por el investigado.

3.5.4 Resistencia a la compresión (ASTM C39):

En este procedimiento utilizaremos una carga de compresión uniaxial a una velocidad de carga específica ($0.25 \pm 0.05 \text{ Mpa/s}$). para obtener la resistencia debemos calcular dividiendo la carga máxima entre el área de la sección transversal. Utilizaremos un aparato de ensayo, lo cual cumple con todos los parámetros de precisión y exactitud, lo cual cuenta con un porcentaje de error no mayor $\pm 1 \%$ de la carga indicada.

El procedimiento se utiliza mayormente debes de extraer cada muestra del agua ya que es necesario que conserve su humedad. El esfuerzo a la compresión, se determinará de acuerdo a la resistencia que ejerce la en toda su estructura la probeta. Además, se tiene que tener en cuenta que en el proceso la carga ira incrementando, ocasionando que las probetas reaccionen y se deformen.

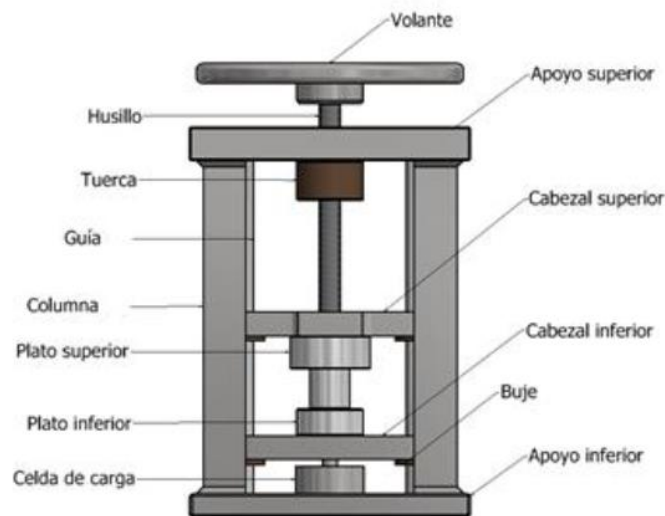


Figura 5. Ensayo de la compresión. Tomada de “Máquina para ensayo de compresión en materiales utilizados en ingeniería de tejidos”, (Rivero, et al., 2019).

3.5.5 Resistencia a la flexión según la norma ASTM C78:

(Calderon, 2022) El ensayo de resistencia a flexión se realiza utilizando una viga de concreto, la misma que será marcada en tres puntos de aplicación de carga. Los valores del módulo de rotura que se reportan estarán en MPa.

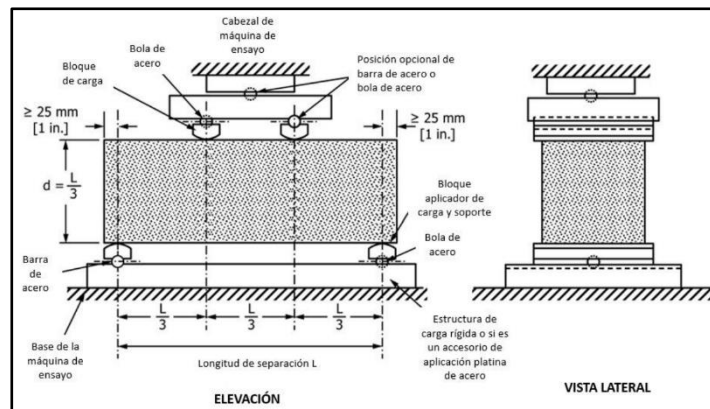


Figura 6. Ensayo ASTM C78. Tomada de “Normas ASTM C78”, (ASTM-international, 2019)

3.6 Método de análisis de datos

Para (Escuela Superior de Ingenieros Comerciales, 2022) El análisis estadístico nos permite explorar, examinar y comprender los datos, con la finalidad de encontrar patrones, los cuales serán analizados y finalmente interpretados.

Los datos cuantitativos fueron obtenidos mediante los ensayos ASTM C39 y ASTM C78, para los cuales se utilizaron probetas a las que se les evaluó con y sin incorporación de grafeno, los cuales fueron regulados por las normativas vigentes. La información se recolecto en las fichas de validación del instrumento, para luego pasar toda la información a Excel, herramienta con la cual analizamos mediante graficos y tablas que fueron necesarias para nuestra investigación cuantitativa.

3.7 Aspectos éticos

Esta investigación utilizó resultados de búsqueda de varias fuentes como Scopus, ScienceDirect, Dialnet, Scielo, Redalyc y Google Académico. Se recopiló la información necesaria de artículos, tesis, revistas y normas vigentes. Todos los ensayos tuvieron como sede de desarrollo en el prestigioso centro de investigación especializado en geotecnia y materiales Crisal, demostrando así la confiabilidad y validez de la investigación.

IV. RESULTADOS

Después de haber realizados todos los ensayos que dieron pase y permitieron someter las muestras a distintos esfuerzos, podemos realizar el análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%. Con ayuda de CRISAL ingeniería y arquitectura, según los objetivos planteados.

Se determinó la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno a los 7, 14 y 28 días con porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno, de la siguiente manera:

Tabla 5. Seguimiento del ensayo ASTM C39 a una semana de curado.

Muestra	N° de Testigo	Edad (días)	Carga		Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Mpa
			KN	Kgs.		
CP	1	7	181.32	18483.2	227.98	22.357
	2	7	175.93	17933.7	221.20	21.692
	3	7	184.00	18756.4	231.35	22.688
			PROMEDIO		226.84	22.246
CP+0.05% Grafeno	1	7	197.57	20139.7	248.36	24.356
	2	7	191.34	19504.6	239.64	23.501
	3	7	197.01	20082.6	247.47	24.269
			PROMEDIO		245.16	24.042
CP +0.07% Grafeno	1	7	177.6	18104	222.38	21.808
	2	7	175.12	17851.2	219.19	21.495
	3	7	171.74	17506.6	215.34	21.118
			PROMEDIO		218.97	21.474
CP +0.09% Grafeno	1	7	165.32	16852.2	207.86	20.384
	2	7	160.99	16410.8	202.42	19.851
	3	7	164.30	16748.2	206.58	20.259
			PROMEDIO		205.62	20.164

Nota. Fuente: Elaboración propia. La tabla 5, nos permite analizar después de haber sometido las probetas al ensayo ASTM C39 luego de una semana de curado. Al realizar un promedio para los distintos tipos de muestras, podemos darnos cuenta que la muestra de concreto patrón obtuvo doscientos veintiséis puntos ochenta y cuatro kilogramos sobre centímetros cuadrado, sin embargo, las probetas con 0.05% de grafeno alcanzo doscientos cuarenta y cinco punto dieciséis kilogramos sobre centímetros cuadrado, siendo esta la que alcanzó el máximo incremento. No

obstante, las probetas con 0.07% obtuvo doscientos dieciocho punto noventa y siete kilogramos sobre centímetros cuadrado y con 0.09% obtuvo doscientos cinco punto sesenta y dos kilogramos sobre centímetros cuadrado. En ese sentido, comparando todos los resultados con el concreto patrón, podemos concluir que a una semana de curado el concreto con 0.05% supero en ocho punto cero setenta y seis por ciento, la muestra con 0.07% obtuvo un tres punto cuatrocientos sesenta y nueve por ciento por debajo y el concreto con incorporación de 0.09% de grafeno obtuvo un nueve punto trescientos cincuenta y cinco por ciento por debajo de la muestra base, siendo esta ultima la que alcanzo la resistencia promedio más baja.

Tabla 6. Seguimiento del ensayo ASTM C39 a las dos semanas de curado.

Muestra	N° de Testigo	Edad (días)	Carga		Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Mpa
			KN	Kgs.		
CP	1	14	205.46	20943.9	258.33	25.334
	2	14	207.01	21101.9	260.28	25.525
	3	14	205.65	20963.3	258.57	25.357
			PROMEDIO			259.06
C.P +0.05% Grafeno	1	14	216.21	22039.8	271.85	26.659
	2	14	213.91	21805.3	268.96	26.376
	3	14	212.23	21634.1	266.85	26.169
			PROMEDIO			269.22
CP +0.07% Grafeno	1	14	202.92	20685	255.14	25.021
	2	14	201.25	20514.8	253.04	24.815
	3	14	206.07	21006.1	259.1	25.409
			PROMEDIO			255.76
CP +0.09% Grafeno	1	14	171.71	17503.6	215.9	21.173
	2	14	170.88	17419	214.85	21.070
	3	14	177.87	18131.5	223.64	21.932
			PROMEDIO			218.13

Nota. Fuente: Elaboración propia. La tabla 6, nos permite analizar después de haber sometido las probetas al ensayo ASTM C39 luego de dos semanas de curado. Al realizar un promedio para los distintos tipos de muestras, podemos darnos cuenta que la muestra de concreto patrón obtuvo doscientos cincuenta y nueve punto cero seis kilogramos sobre centímetros cuadrado, sin embargo, las probetas con 0.05% de grafeno alcanzo doscientos sesenta y nueve punto veintidós kilogramos sobre centímetros cuadrado, siendo esta la que alcanzó el máximo incremento. No

obstante, las probetas con 0.07% obtuvo doscientos cincuenta y cinco punto setenta y seis kilogramos sobre centímetros cuadrado y con 0.09% obtuvo doscientos dieciocho punto trece kilogramos sobre centímetros cuadrado. En ese sentido, comparando todos los resultados con el concreto patrón, podemos concluir que a una semana de curado el concreto con 0.05% supero en tres punto novecientos veintidós por ciento, la muestra con 0.07% obtuvo un uno punto doscientos setenta y tres por ciento por debajo y el concreto con incorporación de 0.09% de grafeno obtuvo un quince punto setecientos noventa y nueve por ciento por debajo de la muestra base, siendo esta ultima la que alcanzo la resistencia promedio más baja.

Tabla 7. Seguimiento del ensayo ASTM C39 a las cuatro semanas de curado.

Muestra	N° de Testigo	Edad (días)	Carga		Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Mpa
			KN	Kgs.		
CP	1	28	207.67	21169.2	261.11	25.606
	2	28	227.45	23185.5	285.98	28.045
	3	28	214.86	21902.1	270.15	26.493
	PROMEDIO				272.41	26.715
CP +0.05% Grafeno	1	28	230.63	23509.7	289.98	28.437
	2	28	251.19	25605.5	315.83	30.972
	3	28	247.87	25267.1	311.66	30.563
	PROMEDIO				305.82	29.991
CP +0.07% Grafeno	1	28	216.21	22039.8	271.85	26.659
	2	28	213.91	21805.3	268.96	26.376
	3	28	212.23	21634.1	266.85	26.169
	PROMEDIO				269.22	26.401
CP +0.09% Grafeno	1	28	206.12	21011.2	259.16	25.415
	2	28	198.2	20203.9	249.21	24.439
	3	28	210.88	21496.4	265.15	26.002
	PROMEDIO				257.84	25.285

Nota. Fuente: Elaboración propia. La tabla 7, nos permite analizar después de haber sometido las probetas al ensayo ASTM C39 luego de cuatro semanas de curado. Al realizar un promedio para los distintos tipos de muestras, podemos darnos cuenta que la muestra de concreto patrón obtuvo doscientos setenta y dos punto cuarenta y uno kilogramos sobre centímetros cuadrado, sin embargo, las probetas con 0.05% de grafeno alcanzo trescientos cinco punto ochenta y dos kilogramos sobre centímetros cuadrado, siendo esta la que alcanzó el máximo incremento. No obstante, las probetas con 0.07% obtuvo doscientos sesenta y

nueve punto veintidós kilogramos sobre centímetros cuadrado y con 0.09% obtuvo doscientos cincuenta y siete punto ochenta y cuatro kilogramos sobre centímetros cuadrado. En ese sentido comparando todos los resultados con el concreto patrón, podemos concluir que a una semana de curado el concreto con 0.05% supero en doce punto doscientos sesenta y cuatro por ciento, la muestra con 0.07% obtuvo un uno punto ciento setenta y uno por ciento por debajo y el concreto con incorporación de 0.09% de grafeno obtuvo un cinco punto trescientos cuarenta y nueve por ciento por debajo de la muestra base, siendo esta ultima la que alcanzo la resistencia promedio más baja.

Es importante tener en cuenta que la granulometría, la relación agua cemento, temperatura y correcto curado, forman parte de la influencia del concreto al ser sometido a fuerzas axiales, puesto que va aumentando de forma progresiva, hasta alcanzar su máxima resistencia, sin embargo, se puede ver afectada por no tener llevar un correcto proceso de análisis y elaboración del concreto. Es necesario recalcar que en los primeros días de curado su incremento de resistencia es acelerado, pero con el pasar de los días, este incremento se ralentiza hasta alcanzar una resistencia estabilizada. Se espera que en el curado el concreto alcance un sesenta y cinco por ciento de su resistencia una semana, noventa por ciento dos semanas y noventa y nueve por ciento en cuatro semanas.

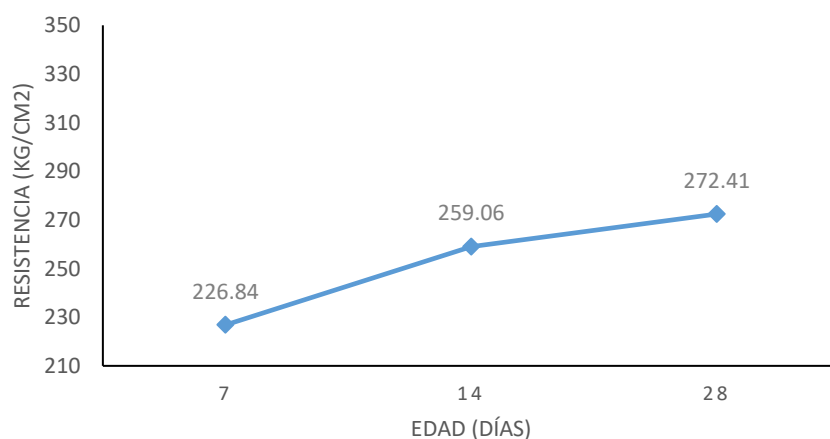


Figura 7. Análisis del progreso en su resistencia del CP a distintas edades según ASTM C39. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7, observamos que el f_c del concreto va aumentando de forma progresiva el porcentaje de diseño, alcanzando ochenta y ocho punto siete por ciento a una semana, noventa y dos punto cincuenta y dos por ciento a dos semanas y un noventa y siete punto veinte nueve por ciento a las cuatro semanas.

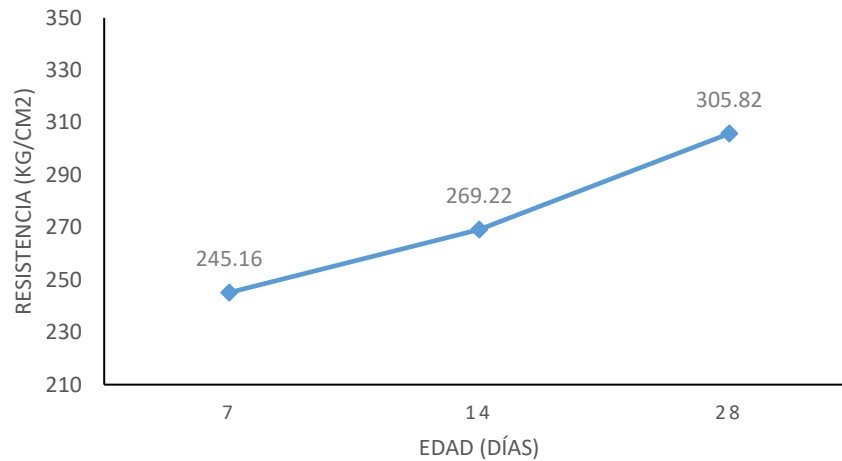


Figura 8. Análisis del progreso en su resistencia del CP +0.05G a distintas edades según ASTM C39. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, observamos que la resistencia del concreto + 0.05% grafeno va aumentando de forma progresiva el porcentaje de diseño, alcanzando ochenta y siete punto cincuenta y cinco por ciento a una semana, no superando al concreto patrón quien alcanzo ochenta y ocho punto siete por ciento, sin embargo, alcanzo noventa y seis punto quince por ciento a dos semanas, sobre poniéndose por encima del concreto patrón, quien solo llego a noventa y dos punto cincuenta y dos por ciento. y un ciento nueve punto veintidós por ciento a cuatro semanas elevándose con un f_c mayor al concreto patrón que solo alcanzo un noventa y siete punto veintinueve por ciento.

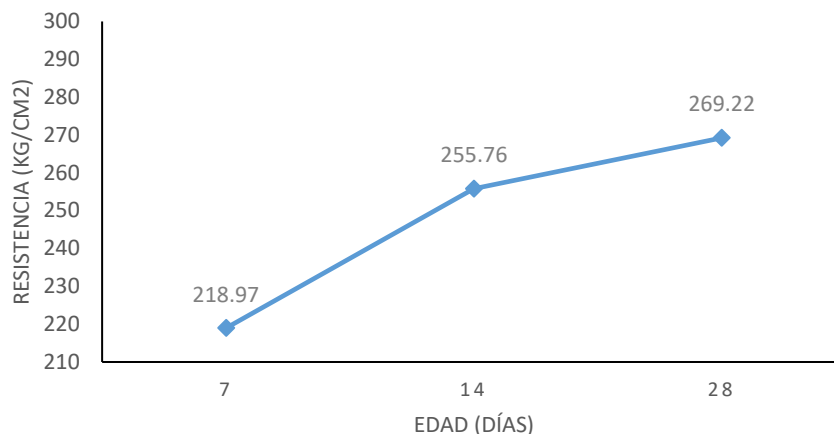


Figura 9. Análisis del progreso en su resistencia del CP+0.07G a distintas edades según ASTM C39. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9, observamos que la resistencia del concreto + 0.07% grafeno va aumentando de forma progresiva el porcentaje de diseño, alcanzando setenta y ocho punto veinte por ciento a una semana, no superando al concreto patrón quien alcanzo ochenta punto setenta por ciento, de la misma forma, alcanzo noventa y uno punto treinta y cuatro por ciento a dos semanas, quedando por debajo del concreto patrón que alcanzo noventa y dos punto cincuenta y dos por ciento. y por último se obtuvo un noventa y seis punto quince por ciento a cuatro semanas que no alcanzo ni sobre paso al concreto patrón que alcanzo un noventa y siete punto veintinueve por ciento.

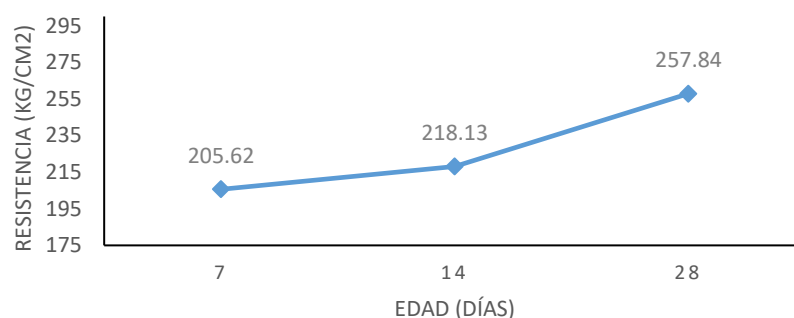


Figura 10. Análisis del progreso en su resistencia del CP+0.09G a distintas edades según ASTM C39. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10, observamos que la resistencia del concreto + 0.09% grafeno va aumentando de forma progresiva el porcentaje de diseño, alcanzando setenta y tres punto cuarenta y cuatro por ciento a una semana, setenta y siete punto noventa por ciento a las dos semanas y un noventa y dos punto cero nueve por ciento a las cuatro semanas. observamos que la resistencia del concreto + 0.09% grafeno va aumentando de forma progresiva el porcentaje de diseño, alcanzando setenta y tres punto cuarenta y cuatro por ciento a una semana, no superando al concreto patrón quien alcanzo ochenta y ocho punto setenta por ciento, de la misma forma, alcanzo setenta y siete punto noventa por ciento a las dos semanas, encontrándose por debajo del concreto patrón que alcanzo noventa y dos punto cincuenta y dos por ciento. y por último se obtuvo un noventa y dos punto cero nueve por ciento a las cuatro semanas no pudo sobre ponerse al concreto patrón que alcanzo un noventa y siete punto veinte nueve por ciento.

El concreto que se le adiciono un 0.05% de grafeno en peso cemento, alcanzo la misma resistencia a las cuatro semanas, sin embargo, las probetas que se les adiciono 0.07% y 0.09% de grafeno en peso cemento, a los 28 días de curado alcanzaron resistencias muy por debajo en relación al diseño de mezcla inicial que se le considero para hacer las comparaciones respectivas.

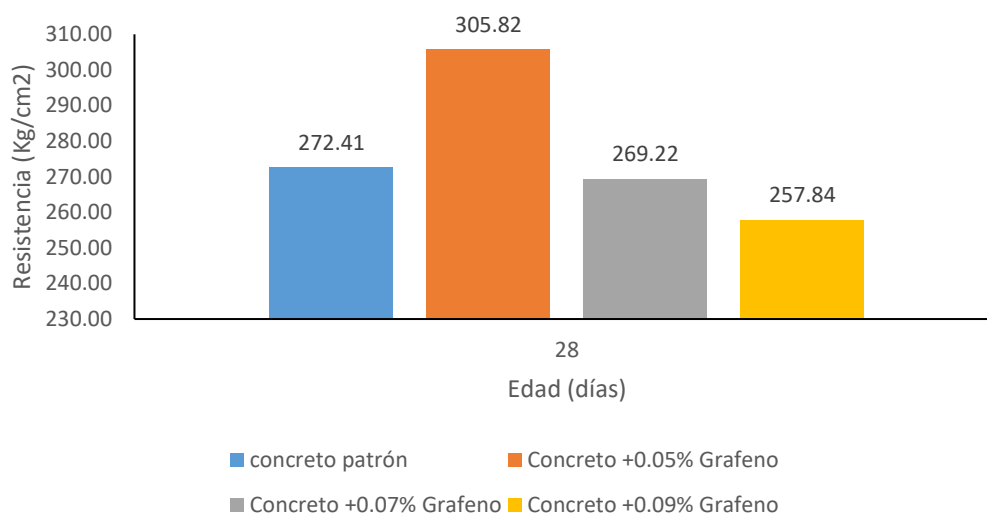


Figura 11. Resumen de la resistencia a la comprensión de concreto con incorporación de grafeno. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11, existe un patrón de f_c , por lo tanto, al evaluar y comparar las muestras a las que se le adiciono grafeno con las muestras del diseño de mezcla base, notamos que la dosificación de 0.05% de grafeno aumenta la resistencia en un nueve punto veintidós por ciento, mientras que con la dosificación de 0.07% la resistencia empieza a bajar tres punto ochenta y cinco por ciento y con la dosificación de 0.09% también baja siete punto noventa y dos por ciento. Con esto llegamos a inferir que gana mayor resistencia con la dosis de 0.05% de grafeno, sin embargo, con dosificaciones mayores, esta resistencia disminuye, como es el caso de las probetas con 0.07% y 0.09%. Además, contemplamos que no hay relación directamente proporcional entre el incremento de la resistencia con el porcentaje de grafeno ya que el grafeno logro un aumento significativo en f_c del diseño de mezcla base solo con 0.05%, mientras que con 0.07% y 0.09% reduce.

En laboratorio, también se pudo evaluar la resistencia a la flexión del concreto f_c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno a una semana, dos semanas y cuatro semanas con porcentajes de 0.05%,0.07% y 0.09% de grafeno. Los resultados obtenidos son:

Tabla 8. Seguimiento del ensayo ASTM C78 a una semana de curado.

Muestra	N° de Testigo	Edad (días)	Carga Máxima Kgs	KN	Módulo de Rotura (Mpa)
CP	1	7	2302.53	22.58	3.08
	2	7	2212.79	21.70	2.96
	3	7	2277.03	22.33	3.04
	PROMEDIO				3.03
CP +0.05% Grafeno	1	7	2387.16	23.41	3.19
	2	7	2015.99	19.77	2.69
	3	7	2247.46	22.04	3.00
	PROMEDIO				2.96
CP +0.07% Grafeno	1	7	1962.96	19.25	2.62
	2	7	2055.76	20.16	2.75
	3	7	2018.03	19.79	2.70
	PROMEDIO				2.66
CP +0.09% Grafeno	1	7	1549.97	15.20	2.07
	2	7	1673.36	16.41	2.24
	3	7	2124.08	20.83	2.84
	PROMEDIO				2.38

Nota. Elaboración propia. La tabla 8, analizamos las vigas que fue fueron sometidos al ensayo de resistencia a la flexión a una semana curado Examinamos que la muestra del diseño de mezcla base tiene como módulo de rotura promedio a tres punto cero tres mega pascales, siendo esta la que alcanzó el máximo incremento, además se observa que incorporar 0.05% de grafeno obtenemos un módulo de rotura de dos punto noventa y seis mega pascales, las que se incorporó 0.07% y 0.09% de grafeno alcanzaron un módulo de rotura de dos punto sesenta y seis mega pascales y dos punto treinta y ocho mega pascales, respectivamente. Por lo tanto, incorporar 0.05% de grafeno obtenemos un dos punto treinta y uni por ciento por debajo de la muestra base, incorporando 0.07% de grafeno se obtiene un doce punto veintiuno por ciento por debajo de la muestra base y el concreto con incorporación de 0.09% de grafeno obtuvo un veinte uno punto cuarenta y cinco por ciento por debajo de la muestra base, siendo esta la resistencia más baja.

Tabla 9. Seguimiento del ensayo ASTM C78 a las dos semanas de curado.

Muestra	N° de Testigo	Edad (días)	Carga Máxima		Módulo de Rotura (Mpa)
			Kgs	KN.	
CP	1	14	2446.3	23.99	3.25
	2	14	2389.2	23.43	3.19
	3	14	2455.49	24.08	3.28
			PROMEDIO		3.25
CP +0.05% Grafeno	1	14	2563.6	24.14	3.43
	2	14	2623.7	25.73	3.51
	3	14	2457.53	24.1	3.28
			PROMEDIO		3.41
CP +0.07% Grafeno	1	14	2524.8	24.76	3.37
	2	14	2738	26.85	3.66
	3	14	2357.59	23.12	3.15
			PROMEDIO		3.40
CP +0.09% Grafeno	1	14	2058.8	20.19	2.75
	2	14	1893.6	18.57	2.53
	3	14	2012.93	19.74	2.69
			PROMEDIO		2.66

Nota. Elaboración propia. La tabla 9, en las probetas que fueron sometidos al ensayo de resistencia a la flexión a las dos semanas. Se observó el diseño de mezcla base alcanzo un módulo de rotura promedio de tres punto veinticinco mega pascales, además se observa que la muestra de concreto con incorporación de 0.05% de grafeno alcanzo tres punto cuarenta y uno mega pascales siendo esta la que alcanzó el máximo incremento, seguido de la muestra de concreto con incorporación de 0.07% de grafeno que alcanzo un módulo de rotura de tres punto cuarenta mega pascales, mientras que la muestra de concreto con incorporación de 0.09% de grafeno alcanzaron la resistencia la baja con un módulo de rotura de dos punto sesenta y seis mega pascales. Por lo tanto, la muestra de concreto con incorporación de 0.05% supero en cuatro punto noventa y dos por ciento al concreto patrón, seguido de muestra de concreto con incorporación de 0.07% que supero cuatro punto sesenta y dos por ciento al diseño de mezcla base e incorporar 0.09% de grafeno se obtuvo un dieciocho punto quince por ciento por debajo de la muestra base, siendo esta la resistencia más baja.

Tabla 10. Seguimiento del ensayo ASTM C78 a las cuatro semanas de curado.

Muestra	N° de Testigo	Edad (días)	Carga Máxima Kgs	KN	Módulo de Rotura (Mpa)
CP	1	28	3440.5	33.74	4.6
	2	28	2504.4	24.56	3.35
	3	28	2686.96	26.36	3.59
	PROMEDIO				3.85
CP +0.05% Grafeno	1	28	3135.6	30.75	4.19
	2	28	2901.1	28.45	3.88
	3	28	3035.71	29.77	4.06
	PROMEDIO				4.04
CP +0.07% Grafeno	1	28	2700.2	26.48	3.61
	2	28	2366.8	23.21	3.16
	3	28	2571.73	25.22	3.44
	PROMEDIO				3.40
CP +0.09% Grafeno	1	28	2565.6	25.16	3.43
	2	28	2340.3	22.95	3.13
	3	28	2463.64	24.16	3.29
	PROMEDIO				3.28

Nota. Elaboración propia. La tabla 10, en las probetas que fue fueron sometidos al ensayo de resistencia a la flexión a las cuatro semanas, se observó el diseño de mezcla base alcanzo un módulo de rotura promedio de tres punto ochenta y cinco mega pascales, además se observa que la muestra de concreto con incorporación de 0.05% de grafeno alcanzo un módulo de rotura de cuatro punto cero cuatro mega pascales, siendo esta la que alcanzó el máximo incremento, mientras que las muestras de concreto con incorporación de 0.07% y 0.09% de grafeno alcanzaron un módulo de rotura de tres punto cuarenta mega pascales y tres punto veintiocho mega pascales, respectivamente. Por lo tanto, la muestra de concreto con incorporación de 0.05% supero en cuatro punto noventa y cuatro por ciento al diseño de mezcla base e incorporando de 0.07% y 0.09% de grafeno obtuvieron un once punto sesenta y ocho por ciento y catorce punto ochenta y uno por ciento por debajo de la muestra base, siendo estas las muestras con promedio de resistencias más bajas.

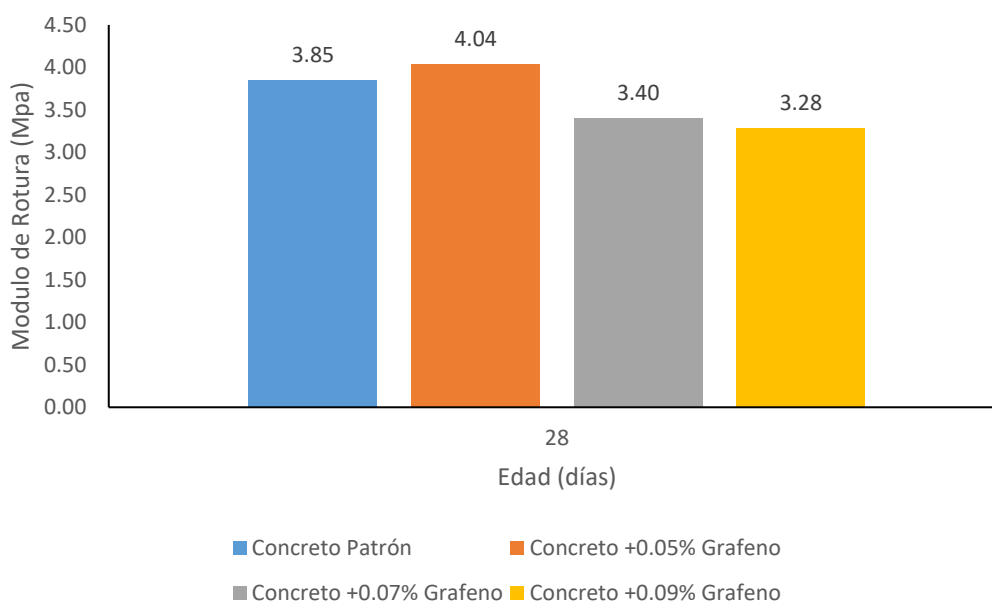


Figura 12. Resumen de los módulos de rotura obtenidos en los ensayos de flexión. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12, observamos que existe un patrón de resistencia a la flexión, por lo tanto, al evaluar y comparar las muestras a las que se le adiciono grafeno con las del diseño de mezcla base, notamos que la dosificación de 0.05% de grafeno aumenta el módulo de rotura en un cuatro punto noventa y cuatro por ciento, mientras que con la dosificación de 0.07% el módulo de rotura empieza a bajar diez punto sesenta y cinco por ciento y con la dosificación de 0.09% también baja catorce punto ochenta y uno por ciento. Con esto llegamos a la conclusión de que el concreto con mayor modulo de rotura es el que tiene la dosis de 0.05% de grafeno, sin embargo, con dosificaciones mayores, el módulo de rotura disminuye, como es el caso de las probetas con 0.07% y 0.09%. Además, es necesario aclarar que no existe una relación directamente proporcional en incremento de la resistencia con él porcentaje de grafeno ya que el grafeno logro un aumento significativo en el módulo de rotura del concreto base solo con 0.05%, mientras que con 0.07% y 0.09% la resistencia a reducido.

Finalmente se realizó el análisis de varianza de las propiedades mecánicas del concreto f_c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno, a una semana, dos semanas y cuatro semanas de la mezcla patrón y con porcentajes de 0.00%, 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno.

Tabla 11. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de la mezcla patrón con porcentajes de 0.00%, 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno.

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CP	3	758.3166667	252.7722222	548.80834
CP +0.05% Grafeno	3	820.2	273.4	933.21541
CP +0.07% Grafeno	3	743.95	247.9833333	676.62303
CP +0.09% Grafeno	3	515.8366667	171.9455556	4822.2066
7 días de curado	4	896.59	224.1475	272.90912
14 días de curado	4	1002.17	250.5425	499.72976
28 días de curado	4	939.5433333	234.8858333	9336.9597

Nota. Elaboración propia. En la tabla 11, observamos que cada diseño de mezcla se evalúa en edades de 7,14 y 28 días. En el caso del concreto patrón la suma

de las resistencias a la compresión obtenido a distintas edades, suman un total de 758.3166667 kg/cm² y tienen un promedio de 252.7722222 kg/cm² y su varianza es 548.80834. Para el diseño del concreto + 0.05% grafeno la suma de las resistencias a la compresión obtenido a distintas edades, suman un total de 820.2 kg/cm² y tienen un promedio de 273.4 kg/cm² y su varianza es 933.21541. Para el diseño del concreto + 0.07% grafeno la suma de las resistencias a la compresión obtenido a distintas edades, suman un total de 743.95 kg/cm² y tienen un promedio de 247.9833333 kg/cm² y su varianza es 676.62303. Para el diseño del concreto + 0.09% grafeno la suma de las resistencias a la compresión obtenido a distintas edades, suman un total de 515.8366667 kg/cm² y tienen un promedio de 171.9455556 kg/cm² y su varianza es 4822.2066. La suma de todas las resistencias obtenidas a los 7 días es 896.59 kg/cm², con un promedio de 224.1475 kg/cm² y con una varianza de 272.90912. La suma de todas las resistencias obtenidas a los 14 días es 1002.17 kg/cm², con un promedio de 250.5425 kg/cm² y con una varianza de 499. 72976. La suma de todas las resistencias obtenidas a los 28 días es 939.5433333 kg/cm², con un promedio de 234.8858333 kg/cm² y con una varianza de 9336.9597.

Tabla 12. Análisis de varianza de la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de la mezcla patrón con porcentajes de 0.00%, 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno.

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CP	3	10.13	3.376667	0.180133
CP +0.05% Grafeno	3	10.41	3.47	0.2943
CP +0.07% Grafeno	3	9.46	3.153333	0.182533
CP +0.09% Grafeno	3	8.32	2.773333	0.212133
7 días de curado	4	11.03	2.7575	0.089092
14 días de curado	4	12.72	3.18	0.125533
28 días de curado	4	14.57	3.6425	0.130425

Nota. Elaboración propia. En la tabla 12, observamos que cada diseño de mezcla se evalúa en edades de 7,14 y 28 días. En el caso del concreto patrón la suma de los módulos de rotura obtenidos a distintas edades de curado, suman un total de 10.13 MPa y tienen un promedio de 3.376667 MPa y su varianza es 0.180133. Para el diseño del concreto

+ 0.05% grafeno la suma de los módulos de rotura obtenidos a distintas edades de curado, suman un total de 10.41 MPa y tienen un promedio de 3.47 MPa y su varianza es 0.2943. Para el diseño del concreto + 0.07% grafeno la suma de los módulos de rotura obtenidos a distintas edades de curado, suman un total de 9.46 MPa y tienen un promedio de 3.153333 MPa y su varianza es 0.182533. Para el diseño del concreto + 0.09% grafeno la suma de los módulos de rotura obtenidos a distintas edades de curado, suman un total de 8.32 MPa y tienen un promedio de 2.773333 MPa y su varianza es 0.212133. La suma de todas las resistencias obtenidas a los 7 días es 11.03 MPa, con un promedio de 2.7575 MPa y con una varianza de 0.089092. La suma de todas las resistencias obtenidas a los 14 días es 12.72 MPa, con un promedio de 3.18 MPa y con una varianza de 0.125533. La suma de todas las resistencias obtenidas a los 28 días es 14.57 MPa, con un promedio de 3.6425 MPa y con una varianza de 0.130425.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio, se realizó el análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, valida la hipótesis establecida en esta investigación; en ese sentido se evidencia en la presente investigación que, a la semana de curado, solo la muestra de concreto con incorporación de 0.05% grafeno alcanzo la mayor $f'c$ superando en ocho punto cero ochenta y siete por ciento al concreto base, mientras los diseños de mezcla a los que se le adiciono 0.07% y 0.09% de grafeno alcanzaron una $f'c$ de tres puntos cuarenta y seis por ciento y nueve punto trescientos cincuenta y cinco por ciento por debajo de la muestra base. (ver, tabla 18); entre tanto a la semana de curado la muestra patrón que fue sometida a ensayos de resistencia a la flexión alcanzo el máximo valor de Modulo de rotura, sobreponiéndose a los diseños de mezcla que se les incorporo 0.05%, 0.07 y 0.09% de grafeno, ya que estas muestras alcanzaron un módulo de rotura de dos puntos treinta y uno por ciento, doce puntos veinte y uno por ciento, veinte y uno punto cuarenta y cinco por ciento respectivamente, por debajo de la muestra base. (ver, tabla 21). A las dos semanas de curados, solo la muestra de concreto con incorporación de 0.05% de grafeno supero en tres puntos novecientos veinte y dos por ciento alcanzando un valor por encima del concreto base, mientras que los diseños de mezcla a las que se les adiciono 0.07% y 0.09% de grafeno alcanzaron una $f'c$ de uno punto doscientos setenta y cuatro por ciento y quince puntos setecientos noventa y nueve por ciento por debajo de la muestra base. (ver, tabla 19); entre tanto la muestra de concreto con incorporación de 0.05% y 0.07% de grafeno que fueron superaron en cuatro puntos noventa y dos por ciento y cuatro puntos sesenta y dos por ciento, respectivamente al concreto base, mientras que el diseño de mezcla con incorporación de 0.09% de grafeno alcanzo un módulo de rotura. de dieciocho puntos quince por ciento por debajo de la muestra base. (ver, tabla 22). Finalmente, a la cuarta semana de curado, solo la muestra de concreto con incorporación de 0.05% grafeno supero en doce puntos doscientos sesenta y cuatro por ciento la $f'c$ del diseño de mezcla patrón, mientras que los diseños de mezcla a los que se les incorporo 0.07% y 0.09% de grafeno alcanzaron una $f'c$ de uno punto ciento setenta y uno por ciento y cinco puntos trescientos cuarenta y nueve por ciento por debajo de la muestra base. (ver, tabla 20); entre tanto la

muestra de concreto con incorporación de 0.05% de grafeno que fue sometida a ensayos de resistencia a la flexión, supero en cuatro puntos noventa y cuatro por ciento al concreto patrón, mientras que los diseños de mezcla que se les incorporación de 0.07 y 0.09% de grafeno alcanzaron un módulo de rotura., de once puntos sesenta y nueve por ciento y catorce puntos ochenta y uno por ciento respectivamente, por debajo de la muestra base. (ver, tabla 23).

(Zaid, 2022), en su tesis titulado “Estudio experimental sobre la mejora de las propiedades del hormigón compuesto con grafeno”, para esta investigación se estudiaron 5 muestras de mezclas diferentes (un diseño de mezcla patrón y 4 diseños de mezcla de grafeno en porcentajes de 0,03%, 0,06%, 0,09% y 0,12%). Las pruebas de compresión se realizaron de acuerdo con los procedimientos especificados en la normativa ASTM C39. Los 5 diseños de mezcla se evaluaron en distintas edades de curado, específicamente a una semana, cuatro semanas, ocho semanas y noventa días. Los primeros resultados que se obtuvieron después una semana de curado, se analizaron lo cual se pudo observar en laboratorio que el $f'c$ obtenido de las probetas con contenido de grafeno de 0,03%, 0,06%, 0,09% y 0,12% en el patrón de la muestra fue de veinticuatro, veintiséis, veintiocho y treinta mega pascales, respectivamente; de la misma forma se observó después de cuatro semanas de curado en laboratorio y los resultados de resistencias a la compresión son de treinta y cuatro, treinta y seis, treinta y nueve, cuarenta y uno mega pascales; después de la edad de curado de cincuenta y seis días el $f'c$ obtenido del diseño estándar es de treinta y cuatro, treinta y siete, cuarenta y ocho, cincuenta y dos y cincuenta y tres mega pascales. Por último, la muestra con incorporación de 0,09% de grafeno alcanzo la mayor $f'c$ a los noventa días de curado, superando a todas las muestras analizadas anteriormente, ya que esta obtuvo una resistencia de treinta y nueve por ciento por encima de la muestra estándar. Los hormigones a los cuales se les incorporo un 0,03% de grafeno obtuvieron una resistencia promedio menor, con tan solo un veintidós por ciento, por encima de la muestra estándar, Por lo tanto, en función a la $f'c$, con ayuda de todos los datos obtenidos en laboratorio, podemos afirmar que incorporar grafeno al hormigón en diferentes dosis presenta en todos los casos analizados un aumento significativo que oscila entre veinte por ciento y treinta y nueve por ciento después de ser analizados a los noventa días de curado. En nuestros resultados solo se alcanza un incremento de las resistencias

a un 0.05% de grafeno, mientras que a la dosificación de 0.07% y 0.09% de grafeno la $f'c$ disminuye, en tal sentido, no existe una relación directamente proporcional entre el incremento de la $f'c$ con el porcentaje de grafeno.

(Liu, 2022) en su artículo titulado “Estudios sobre las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón armado incorporando grafeno”, estudió los mecanismos de endurecimiento que mejoren el $f'c$ del concreto, para ello empleo distintos porcentajes de grafeno (0.00%, 0.01%, 0.03%, 0.05% y 0.07% en peso cemento) que se le incorporaron a la mezcla base. Se evaluó los resultados en función a los datos obtenidos en ensayos de $f'c$ y flexión. Por lo tanto, se concluyó que, la adición de grafeno en porcentajes de 0.05% incremento un veinte y uno por ciento por encima de la muestra base, siendo esta la mayor resistencia alcanzada en los ensayos de $f'c$, mientras que adicionar 0.03% al concreto patrón se observa un incremento de un veinte y nueve punto ochenta por ciento por encima de la resistencia a la flexión, siendo esta la que alcanzo el mayor incremento. En ese sentido difiere de la presente investigación, debido a que, a la cuarta semana de curado, nuestros resultados de la muestra de concreto con incorporación de 0.05% grafeno supero la $f'c$ en doce puntos doscientos sesenta y cuatro por ciento al concreto base y unos cuatro puntos noventa y cuatro por ciento en su resistencia a la flexión.

(Casayco , y otros, 2019) en su tesis titulado “Incorporación del Grafeno para Mejorar la Resistencia a Compresión del Concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, Lima, 2019”, analizo las propiedades del concreto que incorpora grafeno para optimizar la resistencia a la compresión del concreto, realizo cuarenta y dos núcleos con tiempo de fraguado siete y veinte y ocho días. Para realizar los ensayos de compresión del hormigón se utilizó la norma ASTM C39. Como resultado se obtuvieron ciento sesenta y uno punto cero tres kilogramos sobre centímetros cuadrados y doscientos veintidós puntos uno kilogramos sobre centímetros cuadrados para el diseño de grafeno al 0.10% después de una y cuatro semanas, correspondientes a noventa y dos por ciento y ciento veintiséis punto nueve por ciento, lo que superó el % de $f'c$ mínimo de ochenta por ciento y cien por ciento, 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08% y 0,09% construcciones, después de una semana de curado, 149.3 kg/cm², 150.53 kg/cm², 155.90 kg/cm², 158.17 kg/cm² y 158.10 kg/cm². Después de cuatro

semanas de curado se obtuvieron 179.40 kg/cm², 182.40 kg/cm², 191.30 kg/cm², 202.90 kg/cm² y 217.10 kg/cm², respectivamente. Obteniendo como resultado que cuanto mayor es la cantidad de grafeno en la estructura del hormigón, mayor es la tensión de compresión, por lo que el grafeno puede mejorar la resistencia a la compresión del hormigón. En ese sentido difiere de la presente investigación, debido a que en nuestros resultados a los siete días, solo la muestra de concreto con incorporación de 0.05% grafeno supero la f_c en ocho punto cero ochenta y siete por ciento al concreto base, mientras que las muestras de concreto con incorporación de 0.07% y 0.09% de grafeno alcanzaron una resistencia de tres puntos cuarenta y seis por ciento y nueve punto trescientos y cincuenta y cinco por ciento por debajo de la muestra base, de igual manera a los veinte y ocho días, solo la muestra de concreto con incorporación de 0.05% grafeno supero la f_c en doce punto doscientos sesenta y cuatro por ciento al concreto base, mientras que las muestras de concreto con incorporación de 0.07% y 0.09% de grafeno alcanzaron una resistencia de uno punto ciento setenta y uno por ciento y cinco punto trescientos cuarenta y nueve por ciento por debajo de la muestra base. Realizando esta comparación, solo se alcanza un incremento de las resistencias a un 0.05% de grafeno y mientras mayor es la cantidad de grafeno en la estructura del concreto, menor es f_c .

(Choque, 2021), en su artículo titulado “sobre cómo mejorar las propiedades mecánicas del hormigón con una resistencia de $f_c = 210$ kg/cm² añadiendo grafeno”. Prepararon noventa núcleos cilíndricos y treinta prismáticos mediante el método ACI y realizaron pruebas de fractura a una semana, dos semanas, cuatro semanas, donde se registraron resultados positivos donde el 0,4% dio mejor resistencia en contraste con el diseño de mezcla base con una presión de compresión de doscientos once punto veinte y ocho kilogramos sobre centímetros cuadrados, sobre diseño de mezcla base con un esfuerzo de flexión de treinta y nueve punto cincuenta y tres mega pascales y al mismo tiempo sobre el esfuerzo de tracción radial de la muestra estándar es de cuarenta punto ochenta y tres mega pascal, que es cuarenta y seis punto diez mega pascal. Considerando que la dosificación de grafeno al 0,4% se basa en la combinación más adecuada investigada, su aplicabilidad es posible, con compresión superior al treinta y tres sesenta y siete por ciento, resistencia a la flexión superior a los doce puntos ochenta

y tres por ciento en condiciones básicas de prueba. En ese sentido, es acorde con nuestros resultados ya que el concreto con incorporación de 0.05% de grafeno alcanzo la máxima resistencia, superando en unos doce puntos veinte y seis por ciento en la $f'c$ y en unos cuatro puntos noventa y cuatro por ciento a la resistencia a flexión, en comparación con el concreto base, sin embargo, la diferencia se debe a que usamos un porcentaje mayor de grafeno en nuestros especímenes.

(Bartra , 2019) en su tesis titulado “Evaluación del efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico para aumentar la resistencia a la tracción del concreto $f'c$ 210 kg/cm² Tarapoto, 2018”, evaluó si los aditivos de nanotecnología de grafeno pueden mejorar la resistencia a la compresión mecánica del hormigón y su durabilidad. Las mezclas de concreto se realizaron mediante el procedimiento ACI, y se prepararon un total de treinta y seis probetas entre concreto de encofrado y concreto incorporado con grafeno con 1%, 1.5% y 2% en peso de cemento, y se realizaron ensayos de compresión a probetas de siete años de edad, concluyó que las propiedades físicas tanto del concreto seco como del fresco habían mejorado, ya que cuando el contenido de grafeno es del 1,00%, el $f'c$ diez punto setenta y nueve por ciento más que la del hormigón normal; cuando el contenido de grafeno es del 1,50%, la $f'c$ aumenta en un once punto treinta por ciento; cuando el contenido de grafeno es del 2,00%, $f'c$ mejora en un diecisiete punto treinta y cinco por ciento, el mayor aumento. En ese sentido difiere en nuestros resultados ya que solo se alcanza un incremento de las resistencias a un 0.05% de grafeno y mientras que más aumentamos la dosificación de grafeno a la $f'c$ disminuye, en tal sentido, no existe una relación directamente proporcional entre el incremento de $f'c$ con el porcentaje de grafeno.

(Devi S.C., 2018) en su artículo titulado “Efecto del grafeno sobre el rendimiento mecánico y de durabilidad del concreto, Lima, 2018”, realizo un diseño de mezcla de concreto patrón a las que se le incorporara distintos porcentajes de grafeno en función al peso del cemento, de esta manera busco analizar el efecto del grafeno sobre el rendimiento mecánico del concreto. Observaron que la incorporación de una pequeña proporción de 0.05% de grafeno, logro un incrementó a los quince días en un treinta y tres por ciento de resistencia. Concluyen el grafeno, mejoro la resistencia a compresión en veinte y uno días al cincuenta y cinco por ciento. En

ese sentido nuestros resultados difieren ya que, la resistencia a la compresión obtenida a los catorce días de curado solo se incrementó en tres puntos novecientos veinte dos por ciento y a los veinte ocho días en unos doce puntos doscientos sesenta y cuatro por ciento por encima del concreto base.

(Devi, 2020) en su artículo titulado “Rendimiento mecánico y de durabilidad del hormigón incorporando grafeno, Lima, 2020”, Se trabajó con 1 mezcla patrón a la que se le incorporo 0.02%, 0.04%, 0.06% y 0.08% de grafeno en peso cemento a edades de una semana, cuatro semanas, ocho semanas y noventa días de curado. Los ensayos de resistencia a la compresión se hicieron según lo estipulado por la norma ASTM C39. En esta investigación concluyen que la mezcla del concreto patrón con incorporación de 0.06% de grafeno en peso cemento es la adecuada para mejorar las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón. En ese sentido difiere con nuestros resultados, ya que en nuestra investigación las muestras de concreto con incorporación de 0.05% de grafeno, alcanzan un máximo incremento en la $f'c$, mientras que observamos una disminución de la $f'c$ en las muestras que se les adiciona un porcentaje mayor de 0.05% de grafeno.

(Contreras, 2019), en su estudio “Incorporación de grafeno para mejorar las propiedades mecánicas de compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019” en esta investigación se pretende determinar con el incorporo distintos porcentajes de grafeno el comportamiento del concreto en función a sus propiedades mecánicas. Para esta investigación se usaron porcentajes como 0.02%, 0.04%, 0.06% al 0.08%. Se realizaron 1 decena de muestras para un diseño de mezcla base y cuatro docenas de especímenes con distintos % de grafeno. Las muestras serán analizadas en una semana, dos semanas y cuatro semanas de curado. Según los valores que se obtuvo del laboratorio, se afirma que la muestra patrón con incorporación de 0.04% de grafeno alcanzo la máxima resistencia a un diecisiete por ciento por encima de la muestra base. En ese sentido es acorde con los resultados de nuestra investigación ya que al incorporar 0.05% de grafeno obtuvimos un incremento en su resistencia de doce puntos doscientos sesenta y cuatro por ciento, sin embargo, la diferencia se debe a que usamos un porcentaje mayor de grafeno en nuestros especímenes.

El estudio análisis de las propiedades mecánicas del concreto f_c doscientos ochenta kilogramos sobre centímetro al cuadrado con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, tiene ciertas limitaciones, esto como consecuencia que el grafeno es un aditivo que no se produce en el Perú, además solo en Estados Unidos, Corea del Sur, Inglaterra y China están apostando por la fabricación de grafeno. por tal motivo la importación retrasa el inicio de los experimentos, además que mediante la importación el precio es elevado, llegando incluso a costar en el mejor de los casos \$230 el kilo de grafeno (\$ 64.00 precio del grafeno en china + gastos de envío y aduana), Sin embargo, La estructura del grafeno observada en el microscopio se presente como una extensa lamina de grafito con un grosor de tan solo 1 átomo (1.2×10^{-13} cm), eso quiere decir que la materia prima para obtener grafeno es el grafito y el Perú exporta cuatro mil toneladas al año, por lo tanto, si el grafeno empezara a producirse en el Perú, se reducirían los costos de forma significativa, además el precio y el tiempo de envío ya no serían un limitante para futuras investigaciones.

Los resultados obtenidos sobre el análisis de las propiedades mecánicas del concreto f_c doscientos ochenta kilogramos sobre centímetro al cuadrado con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, permite establecer criterios para las futuras investigaciones sobre el tema en estudio, ya que brinda información que se recolecto mediante un estricto cuidado de las normas vigentes, además del cuidado en el proceso de la elaboración, también se verifico que los datos registrados sean los correctos, de esta manera presentamos una investigación confiable sobre la dosificación del grafeno como propuesta para el uso de un nuevo aditivo que permite mejorar de forma significativa la resistencia del concreto.

Los resultados de la unidad de estudio facilitan a los ingenieros una información confiable sobre la correcta dosificación del grafeno en la aplicación y desarrollo de la nanotecnología dentro de la construcción, con la finalidad de obtener mejores resistencias en el concreto estructural, usado en distintos campos de la construcción. Del mismo modo permite aportar mejoras y nuevos conocimientos sobre aditivos que se sobreponen por encima de los productos tradicionalmente usados y permitir crear nuevas alternativas que optimicen los resultados.

Los hallazgos encontrados en esta investigación en cuanto el análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'_c doscientos ochenta kilogramos sobre centímetro al cuadrado con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, permitieron conocer que el concreto con adición de 0.05% de grafeno en peso de cemento incrementa la f'_c a la primera semana, segunda semana y cuarta semana de curado, mientras que las dosificaciones de 0.07% y 0.09% en todas las edades analizadas se presentó una reducción de la resistencia. Por otro lado, al analizar los ensayos de resistencia de flexión, a la edad de los siete días de curado alcanzo una resistencia mayor en comparación a las que se adiciono grafeno, sin embargo, esto cambio a las edades de curado de dos semanas y cuatro semanas, ya que fue la dosificación de 0.05% de grafeno quien alcanzo el mayor incremento, mientras que las dosificaciones de 0.07% y 0.09% alcanzaron las resistencias más bajas. En ese sentido podemos afirmar que a la cuarta semana de curado las dosificaciones de grafeno mayores a 0.05% en peso cemento, reducen de forma significativa la resistencia mecánica del concreto. Por lo tanto, basándonos en la investigación realizada, afirmamos que la dosificación recomendada es 0.05% de grafeno en peso cemento.

VI. CONCLUSIONES

- Las propiedades mecánicas del concreto con incorporación de grafeno en % en peso de cemento, aumentaran de forma significativa si se emplea un porcentaje adecuado de grafeno, ya que no existe una relación directamente proporcional entre el incremento de la resistencia con el porcentaje de grafeno.
- La resistencia a la compresión con incorporación de 0.05% de grafeno a los 7, 14 y 28 días, supero en 8.087%, 3.922% y 12.264% al concreto patrón, mientras que con incorporación de 0.09% de grafeno se presenta la disminución máxima de la resistencia en comparación con el concreto patrón en 9.355%, 15.799% y 5.349% en edades de 7,14 y 28 días.
- La muestra patrón que fue sometida a ensayos de resistencia a la flexión a los 7 días de curado, alcanzo el máximo módulo de rotura, mientras que en edades de 14 y 28 días de curado las muestras con 0.05% de grafeno, alcanzaron el máximo módulo de rotura, superando en un 4.92% y 4.94% a la muestra patrón, sin embargo, las muestras con incorporación de 0.09% de grafeno alcanzaron una resistencia de 9.355%, 15.799% y 5.349% por debajo de la muestra patrón a los 7, 14 y 28 días de curado.
- En el análisis de varianza de la resistencia a la compresión de cada diseño de mezcla evaluada en edades de 7,14 y 28 días, se obtuvieron como resultados en el caso del concreto patrón una varianza de 548.80834, para el diseño del concreto + 0.05% grafeno se obtuvo la mayor varianza con un valor de 933.21541, para el diseño del concreto + 0.07% grafeno una varianza de 676.62303, para el diseño del concreto + 0.09% grafeno una varianza de 4822.2066.
- En el análisis de varianza de la resistencia a la flexión de cada diseño de mezcla evaluada en edades de 7,14 y 28 días, se obtuvieron como resultados en el caso del concreto patrón una varianza de 0.180133, para el diseño del concreto + 0.05% grafeno una varianza de 0.2943, para el diseño del concreto + 0.07% grafeno una varianza de 0.182533 y para el diseño del concreto + 0.09% grafeno una varianza de 0.212133.

VII. RECOMENDACIONES

- Se aconseja utilizar el concreto patrón con adición de porcentajes máximos de 0.05% de grafeno, con la finalidad de alcanzar una mejora significativa en las propiedades mecánicas del concreto, ya que al emplear un porcentaje mayor disminuirá la resistencia del concreto patrón.
- Se recomienda realizar distintos ensayos de concreto con incorporación de grafeno, a distintas edades de 7, 14, 21, 28, 56 y 90 días de curado, para poder analizar de una forma más exacta de qué manera influye el grafeno en todas las propiedades del concreto.
- Hay que tener un control minucioso de todos los experimentos, así como tener un control minucioso de la hora y días que se realiza los ensayos, además de considerar el estado de las probetas que deberían estar uniforme, lisos, limpios y correctamente habilitados.
- Para obtener los mejores resultados de laboratorio es necesario realizar estudios previos de las canteras para los agregados, comprar un aditivo con certificación, además que el laboratorio donde se va a realizar los ensayos cuente con la experiencia necesaria y la certificación actualizada de calibración de todos los equipos.
- Se aconseja que los agregados grueso y fino se traigan directamente de una cantera certificada y verificar que estén en óptimas condiciones, ya que los elementos contaminantes de los agregados actúan sobre el concreto reduciendo su resistencia.
- Se debe realizar más investigaciones al grafeno, de tal manera que se pueda aprovechar todas sus propiedades en beneficio de la ingeniería, de tal manera que las investigaciones nos proporcionen información de nuevas aplicaciones.
- Es necesario comprar el grafeno con anticipación, ya que es un aditivo que no se produce en el Perú, además solo países como Estados Unidos, Corea del Sur, Inglaterra y China están apostando por la fabricación de dicho producto, por tal motivo es necesario tomar en cuenta el elevado costo y tiempo de envío para no retrasar el inicio de los ensayos y en consecuencia el aplazamiento de los resultados.

REFERENCIAS

Aliaga y Contreras. 2019. Incorporacion de grafeno para mejorar las propiedades mecanicas de compresion del concreto $f_c=210$ kg/cm². Lima : s.n., 2019.

Alvarez Risco, Aldo. 2020. Clasificación de las Investigaciones. [En línea] 2020. [Citado el: 2 de Junio de 2023.] <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%20%20%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4>.

ASTM-international. 2019. Normas ASTM C78. Lima : s.n., 2019. Artículo.

Baldoceda Pérez Josué Giordán, Vega Romero, Daniel Enrique. 2019. DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA DENSIDAD REFORZADO CON. [En línea] 2019. [Citado el: 23 de mayo de 2023.] <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2737>.

Bartra , David. 2019. Evaluacion de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnologico para mejorar la resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm², Tarapoto. Tarapoto : s.n., 2019.

Calderon , Carlos. academia.edu. academia.edu. [En línea] file:///C:/Users/Usuario/Downloads/pdf-determinacion-del-esfuerzo-a-la-flexion-del-concreto-astm-c78_compress.pdf.

Calderon, Carlos. 2022. academia.edu. academia.edu. [En línea] 2022. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/pdf-determinacion-del-esfuerzo-a-la-flexion-del-concreto-astm-c78_compress.pdf.

Casayco , Cesar y Morales, Carlos. 2019. Incorporacion del Grafeno para mejorar la resistencia a compresion del concreto $f_c=175$ kg/cm², Lima, 2019. Lima : s.n., 2019.

Choque, Leopoldo. 2021. Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto f_c . UNIVERSIDAD. Lima : s.n., 2021. pág. 147.

CHOQUE, Leopoldo. 2021. Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto F_c . Universidad Nacional Federico Villareal . Lima : s.n., 2021. pág. 147.

Choque, Leopoldo. 2021. Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, agregando grafeno. Lima : s.n., 2021. artículo.

Construmatica. 2021. Construmatica. Construmatica. [En línea] 22 de Septiembre de 2021. [Citado el: 06 de diciembre de 2023.] https://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Cono_de_Abrams.jpg.

Devi S.C. 2018. Effect of graphene oxide on mechanical and durability performance. 2018. Artículo.

Devi, Khan. 2020. "Rendimiento mecánico y de durabilidad del hormigón incorporando grafeno". Lima : s.n., 2020. Artículo.

Escuela Superior de Ingenieros Comerciales. 2022. Diferentes tipos de análisis estadístico de datos. [En línea] mayo de 2022. [Citado el: 10 de junio de 2023.] <https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/tipos-de-analisis-estadistico-de-datos>.

Farooq. 2019. El rendimiento de las nanoplaquetas de grafito y los nanotubos de carbono tanto en morteros convencionales como en autocompactantes. 2019.

García, Vanessa. 2019. Estudio de la estabilidad del óxido de grafeno con el tiempo. Universidad de Oviedo. España : s.n., 2019. pág. 72.

Graphenano. 2018. Análisis de las propiedades del grafeno y descubrimiento en su investigación. 2018.

GRAPHENANO. 2017. El Grafeno: Propiedades y Aplicaciones. 2017.

—. 2017. El Grafeno: Propiedades y Aplicaciones. 2017.

Hernández Mendoza, Sandra Luz y Duana Avila, Danae. 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. [En línea] 2020. [Citado el: 5 de junio de 2023.] <file:///C:/Users/USER/Downloads/6019-Manuscrito-35678-1-10-20201120.pdf>.

Hernández Sampieri, Roberto,. Recolección de datos cuantitativos. [En línea] [Citado el: 10 de junio de 2023.] http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion_exposicion/Hern%C3%A1ndez-Sampieri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,%202014,%20pp%20194-267.pdf.

Hinojosa Benavides, Rene Antonio . 2022. Técnica de la observación en una investigación científica. [En línea] 2 de abril de 2022. [Citado el: 8 de junio de 2023.] <https://www.aldia.unah.edu.pe/la-tecnica-de-la-observacion-en-una-investigacion-cientifica/>.

Huaire Inacio, Edson Jorge. 2019. Método de investigación. [En línea] 2019. [Citado el: 2 de junio de 2023.] <https://www.aacademica.org/edson.jorge.huaire.inacio/35.pdf>.

Liu. 2022. Estudios sobre las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón armado incorporando grafeno. 2022. Artículo.

Ludeña, José Antonio . 2021. Diferencia entre muestra y población. [En línea] 7 de diciembre de 2021. [Citado el: 10 de junio de 2023.] <https://economipedia.com/definiciones/diferencia-entre-muestra-y-poblacion.html>.

Ramos Galarza, Carlos. 2021. Diseños de investigación experimental. [En línea] 2021. [Citado el: 10 de junio de 2023.] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>.

Rivero, Kevin, y otros. 2020. Máquina para ensayo de compresión en materiales utilizados en Ingeniería de Tejidos. Cuba : s.n., 2020. Artículo.

Robles Pastor, Blanca Flor Flor. 2019. Población y muestra. [En línea] 19 de febrero de 2019. [Citado el: 10 de junio de 2023.] <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1269/1099>.

Seguí, Pau. 2019. El grafeno y sus aplicaciones en la construcción. España : s.n., 2019. Artículo .

—. 2018. El grafeno y sus aplicaciones en la construcción o arquitectura. Ovacen. 2018.

somasri y Narendra. 2021. Determinar el hormigón autocompactante de alta resistencia utilizando grafeno. Lima : s.n., 2021.

Uso de nanomateriales en la producción del concreto . Muñoz, Socrate y Otros . 2021. Chiclayo : s.n., 2021, Ingeniería e Investigación Aplicada, Vol. 6.

Uso de nanomateriales en la producción del concreto. Muñoz, Socrates y otros . 2021. Pimentel : s.n., 2021, Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada , Vol. 6.

Wileidys Artigas, María Cristina Useche y Édison Perozo, Beatriz Queipo. 2019. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos. Colombia : Gente Nueva, 2019. pág. 30. 9789566037040.

Zaid. 2022. Estudio experimental sobre la mejora de las propiedades del hormigon compuesto con grafeno. 2022.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Grafeno	El grafeno es una sola capa de grafito, que consiste en un alótrofo de carbono bidimensional estable, con enlaces sp ² , dispuesto hexagonalmente y con una plétora de propiedades únicas (Geim y Novoselov, 2004).	Se mide mediante el análisis de la dosificación del grafeno, en 0.05%, 0.07% y 0.09% en el diseño de mezcla de concreto de f'c 280 kg/cm ²	Dosificación de grafeno	Porcentaje de grafeno de 0 %	Razón
				Porcentaje de grafeno de 0.05 %	
				Porcentaje de grafeno de 0.07%	
				Porcentaje de grafeno de 0.09 %	
Variable Dependiente: Concreto	Una mezcla de cemento, agua y agregados (arena y grava). Presenta consistencia fluida en su estado plástico, mientras que en su estado rígido presenta gran resistencia a la compresión. (Carlos Magno Chavarry Vallejos, 2020)	Se mide las propiedades mecánicas del concreto con adición de grafeno en dosificaciones de 0.05%, 0.07% y 0.09%. Se utiliza la norma ASTM C39 como instrumento para los ensayos de resistencia a la compresión y la norma ASTM C78 para los ensayos de resistencia a la flexión	Resistencia a la compresión	Esfuerzo a la compresión a la edad de 7 días	Razón
				Esfuerzo a la compresión a la edad de 14 días.	
				Esfuerzo a la compresión a la edad de 28 días	
				Esfuerzo a la flexión a la edad de 7 días	
			Resistencia a la flexión	Esfuerzo a la flexión a la edad de 14 días	Razón
				Esfuerzo a la flexión a la edad de 28 días	

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA Problema General	OBJETIVOS Objetivos General	HIPÓTESIS Hipótesis General	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
¿Cómo es el análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%?	Realizar el análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%.	Con la adición del grafeno mejoramos las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2.			Porcentaje de grafeno de 0.00%	
Problema Específico	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Independiente: Grafeno	Dosificación de grafeno	Porcentaje de grafeno de 0.05%	Razón
¿De qué manera la incorporación del grafeno en proporciones de 0.05%, 0.07% y 0.09% incrementara la resistencia a la compresión del concreto f'c 280 kg/cm2 para edades de 7, 14 y 28 días?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno a los 7, 14 y 28 días con porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno.	La incorporación del grafeno en proporciones de 0.05%, 0.07% y 0.09% incrementaría la resistencia a la compresión del concreto f'c 280 kg/cm2.			Porcentaje de grafeno de 0.07%	
¿De qué manera la incorporación del grafeno en proporciones de 0.05%, 0.07% y 0.09% incrementara la resistencia a la flexión del concreto f'c 280 kg/cm2 para edades de 7, 14 y 28 días?	Determinar la resistencia a la flexión del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno a los 7, 14 y 28 días con porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno	La incorporación del grafeno en proporciones de 0.05%, 0.07% y 0.09% incrementaría la resistencia a la flexión del concreto f'c 280 kg/cm2.		Resistencia a la compresión	Esfuerzo a la compresión a la edad de 7 días. Esfuerzo a la compresión a la edad de 14 días. Esfuerzo a la compresión a la edad de 28 días.	Razón
¿De qué manera mediante la incorporación de grafeno, a los 7, 14 y 28 días de la mezcla patrón y con porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno se podría determinar la varianza de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2?	Realizar el análisis de varianza de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno, a los 7, 14 y 28 días de la mezcla patrón y con porcentajes de 0.00%, 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno.	Mediante la incorporación de grafeno, a los 7, 14 y 28 días de la mezcla patrón y con porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09% de grafeno se podría determinar la varianza de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2.	Variable Dependiente: Concreto	Resistencia a la flexión	Esfuerzo a la flexión a la edad de 7 días. Esfuerzo a la flexión a la edad de 14 días. Esfuerzo a la flexión a la edad de 28 días.	Razón

Anexo 3. Fichas de validación del instrumento

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

I. DATOS GENERALES

Nombre del laboratorio:	
Solicitado por:	
Nombre del Proyecto:	
Nombre del ensayo:	
Fecha de ensayo:	

II. DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA:

Materiales	Procedencia del material	Dosificación (Kg)
Cemento		
Agua		
Arena		
Piedra		
Grafeno		

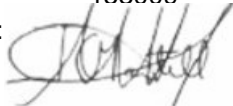

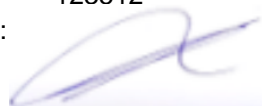
Proporción:	
Tipo de muestra:	
Presentación de muestra:	
F'c de diseño:	

III. MÉTODO(S) DEL ENSAYO A APLICAR:

IV. RESULTADO:

Codigo de muestra	Edad de curado (días)	Dosificación (%)	Diametro promedio (cm)	Tipo de falla	Esfuerzo de rotura (Kg)	Resistencia máxima (kg/cm2)	Resistencia primedio (kg/cm2)

V. OBSERVACIONES:

Validación de Juicio de Expertos					
Apellidos:	Martell Ortiz	Apellidos:	Henríquez Ulloa	Apellidos:	Cerna Rondón
Nombres:	Juan Carlos	Nombres:	Juan Paul	Nombres:	Luis Anibal
Título:	Ing.Civil	Título:	Ing.Civil	Título:	Ing. Civil
Grado:	Magister	Grado:	Magister	Grado:	Magister
CIP:	153009	CIP:	118101	CIP:	123512
Firma:		Firma:		Firma:	

REPORTE DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

I. DATOS GENERALES

Nombre del laboratorio:	
Solicitado por:	
Nombre del Proyecto:	
Nombre del ensayo:	
Fecha de ensayo:	

II. DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA:

Materiales	Procedencia del material	Dosificación (Kg)
Cemento		
Agua		
Arena		
Piedra		
Grafeno		

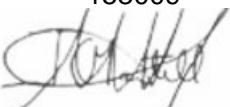
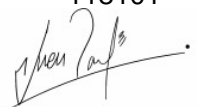
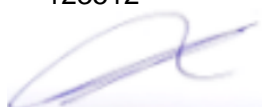
Proporción:	
Tipo de muestra:	
Presentación de muestra:	
F'c de diseño:	

III. MÉTODO(S) DEL ENSAYO A APLICAR:


IV. RESULTADO:

Codigo de muestra	Edad de curado (días)	Dosificación (%)	Diametro promedio (cm)	Tipo de falla	Esfuerzo de rotura (Kg)	Resistencia máxima (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)

V. OBSERVACIONES:

Validación de Juicio de Expertos					
Apellidos:	Martell Ortiz	Apellidos:	Henríquez Ulloa	Apellidos:	Cerna Rondón
Nombres:	Juan Carlos	Nombres:	Juan Paul	Nombres:	Luis Anibal
Título:	Ing.Civil	Título:	Ing.Civil	Título:	Ing. Civil
Grado:	Magister	Grado:	Magister	Grado:	Magister
CIP:	153009	CIP:	118101	CIP:	123512
Firma:		Firma:		Firma:	

Anexo 4. Instrumentos de validación

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de investigación	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023			
Línea de investigación	Diseño Sísmico y Estructural			
Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de Si o No. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los Items, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		Si	No	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tiene un sentido coherente y no están segadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el analisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta de los instrumentos de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Experto:				
Apellidos y Nombres: Martell Ortiz Juan Carlos				
Título: Ing.Civil CIP: 153009				
Firma: 				

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de investigación	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
Línea de investigación	Diseño Sísmico y Estructural

Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de Si o No. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		Si	No	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tiene un sentido coherente y no están segadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitara el analisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta de los instrumentos de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Experto:

Apellidos y Nombres: Henríquez Ulloa Juan Paul

Título: Ing.Civil CIP: 118101

Firma:



MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de investigación	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
Línea de investigación	Diseño Sísmico y Estructural

Mediante la matriz de evaluación de experto, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de Si o No. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		Si	No	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tiene un sentido coherente y no están segadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta de los instrumentos de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Experto:

Apellidos y Nombres: Cerna Rondón Luis Anibal

Título: Ing.Civil CIP: 123512

Firma:



Anexo 5. Ficha técnica del cemento

Cemento Extraforte

Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Requisitos normalizados - NTP 334.090

REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	1.6
SO ₃	Máximo	4.00	%	NTP 334.086	2.70

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Finura					
Superficie específica	-	-	cm ² /g	NTP 334.002	5510
Retenido M325	-	-	%	NTP 334.045	2.1
Densidad	-	-	g/cm ³	NTP 334.005	2.97
Contenido de aire	Máximo	12.0	%	NTP 334.048	6
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.05
Contracción en autoclave	Máximo	0.20	%	NTP 334.004	-
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	13.0 (1890)	MPa (psi)	NTP 334.051	22.2 (3230)
7 días	Mínimo	20.0 (2900)	MPa (psi)	NTP 334.051	27.8 (4040)
28 días	Mínimo	25.0 (3620)	MPa (psi)	NTP 334.051	35.2 (5130)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	149
Fraguado final	Máximo	420	Minutos	NTP 334.006	278

*Valores promedios referenciales de lotes despachados.

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.

Anexo 6. Ficha de certificación del grafeno.

空运
By Air

NO.202300314506527

 **货物运输条件鉴定书**
Certification
for Safe Transport of Chemical Goods

非限制性货物

样品名称： 碳纳米管

Sample Name: Carbon nanotubes

委托单位： 江苏先丰纳米材料科技有限公司
Jiangsu XFANO Materials Tech Co.,Ltd

生产单位： 江苏先丰纳米材料科技有限公司
Jiangsu XFANO Materials Tech Co.,Ltd





 **SICIT 上海化工院检测有限公司**
Shanghai Institute of Chemical Industry Testing Co., Ltd

空运
By Air

空运
By Air


Anexo 7. Certificado de calibración de balanza N°1.

 Laboratorio PP	Punto de Precisión SAC LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
---	--	--


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1051-2023

Página: 1 de 3


Expediente :	325-2023	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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión :	2023-10-12	
1. Solicitante :	CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. 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 reglamentaciones vigentes. PUNTO DE PRECISIÓN 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.
Dirección :	AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
2. Instrumento de Medición :	BALANZA	
Marca :	OHAUS	
Modelo :	NVT6201ZH	
Número de Serie :	8345671812	
Alcance de Indicación :	6 200 g	
División de Escala de Verificación (e) :	1 g	
División de Escala Real (d) :	0,1 g	
Procedencia :	NO INDICA	
Identificación :	NO INDICA	
Tipo :	ELECTRÓNICA	
Ubicación :	LABORATORIO	
Fecha de Calibración :	2023-10-10	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD	



LABORATORIO
PUNTO DE
PRECISIÓN
S A C



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N°LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1051-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,9	24,0
Humedad Relativa	67,6	68,6

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0776-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 197,9 g para una carga de 6 200,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 27 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSÓR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3 100,00 g			Carga L2= 6 200,01 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 100,0	0,05	0,00	6 199,9	0,04	-0,10
2	3 100,0	0,07	-0,02	6 200,0	0,08	-0,04
3	3 100,0	0,05	0,00	6 200,0	0,06	-0,02
4	3 100,0	0,09	-0,04	6 199,8	0,03	-0,19
5	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,08	-0,04
6	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,05	-0,01
7	3 100,0	0,05	0,00	6 199,9	0,04	-0,10
8	3 100,0	0,07	-0,02	6 199,8	0,02	-0,18
9	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,0	0,09	-0,05
10	3 099,9	0,03	-0,08	6 199,9	0,03	-0,09
Diferencia Máxima			0,09	0,18		
Error máximo permitido ±			3 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02






Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 8. Certificado de calibración de balanza N°2.

 Laboratorio PP	Punto de Precisión SAC LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1050-2023			
Página: 1 de 3			
Expediente	: 325-2023	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. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.	
Fecha de Emisión	: 2023-10-12		
1. Solicitante	: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.	
Dirección	: AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	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 reglamentaciones vigentes.	
Marca	: OHAUS		
Modelo	: R21PE30ZH	PUNTO DE PRECISIÓN 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.	
Número de Serie	: 8356390693		
Alcance de Indicación	: 30 000 g		
División de Escala de Verificación (e)	: 10 g		
División de Escala Real (d)	: 1 g		
Procedencia	: NO INDICA		
Identificación	: NO INDICA		
Tipo	: ELECTRÓNICA		
Ubicación	: LABORATORIO		
Fecha de Calibración	: 2023-10-10		
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.		
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
	Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631		
	Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1050-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,7	23,8
Humedad Relativa	70,5	70,5

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-052-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0776-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0777-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 986 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 27 °C.
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,7	-0,2	29 999	0,4	-0,9
4	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
7	15 001	0,5	1,0	30 000	0,5	0,0
8	15 000	0,7	-0,2	29 999	0,3	-0,8
9	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,9	-0,4
10	15 001	0,6	0,9	30 000	0,6	-0,1
Diferencia Máxima			1,4	0,9		
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

[Firma]
 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

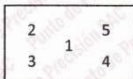
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1050-2023
 Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _e				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	100,0	100	0,7	-0,2	10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,2
2		100	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
3		100	0,9	-0,4		10 000	0,7	-0,2	0,2
4		100	0,8	-0,3		10 000	0,9	-0,4	-0,1
5		100	0,6	-0,1		10 001	0,8	0,7	0,8

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
100,0	100	0,7	-0,2						
200,0	200	0,5	0,0	0,2	200	0,9	-0,4	-0,2	10
1 000,0	1 000	0,9	-0,4	-0,2	1 000	0,6	-0,1	0,1	10
2 000,0	2 000	0,6	-0,1	0,1	2 000	0,8	-0,3	-0,1	10
5 000,0	5 000	0,8	-0,3	-0,1	5 000	0,5	0,0	0,2	10
7 000,0	7 000	0,5	0,0	0,2	7 000	0,7	-0,2	0,0	20
10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,2	10 000	0,6	-0,1	0,1	20
15 000,0	15 000	0,6	-0,1	0,1	15 000	0,9	-0,4	-0,2	20
20 000,0	20 001	0,8	0,7	0,9	20 000	0,5	0,0	0,2	20
25 000,0	25 001	0,5	1,0	1,2	25 001	0,8	0,7	0,9	30
30 000,0	30 000	0,7	-0,2	0,0	30 000	0,7	-0,2	0,0	30

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,35 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,82 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,49 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E : Error encontrado E_e : Error en cero E_c : Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02






Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 9. Certificado de calibración de balanza N°3.

 Laboratorio PP	Punto de Precisión SAC LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1053-2023		
Página: 1 de 3		
Expediente	: 325-2023	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. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2023-10-12	
1. Solicitante	: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Dirección	: AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	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 reglamentaciones vigentes.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: T24PEZH	PUNTO DE PRECISIÓN 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.
Número de Serie	: 8341950192	
Alcance de Indicación	: 150 kg	3. Método de Calibración La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.
División de Escala de Verificación (e)	: 0,05 kg	
División de Escala Real (d)	: 0,05 kg	4. Lugar de Calibración LABORATORIO de CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-10-10	
		
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02		
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106		
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com		
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1053-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,3	24,5
Humedad Relativa	68,6	68,6

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud M2)	M-007-2023
	Pesas (exactitud M2)	M-003-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 149,85 kg para una carga de 150,00 kg
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 27 °C.
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1= 75,001 kg			Carga L2= 150,003 kg		
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	75,00	0,040	-0,016	150,00	0,040	-0,018
2	75,00	0,025	-0,001	150,00	0,035	-0,013
3	75,00	0,030	-0,006	150,00	0,025	-0,003
4	75,00	0,045	-0,021	150,00	0,030	-0,008
5	75,00	0,025	-0,001	150,00	0,045	-0,023
6	75,00	0,030	-0,006	150,00	0,025	-0,003
7	75,00	0,045	-0,021	150,00	0,030	-0,008
8	75,05	0,025	0,049	150,00	0,045	-0,023
9	75,00	0,035	-0,011	150,05	0,025	0,047
10	75,05	0,040	0,034	150,00	0,030	-0,008
Diferencia Máxima			0,070			0,070
Error máximo permitido ±	0,1 kg			0,15 kg		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1053-2023
 Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,5	24,5

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E _o (kg)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	E _c (kg)
1	0,500	0,50	0,025	0,000	50,001	50,00	0,040	-0,016	-0,016
2		0,50	0,035	-0,010		50,00	0,025	-0,001	0,009
3		0,50	0,045	-0,020		49,95	0,015	-0,041	-0,021
4		0,50	0,025	0,000		50,00	0,035	-0,011	-0,011
5		0,50	0,040	-0,015		50,00	0,045	-0,021	-0,006
(*) valor entre 0 y 10 e									
Error máximo permitido : ± 0,1 kg									

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,5	24,5

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (kg)
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	E _c (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	E _c (kg)	
0,500	0,50	0,045	-0,020						
1,000	1,00	0,025	0,000	0,020	1,00	0,035	-0,010	0,010	0,05
5,000	5,00	0,035	-0,010	0,010	5,00	0,045	-0,020	0,000	0,05
10,000	10,00	0,045	-0,020	0,000	10,00	0,025	0,000	0,020	0,05
25,000	25,00	0,040	-0,015	0,005	25,00	0,035	-0,010	0,010	0,05
50,001	50,00	0,025	-0,001	0,019	50,00	0,040	-0,016	0,004	0,1
60,001	60,00	0,035	-0,011	0,009	60,00	0,025	-0,001	0,019	0,1
80,002	80,00	0,040	-0,016	0,004	80,00	0,030	-0,006	0,014	0,1
100,002	100,00	0,025	-0,002	0,018	100,00	0,045	-0,022	-0,002	0,1
120,002	120,00	0,035	-0,012	0,008	120,00	0,025	-0,002	0,018	0,15
150,003	150,00	0,040	-0,018	0,002	150,00	0,040	-0,018	0,002	0,15

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 8,95 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{9,93 \times 10^{-4} \text{ kg}^2 + 3,33 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R : en kg

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com


PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 10. Certificado de calibración de balanza N°4.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033




INACAL
 DA - Perú
 Laboratorio de Calibración
 Acreditado
 Registro N° LC - 033


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1052-2023

Página: 1 de 3


Expediente	: 325-2023	
Fecha de Emisión	: 2023-10-12	
1. Solicitante	: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.	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. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %. Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. 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 reglamentaciones vigentes. PUNTO DE PRECISIÓN 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.
Dirección	: AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: NV622ZH	
Número de Serie	: 8341286357	
Alcance de Indicación	: 620 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g	
División de Escala Real (d)	: 0,01 g	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2023-10-10	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1052-2023
 Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,1	24,1
Humedad Relativa	68,6	68,6

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 619,86 g para una carga de 620,00 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 27 °C.
 La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición	Carga L1= 300,000 g			Carga L2= 600,000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	300,00	0,008	-0,003	599,99	0,004	-0,009
2	300,01	0,005	0,010	600,00	0,006	-0,001
3	300,01	0,009	0,006	600,01	0,007	0,008
4	299,99	0,004	-0,009	600,00	0,005	0,000
5	300,01	0,008	0,007	599,90	0,003	-0,098
6	300,01	0,005	0,010	600,00	0,009	-0,004
7	300,01	0,007	0,008	600,00	0,005	0,000
8	299,99	0,004	-0,009	600,01	0,007	0,008
9	299,99	0,003	-0,008	600,01	0,006	0,009
10	300,00	0,009	-0,004	599,99	0,004	-0,009
Diferencia Máxima			0,019			0,107
Error máximo permitido ±	0,3 g			±		0,3 g



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-1052-2023
 Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _c				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,000	1,00	0,007	-0,002	200,000	200,00	0,006	-0,001	0,001
2		1,00	0,009	-0,004		200,02	0,008	0,017	0,021
3		0,99	0,003	-0,008		200,00	0,009	-0,004	0,004
4		0,99	0,004	-0,009		199,98	0,003	-0,018	-0,009
5		1,00	0,009	-0,004		200,00	0,005	0,000	0,004

Temp. (°C) Inicial Final
24,1 24,1

Error máximo permitido : ± 0,3 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,000	1,00	0,005	0,000		2,00	0,007	-0,002	-0,002	0,1
2,000	2,00	0,009	-0,004	-0,004	5,00	0,005	0,000	0,000	0,1
5,000	5,00	0,006	-0,001	-0,001	50,000	0,009	-0,004	-0,004	0,1
50,000	50,00	0,008	-0,003	-0,003	70,00	0,006	-0,001	-0,001	0,2
70,000	70,00	0,005	0,000	0,000	100,000	0,008	-0,003	-0,003	0,2
100,000	100,00	0,007	-0,002	-0,002	150,000	0,009	-0,004	-0,004	0,2
150,000	150,00	0,009	-0,004	-0,004	200,000	0,006	-0,001	-0,001	0,2
200,000	200,00	0,005	-0,001	-0,001	500,000	0,009	-0,004	-0,004	0,3
500,000	500,01	0,008	0,007	0,007	600,000	0,006	-0,001	-0,001	0,3
600,000	600,00	0,005	0,000	0,000	620,000	0,009	-0,004	-0,004	0,3
620,000	620,00	0,009	-0,004	-0,004					

Temp. (°C) Inicial Final
24,1 24,1

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 5,57 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,03 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,94 \times 10^{-9} \times R^2}$$


R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 11. Certificado de medio isoterma (horno).

 Laboratorio PP	PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-607-2023	
Página 1 de 5	
Expediente : 325-2023 Fecha de emisión : 2023-10-12	<p>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. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>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 reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECIÓN 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.</p>
1. Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C. Dirección : AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
2. Instrumento de medición : MEDIO ISOTERMO (HORNO) Marca : PyS EQUIPOS Modelo : 101-2B Número de Serie : 21030634 Procedencia : NO INDICA Código de Identificación : NO INDICA Tipo de Indicador del Ind. : DIGITAL Alicance del Indicador : NO INDICA Resolución del Indicador : 1 °C Marca del Indicador : NO INDICA Modelo del Indicador : NO INDICA Serie del Indicador : NO INDICA Tipo de indicador del selc. : DIGITAL Alicance del Selector : NO INDICA División de Escala : 1 °C Clase : NO INDICA Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C Fecha de calibración : 2023-10-10	
3. Método de calibración La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".	
4. Lugar de calibración URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631
<p>Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.</p>	



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-607-2023
Página 2 de 5

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	25,1	25,0
Humedad relativa (%/hr)	62,0	63,0

6. Trazabilidad

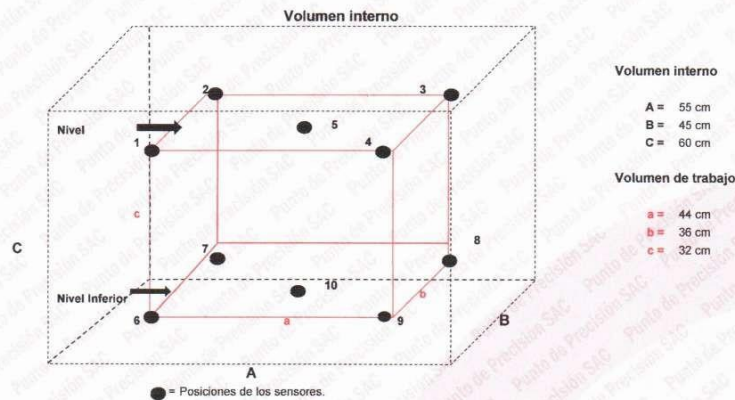
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo T con una incertidumbre en el orden de 0,1 °C a 0,1 °C.	CT-1086-2023	TOTAL WEIGHT & SYSTEMS S.A.C.

7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistió en bandeja de acero.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volumen interno del equipo.
a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.
Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 15 cm
Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 13 cm



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-607-2023
Página 3 de 5

9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

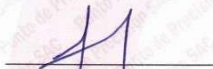
Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110	107,9	109,4	109,1	106,9	108,6	107,6	111,8	110,6	114,5	115,1	110,1	8,3
00:02	110	107,6	109,2	109,1	106,7	108,6	107,5	112,0	110,4	112,7	115,0	109,9	8,4
00:04	110	107,4	109,2	108,9	106,4	108,1	107,6	112,0	110,4	113,5	114,5	109,8	8,2
00:06	110	107,3	109,1	109,0	106,5	108,2	107,5	112,0	110,3	112,7	114,7	109,7	8,3
00:08	110	107,7	109,3	109,1	106,7	108,5	107,6	112,0	110,4	112,8	115,4	109,9	8,8
00:10	110	107,4	109,1	108,9	106,7	108,4	107,4	112,1	110,5	112,5	115,5	109,8	8,9
00:12	110	107,4	109,4	109,0	106,6	108,0	107,6	112,1	110,6	112,9	115,6	109,9	9,1
00:14	110	107,3	109,3	109,0	106,6	108,0	107,5	112,0	110,5	114,0	115,2	109,9	8,7
00:16	110	108,2	109,5	109,3	106,9	108,5	107,9	112,3	110,7	113,8	115,3	110,2	8,5
00:18	110	107,4	109,5	109,2	107,0	108,3	107,6	112,2	110,9	113,1	116,0	110,1	9,1
00:20	110	108,0	109,4	109,1	107,1	108,7	107,7	112,2	110,8	113,0	115,5	110,1	8,5
00:22	110	107,9	109,6	109,3	106,9	108,4	107,8	112,1	110,9	112,8	116,0	110,2	9,2
00:24	110	108,0	109,6	109,3	106,8	108,4	107,8	112,3	110,9	112,7	115,6	110,1	8,9
00:26	110	107,7	108,2	109,1	107,0	108,8	107,8	112,2	110,6	112,5	115,4	110,0	8,5
00:28	110	108,5	109,4	109,2	106,9	108,0	107,7	112,1	110,6	112,9	115,8	110,1	9,0
00:30	110	107,3	109,4	109,1	106,9	108,1	107,8	112,4	110,8	112,9	115,1	110,0	8,3
00:32	110	107,4	109,3	108,9	107,1	108,3	107,4	112,2	110,9	113,0	115,2	110,0	8,2
00:34	110	107,4	109,1	109,0	107,0	108,3	107,4	112,2	110,7	113,0	115,0	109,9	8,1
00:36	110	107,6	109,4	109,0	106,7	108,5	107,6	112,0	110,6	112,8	114,7	109,9	8,1
00:38	110	107,9	109,6	109,3	106,7	108,7	107,7	112,0	110,6	112,7	115,1	110,0	8,5
00:40	110	108,0	109,5	109,1	106,5	108,7	107,8	112,1	110,4	112,5	115,4	110,0	9,0
00:42	110	108,0	109,5	109,0	106,4	108,5	107,9	111,8	110,3	112,7	115,5	109,9	9,2
00:44	110	107,6	109,2	109,0	106,6	108,3	107,7	112,0	110,5	112,8	115,6	109,9	9,1
00:46	110	107,3	109,1	108,9	106,6	108,1	107,6	112,2	110,6	113,0	115,8	109,9	9,3
00:48	110	107,4	109,4	109,1	106,9	108,2	107,6	112,3	110,8	113,1	116,0	110,1	9,2
00:50	110	107,7	109,5	109,2	107,1	108,4	107,4	112,4	110,9	112,9	115,8	110,1	8,8
00:52	110	108,0	109,6	109,3	107,1	108,3	107,5	112,2	110,9	112,8	115,5	110,1	8,5
00:54	110	108,3	109,3	109,1	106,9	108,5	107,7	112,0	110,7	113,0	115,4	110,1	8,6
00:56	110	108,0	109,3	108,9	106,8	108,7	107,8	111,8	110,5	113,1	114,7	109,9	8,0
00:58	110	108,0	109,1	109,2	106,6	108,8	107,6	112,1	110,3	112,9	114,5	109,9	8,0
01:00	110	107,6	109,4	109,2	106,6	108,6	107,4	112,3	110,4	112,9	115,0	109,9	8,5

T. Promedio	107,7	109,3	109,1	106,7	108,4	107,6	112,1	110,6	113,0	115,4	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	108,5	109,6	109,3	107,1	108,8	107,9	112,4	110,9	114,5	116,0	
T. Mínimo	107,3	109,1	108,9	106,4	108,0	107,4	111,8	110,3	112,5	114,5	
DTT	1,2	0,5	0,4	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	2,0	1,5	110,0

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	116,0	0,2
Mínima temperatura registrada durante la calibración	106,4	0,1
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	2,0	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	8,7	0,1
Estabilidad (±)	1,00	0,04
Uniformidad	9,3	0,2




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



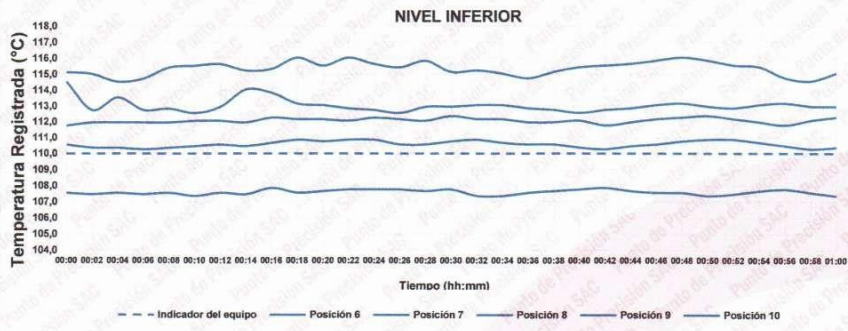
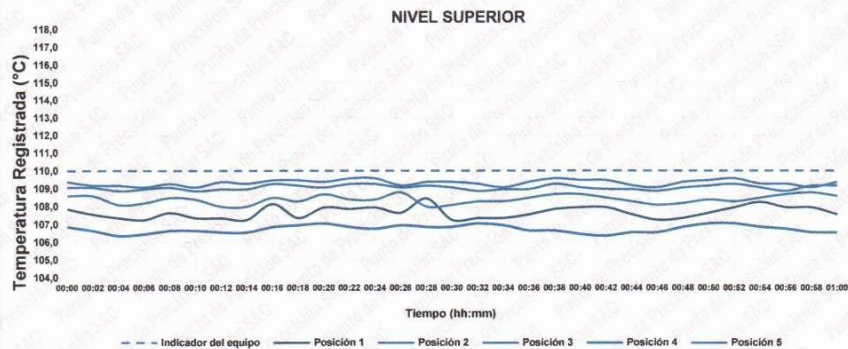
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-607-2023
Página 4 de 5

10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

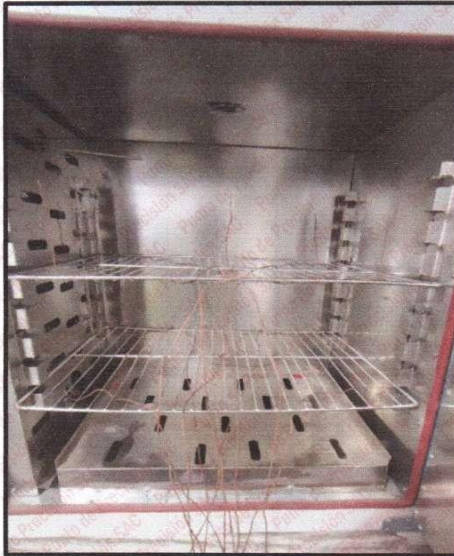
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-607-2023
Página 5 de 5

Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
ΔT .	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

Fotografía interna del equipo.




FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 12. Certificado de calibración de la máquina de ensayo uniaxial.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-796-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 325-2023
Fecha de emisión : 2023-10-12

1. Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.
Dirección : AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PyS EQUIPOS
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 2205181
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de Indicador : RFP-03
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision 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.

3. Lugar y fecha de Calibración
 URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 10 - OCTUBRE - 2023

4. Método de Calibración
 La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	MT-8010-2023	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

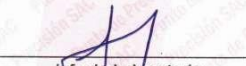
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,7	25,7
Humedad %	61	61

7. Resultados de la Medición
 Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
 Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-796-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,341	100,665	0,66	-0,67	100,00	0,00	-1,32
200	198,172	200,516	0,91	-0,26	199,34	0,33	-1,17
300	297,728	301,269	0,76	-0,42	299,50	0,17	-1,18
400	396,501	400,169	0,87	-0,04	398,34	0,42	-0,92
500	496,705	501,216	0,66	-0,24	498,96	0,21	-0,90
600	596,879	600,322	0,52	-0,05	598,60	0,23	-0,57
700	695,220	700,447	0,68	-0,06	697,83	0,31	-0,75
800	798,611	800,377	0,17	-0,05	799,49	0,06	-0,22

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación : $R^2 = 1$

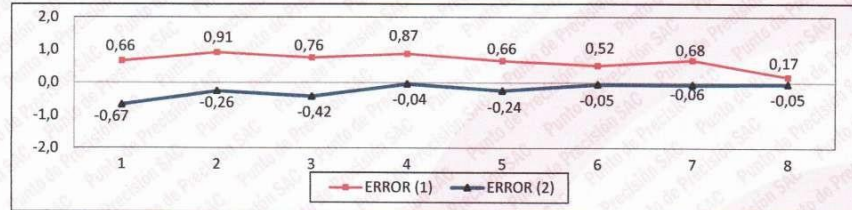
Ecuación de ajuste : $y = 1,0016x + 0,2883$

Donde : x : Lectura de la pantalla
 y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

Anexo 13. Certificado de calibración del termómetro.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-608-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 325-2023
Fecha de emisión : 2023-10-12

1. Solicitante : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.
Dirección : AV. ESPAÑA NRO. 2412 DPTO. 502 OTR. CENTRO HISTORICO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

2. Instrumento de Medición : TERMÓMETRO
Indicación : DIGITAL
Intervalo de Indicación : -50 °C a 200 °C
Resolución : 0,1 °C
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Serie : 458
Elemento Sensor : UNA TERMORRESISTENCIA DE PLATINO
Longitud de Bulbo : 13,0 cm

3. Lugar y fecha de Calibración
URB. CUATRO SUYOS SECTOR 3 MZ. B LOTE 06 - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
10 - OCTUBRE - 2023

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó por comparación directa siguiendo el procedimiento de calibración PC - 017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales".


5. Trazabilidad


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-186-2023	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales


	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,7	25,1
Humedad %	61	62

7. Resultados de la Medición
Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización del Termómetro no menor a 10 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95 %.





Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT-608-2023

Página : 2 de 2

Resultados de la Medición

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
20,6	20,99	0,39	0,083
30,0	30,55	0,55	0,083
39,6	40,10	0,50	0,084


LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
 $TCV = \text{INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO} + \text{CORRECCIÓN}$

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue de 10 cm aproximadamente.

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 15. Análisis granulométrico de agregado fino.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

ASTM C33-03 / NTP 400.012

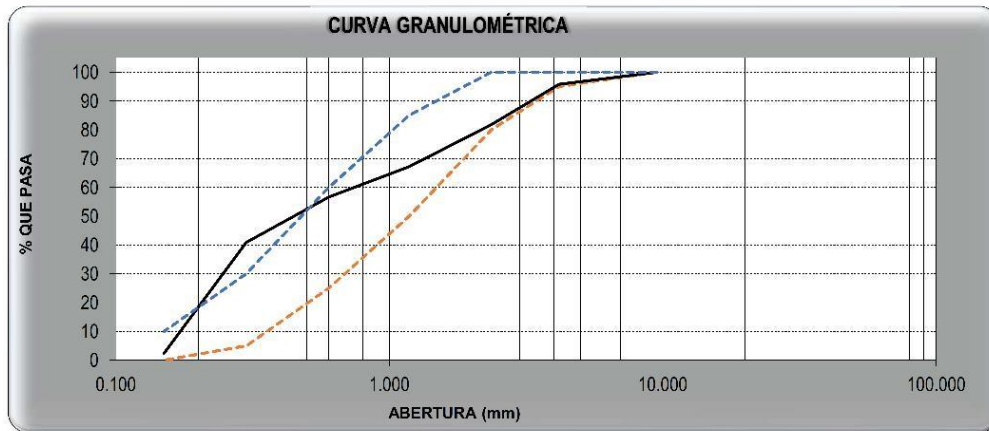
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°F° / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada	: 500.00
Peso de muestra tamizada sin plato	: 488.00
Peso de muestra en el plato	: 12.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.64%
No4	4.178	21.20	4.24	4.24	95.76	95 - 100	
No8	2.360	70.30	14.06	18.30	81.70	80 - 100	Módulo de Finura
No16	1.180	72.70	14.54	32.84	67.16	50 - 85	2.56
No30	0.600	52.90	10.58	43.42	56.58	25 - 60	Tamaño Máximo
No50	0.300	78.80	15.76	59.18	40.82	5 - 30	3/8"
No100	0.150	192.10	38.42	97.60	2.40	0 - 10	Tamaño Máximo Nominal
PLATO		12.70	2.54	100.14	-0.14		No4 = 2.360 mm
Total		500.70	100.14				

[Firma]
CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 16. Método de ensayo para contenido de humedad total del agregado grueso por secado.



**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023

SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA


UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : miércoles, 20 de Setiembre de 2023

MUESTRA : C-X / A°G° / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

MTC E 215 / NTP 339.185


CRISTIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES

Ingeniero Civil
CIP N° 301975

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)	78.00	79.20	80.30
Peso de tara + agregado húmedo (g)	1552.60	1468.90	1539.20
Peso de tara + agregado seco (g)	1546.60	1460.00	1529.00
Peso del agregado seco (g)	1468.60	1380.80	1448.70
Peso del agua (g)	6.00	8.90	10.20
% de humedad (%)	0.41	0.64	0.70
% de humedad promedio (%)	0.59		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 17. Método de ensayo para contenido de humedad total del agregado fino por seco.



**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : miércoles, 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA : C-X / A*F* / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)	96.90	63.10	93.80
Peso de tara + agregado húmedo (g)	979.80	844.40	1021.30
Peso del tara + agregado seco (g)	973.40	838.40	1017.40
Peso del agregado seco (g)	876.50	775.30	923.60
Peso del agua (g)	6.40	6.00	3.90
% de humedad (%)	0.73	0.77	0.42
% de humedad promedio (%)	0.64		



[Firma]
**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 18. Peso específico y absorción de agregados grueso.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	
<small>ASTM C 127/NTP 400.021</small>	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°G° / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° G°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	2560.00	2390.00
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	2600.00	2430.00
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)	1620.00	1520.00
Peso específico de masa (Pem)	2.61	2.63
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.65	2.67
Peso específico aparente (Pea)	2.72	2.75
Absorción (%)	1.56	1.67
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.62	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (PeSSS)	2.66	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.74	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	1.62	




**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

Anexo 19. Gravedad específica y absorción de agregados finos.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ASTM C 128/NTP 400.022

PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°F° / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° F°		Ensayo 01	Ensayo 02
A=	Peso en el aire de la muestra seca (g)	496.90	494.70
B=	Peso de la fiola aforada llena de agua (g)	646.50	653.10
C=	Peso total de la fiola, aforada con la muestra y agua (g)	960.00	966.60
S=	Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	500.00	500.00
	Peso específico de masa (P _{em})	2.66	2.65
	Peso específico de masa saturada con superficie seca (P _{eSSS})	2.68	2.68
	Peso específico aparente (P _{ea})	2.71	2.73
	Absorción (%)	0.62	1.07
	PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (P _{em})	2.66	
	PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (P _{eSSS})	2.68	
	PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (P _{ea})	2.72	
	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	0.85	


**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975



Anexo 20. Peso unitario y vacíos de agregado grueso (método suelto).



PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS	
<small>ASTM C 29/NTP 400.017</small>	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto Fc 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°G° / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
<small>Método suelto</small>		
Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm3)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	30550.00	30200.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	22130.00	21780.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.579	1.554
Contenido de Humedad (%)	0.59%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.579	1.554
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.566	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1566.43	
% de Vacíos	40.20%	




CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

Anexo 21. Peso unitario y vacíos de agregado grueso (método compactado y apistonado).



**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS	
<small>ASTM C 29/NTP 400.017</small>	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f _c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°G° / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO		
<small>Método compactado por apisonado</small>		
Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	31750.00	32000.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	23330.00	23580.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.665	1.682
Contenido de Humedad (%)	0.59%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.665	1.682
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.673	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1673.45	
% de Vacíos	36.11%	




**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

Anexo 22. Peso unitario y vacíos de agregado fino (método suelto).



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f_c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°F° / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método Suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	31600.00	31650.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	23180.00	23230.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.654	1.657
Contenido de Humedad (%)	0.64%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.654	1.657
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.656	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1655.60	
% de Vacíos	37.72%	



[Firma]
CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975

W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 23. Peso unitario y vacíos de agregado fino (método compactado y apisonado).



**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS	
ASTM C 29/NTP 400.017	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: C-X / A°F° / CANTERA JAÉN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO		
Método compactado por apisonado		
Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm3)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	33800.00	33810.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	25380.00	25390.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.811	1.812
Contenido de Humedad (%)	0.64%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.811	1.811
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.811	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1811.14	
% de Vacíos	31.87%	




**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

Anexo 24. Diseño de mezcla de concreto.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

MÉTODO ACI

PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023

Resistencia a la compresión $f'c$	=	280 Kg/cm²
Tipo de Estructura	=	Columnas

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO	AGR. GRUESO	AGR. FINO
Densidad o peso específico	2.97	2.62	2.66
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4 plg	2.360 mm
Peso Unitario (Kg/m ³)	2970	2620	2660
P.U Suelto Seco (Kg/m ³)	1500	1566.43	1655.60
P.U Compactado Seco (Kg/m ³)	-	1673.45	1811.14
Módulo de Finura	-	6.55	2.56
Humedad (%)	-	0.59	0.64
Absorción (%)	-	1.62	0.85

Asentamiento según la estructura	Máximo	Mínimo
	4 plg	1 plg

Asentamiento según consistencia	
Consistencia	Plástica
Asentamiento	3 - 4 plg
Trabajabilidad	Trabajable
Método de Compactación	Vibración ligera y chuseado


**CRISTHIAN ANDRES
 RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

1.- CÁLCULO F'_{cr} (RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA)

$F'c$	F'_{cr}
< 210	70
210 - 350	84
> 350	98

$$F'_{cr} = 364.00 \text{ Kg/cm}^2$$



W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto Fc 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023

SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree

RESPONSABLE : ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : miércoles, 20 de Setiembre de 2023

2.- CONTENIDO DE AGUA

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en 1/m3 para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
1" = 25 mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concreto con aire incorporado								
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Volumen unitario de agua

205 lts

CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975

3.- CONTENIDO DE AIRE

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño máximo nominal	Aire Atrapado
3/8 plg	3.00%
1/2 plg	2.50%
3/4 plg	2.00%
1 plg	1.50%
1 1/2 plg	1.00%
2 plg	0.50%
3 plg	0.3%
6 plg	0.2%

Contenido de Aire Atrapado para el tamaño máximo nominal del agregado de este proyecto = 2.00%

4.- RELACIÓN AGUA / CEMENTO

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO POR RESISTENCIA		
fcr (28 días)	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.466 (Por interpolación)



CONTENIDO DE CEMENTO

$$205 \text{ lts} = 0.466 \rightarrow C = 439.91 \text{ Kg}$$

lo que equivale a = 10.35 bolsas de cemento

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023

SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree

RESPONSABLE : ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : miércoles, 20 de Setiembre de 2023

6.- CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Peso del agregado grueso por volumen de concreto = 0.644 m3

Cantidad de Agregado Grueso = 1078.40 kg

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975

7.- CONTENIDO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

Cemento = 0.148 m3
 Agua = 0.205 m3
 Aire = 0.020 m3
 Agregado Grueso = 0.412 m3
 0.785 m3

Volumen del Agregado Fino = 1 m3 - 0.785 m3 = 0.215 m3

8.- CONTENIDO DEL AGREGADO FINO

Cantidad de Agregado Fino = 572.63 kg

9.- DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento = 439.91 Kg
 Agua = 205.00 lts
 Grafeno = 2.00%
 Agregado Grueso = 1078.40 Kg
 Agregado Fino = 572.63 Kg

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO METODO ACI

PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto Fc 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 20 de Setiembre de 2023

10.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$Peso\ seco \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Contenido de Agregado Grueso Corregido	=	1084.72 Kg
Contenido de Agregado Fino Corregido	=	576.31 Kg

11.- APORTES DE AGUA A LA MEZCLA

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

Agua del Agregado Grueso	=	-11.13 lts
Agua del Agregado Fino	=	-1.18 lts
Aporte de agua a la mezcla	=	-12.31 lts

[Firma]
CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP N° 301975

12.- AGUA NETA

$$Agua\ Neta = Volumen\ unitario\ de\ agua - (Aporte\ de\ agua\ a\ la\ mezcla)$$

Agua Neta = 217.31 lts

13.- PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
439.91 Kg	576.31 Kg	1084.72 Kg	217.31 lts
0.148 m3	0.217 m3	0.414 m3	0.217 m3



PROPORCIONES DEL DISEÑO EN PESO

1	:	1.31	:	2.47	:	20.99 lts/bolsa
---	---	------	---	------	---	-----------------

Anexo 25. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días de curado.

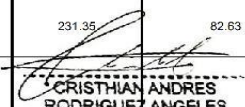


**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
 SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : viernes, 29 de Setiembre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	22/09/2023	29/09/2023	7	181.32	18483.18	10.16	81.07	227.98	81.42
02	280	22/09/2023	29/09/2023	7	175.93	17933.74	10.16	81.07	221.20	79.00
03	280	22/09/2023	29/09/2023	7	184.00	18756.37	10.16	81.07	231.35	82.63
 CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES Ingeniero Civil CIP N° 801975										
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS		EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								



EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
	7	70
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 26. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 14 días de curado.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f_c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
 SOLICITANTE : Quispe Benites Jhobilbert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : viernes, 6 de Octubre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	22/09/2023	06/10/2023	14	205.46	20943.93	10.16	81.07	258.33	92.26
02	280	22/09/2023	06/10/2023	14	207.01	21101.94	10.16	81.07	260.28	92.96
03	280	22/09/2023	06/10/2023	14	205.65	20963.30	10.16	81.07	258.57	92.35
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS		EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								

[Firma]
**CRISTHIAN ANDRES
 RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975



EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
	7	70
14	80	85
28	100	115

NOTA::
 El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 27. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de curado.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f_c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE : Quispe Benites Jhoibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA : viernes, 20 de Octubre de 2023
MUESTRA : CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		KN	Kgs.				
01	280	22/09/2023	20/10/2023	28	207.67	21169.22	10.16	81.07	261.11	93.25
02	280	22/09/2023	20/10/2023	28	227.45	23185.52	10.16	81.07	285.98	102.14
03	280	22/09/2023	20/10/2023	28	214.86	21902.14	10.16	81.07	270.15	96.48

**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 801975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



EDAD EN DÍAS	VALORES	
	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.

W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 28. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.05% grafeno a los 7 días de curado.



CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: sábado, 30 de Setiembre de 2023
MUESTRA	: CONCRETO +0.05% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	23/09/2023	30/09/2023	7	197.57	20139.65	10.16	81.09	248.36	88.70
02	280	23/09/2023	30/09/2023	7	191.34	19504.59	10.18	81.39	239.64	85.58
03	280	23/09/2023	30/09/2023	7	197.01	20082.57	10.17	81.15	247.47	88.38
									 CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES Ingeniero Civil CIP N° 301975	
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS				EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO						



EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
	7	70
14	80	85
28	100	115

NOTA::
 El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

 W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo	 956621026 974040869	 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com
---	----------------------------	--

Anexo 29. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.05% grafeno a los 14 días de curado.

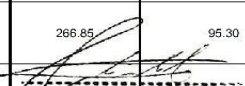


**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
 SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : sábado, 7 de Octubre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO +0.05% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		KN	Kgs.				
01	280	23/09/2023	07/10/2023	14	216.21	22039.76	10.16	81.07	271.85	97.09
02	280	23/09/2023	07/10/2023	14	213.91	21805.30	10.16	81.07	268.96	96.06
03	280	23/09/2023	07/10/2023	14	212.23	21634.05	10.16	81.07	266.85	95.30
 CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES Ingeniero Civil CIP N° 801975										
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS		EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								



EDAD EN DÍAS	VALORES	
	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 30. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.05% grafeno a los 28 días de curado.

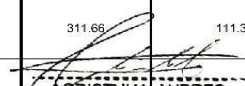


LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%. Trujillo 2023
 SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : sábado, 21 de Octubre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO +0.05% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	23/09/2023	21/10/2023	28	230.63	23509.68	10.16	81.07	289.98	103.56
02	280	23/09/2023	21/10/2023	28	251.19	25605.50	10.16	81.07	315.83	112.80
03	280	23/09/2023	21/10/2023	28	247.87	25267.07	10.16	81.07	311.69	111.31
 CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES Ingeniero Civil CIP N° 801975										
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS				EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO						



EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
	7	70
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 31. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.07% grafeno a los 7 días de curado.



**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
 SOLICITANTE : Quispe Benites Jhohilbert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : martes, 3 de Octubre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO +0.07% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	26/09/2023	03/10/2023	7	177.60	18103.98	10.18	81.41	222.38	79.42
02	280	26/09/2023	03/10/2023	7	175.12	17851.17	10.18	81.44	219.19	78.28
03	280	26/09/2023	03/10/2023	7	171.74	17506.63	10.17	81.30	215.34	76.91

[Firma]
**CRISTHIAN ANDRES
 RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

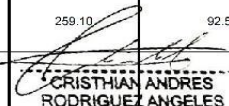
crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 32. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.07% grafeno a los 14 días de curado.



CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%. Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholbert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: martes, 10 de Octubre de 2023
MUESTRA	: CONCRETO +0.07% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	26/09/2023	10/10/2023	14	202.92	20685.02	10.16	81.07	255.14	91.12
02	280	26/09/2023	10/10/2023	14	201.25	20514.78	10.16	81.07	253.04	90.37
03	280	26/09/2023	10/10/2023	14	206.07	21006.12	10.16	81.07	259.10	92.54
 CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES Ingeniero Civil CIP N° 801975										

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS	EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO
-----------------------------	--



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::
El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

 W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo	 956621026 974040869	 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com
--	---	---

Anexo 33. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.07% grafeno a los 28 días de curado.



CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: martes, 24 de Octubre de 2023
MUESTRA	: CONCRETO +0.07% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	26/09/2023	24/10/2023	28	216.21	22039.76	10.16	81.07	271.85	97.09
02	280	26/09/2023	24/10/2023	28	213.91	21805.30	10.16	81.07	268.96	96.06
03	280	26/09/2023	24/10/2023	28	212.23	21634.05	10.16	81.07	266.85	95.30

[Signature]
**CRISTHIAN ANDRES
 RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



EDAD EN DÍAS	VALORES	
	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::
 El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

 W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo	 956621026 974040869	 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com
---	----------------------------	--

Anexo 34. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.09% grafeno a los 7 días de curado.



**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
 SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : miércoles, 4 de Octubre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO +0.09% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	27/09/2023	04/10/2023	7	165.32	16852.19	10.16	81.07	207.86	74.24
02	280	27/09/2023	04/10/2023	7	160.99	16410.81	10.16	81.07	202.42	72.29
03	280	27/09/2023	04/10/2023	7	164.30	16748.22	10.16	81.07	206.58	73.78

(Firma)
**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 35. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.09% grafeno a los 14 días de curado.



**LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO**

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

PROYECTO : Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%. Trujillo 2023
 SOLICITANTE : Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
 UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
 FECHA : miércoles, 11 de Octubre de 2023
 MUESTRA : CONCRETO +0.09% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	27/09/2023	11/10/2023	14	171.71	17503.57	10.16	81.07	215.90	77.11
02	280	27/09/2023	11/10/2023	14	170.88	17418.96	10.16	81.07	214.85	76.73
03	280	27/09/2023	11/10/2023	14	177.87	18131.50	10.16	81.07	223.64	79.87
									 CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES Ingeniero Civil CIP N° 301975	

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO



EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
	7	70
14	80	85
28	100	115

NOTA::

El LMSC de Crisal Ingeniería y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 36. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto +0.09% grafeno a los 28 días de curado.



CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%. Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN A. RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: miércoles, 25 de Octubre de 2023
MUESTRA	: CONCRETO +0.09% GRAFENO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
		Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	280	27/09/2023	25/10/2023	28	206.12	21011.21	10.16	81.07	259.16	92.56
02	280	27/09/2023	25/10/2023	28	198.20	20203.87	10.16	81.07	249.21	89.00
03	280	27/09/2023	25/10/2023	28	210.88	21496.43	10.16	81.07	265.15	94.70
									 CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES Ingeniero Civil CIP N° 801975	

OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS	EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO
-----------------------------	--



VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
28	100	115

NOTA::
El LMSC de Crisal Ingenieria y Arquitectura S.A.C. ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este reporte, las partes dejan constancia que la responsabilidad del LMSC-CRISAL, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y al resultado del reporte de ensayo. El LMSC-CRISAL esta exento de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros

Anexo 37. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón a los 7 días de curado.


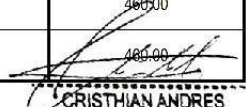
 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO	
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafito en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: domingo, 5 de Noviembre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO	7	150.00	150.00	510.00	460.00


CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

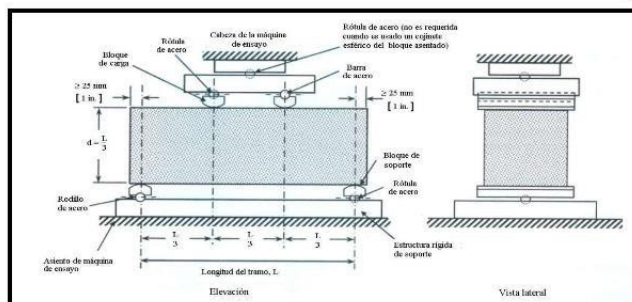
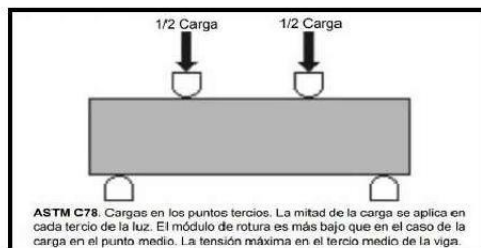


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2302.53	22.58	3.08	3.03	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2212.79	21.70	2.96		
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2277.03	22.33	3.04	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	30.26

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

Rf = Módulo de rotura (Mpa)
 F = Carga máxima registrada (KN)
 a = Luz entre apoyos (mm)
 b = Ancho medio de la probeta (mm)
 h = Altura media de la probeta (mm)

Anexo 38. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón a los 14 días de curado.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA	:	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	:	Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	:	03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	:	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	:	jueves, 19 de Octubre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO	14	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO	14	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO	14	150.00	150.00	510.00	460.00

CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP Nº 301975

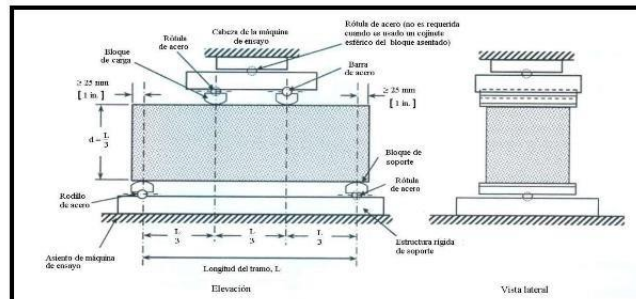
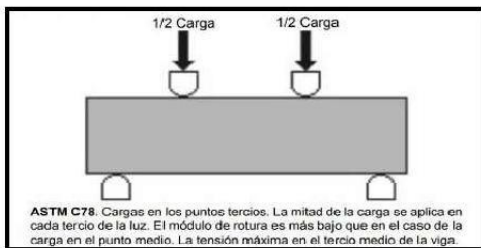


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2446.31	23.99	3.27	3.25	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2389.20	23.43	3.19		
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2455.49	24.08	3.28	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	32.48



DÓNDE:

- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

Anexo 39. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón a los 28 días de curado.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97

OBRA	:	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	:	Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	:	03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	:	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	:	viernes, 20 de Octubre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	BLOQUES DE CONCRETO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
03	BLOQUES DE CONCRETO	28	150.00	150.00	510.00	460.00

CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES
Ingeniero Civil
CIP Nº 301975

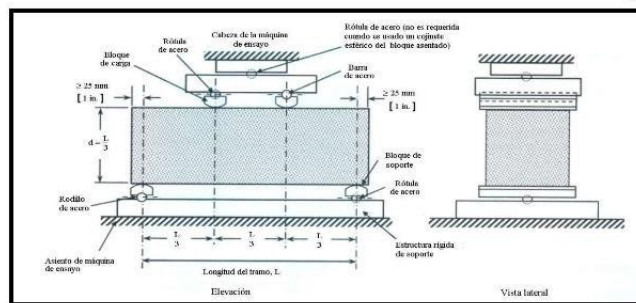
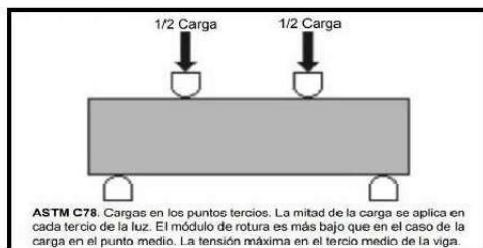


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	3440.54	33.74	4.60	3.85	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2504.43	24.56	3.35		
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2686.96	26.35	3.59	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	38.46

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

Anexo 40. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto +0.05% grafeno a los 7 días de curado.

ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	sábado, 4 de Noviembre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO+0.05% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO+0.05% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
03	CONCRETO+0.05% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00

**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 301975

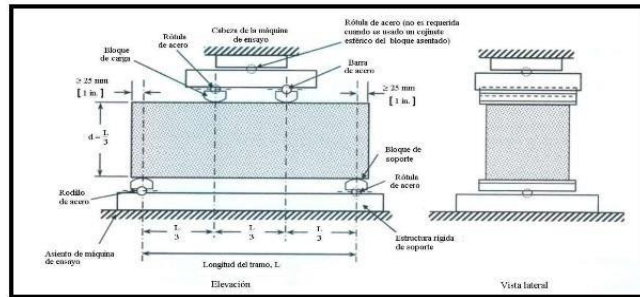
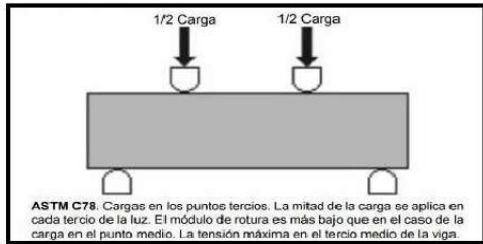


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO+0.05% GRAFENO	2387.16	23.41	3.19	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.96
CONCRETO+0.05% GRAFENO	2015.99	19.77	2.69		
CONCRETO+0.05% GRAFENO	2247.46	22.04	3.00		

$$Rf = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:
 Rf = Módulo de rotura (Mpa)
 F = Carga máxima registrada (KN)
 a = Luz entre apoyos (mm)
 b = Ancho medio de la probeta (mm)
 h = Altura media de la probeta (mm)

Anexo 41. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto +0.05% grafeno a los 14 días de curado.


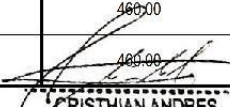
		LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97		
OBRA	:	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	:	Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	:	03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	:	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	:	viernes, 20 de Octubre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO+0.05% GRAFENO	14	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO+0.05% GRAFENO	14	150.00	150.00	510.00	460.00
03	CONCRETO+0.05% GRAFENO	14	150.00	150.00	510.00	460.00


**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 301975

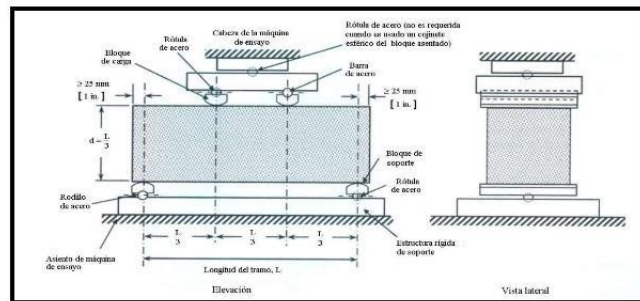
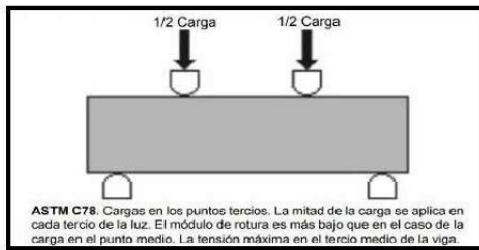


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO+0.05% GRAFENO	2563.58	25.14	3.43	3.41	
CONCRETO+0.05% GRAFENO	2623.74	25.73	3.51		
CONCRETO+0.05% GRAFENO	2457.53	24.10	3.28	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	34.06

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

Anexo 42. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto +0.05% grafeno a los 28 días de curado.


 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO	
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: sábado, 21 de Octubre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO+0.05% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO+0.05% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
03	CONCRETO+0.05% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00


CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 301975

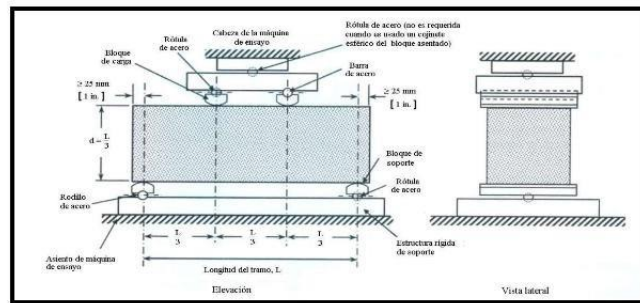
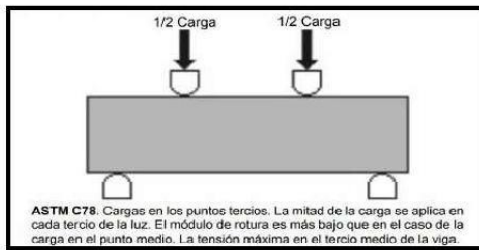


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO+0.05% GRAFENO	3135.64	30.75	4.19	4.04	
CONCRETO+0.05% GRAFENO	2901.10	28.45	3.88		
CONCRETO+0.05% GRAFENO	3035.71	29.77	4.06	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	40.42



DÓNDE:
 Rf = Módulo de rotura (Mpa)
 F = Carga máxima registrada (KN)
 a = Luz entre apoyos (mm)
 b = Ancho medio de la probeta (mm)
 h = Altura media de la probeta (mm)

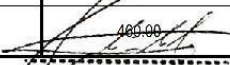
$$Rf = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

Anexo 43. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto +0.07% grafeno a los 7 días de curado.

 LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO	
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: viernes, 3 de Noviembre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO+0.07% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO+0.07% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
03	CONCRETO+0.07% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00


CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 301975

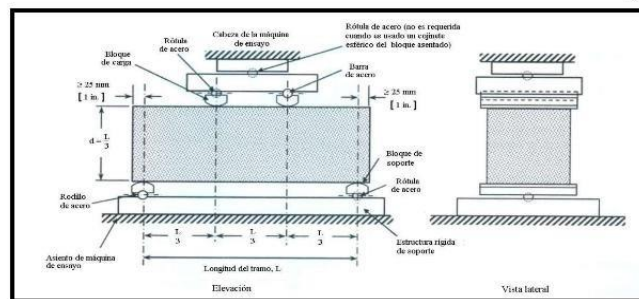
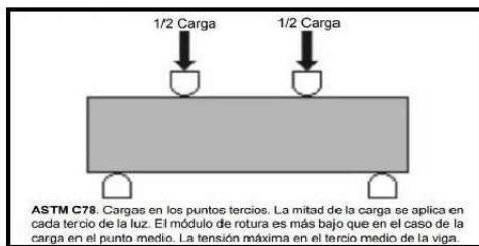


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.69
CONCRETO+0.07% GRAFENO	1962.96	19.25	2.62	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	
CONCRETO+0.07% GRAFENO	2055.76	20.16	2.75		
CONCRETO+0.07% GRAFENO	2018.03	19.79	2.70		26.90

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

Anexo 44. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto +0.07% grafeno a los 14 días de curado.



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO	
NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	: Lunes, 23 de Octubre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO+0.07% GRAFENO	14	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO+0.07% GRAFENO	14	150.00	150.00	510.00	460.00
03	CONCRETO+0.07% GRAFENO	14	150.00	150.00	510.00	460.00

[Firma]
CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 301975

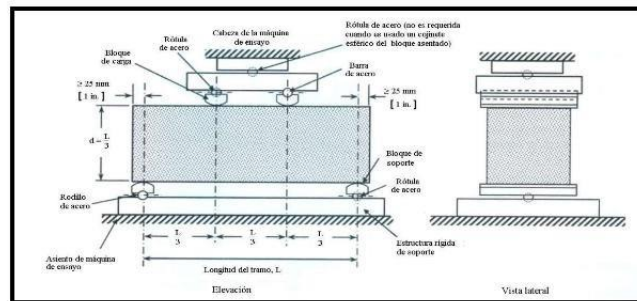
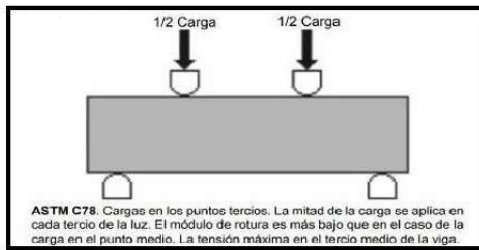


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO+0.07% GRAFENO	2524.83	24.76	3.37	3.40	
CONCRETO+0.07% GRAFENO	2737.95	26.85	3.66		
CONCRETO+0.07% GRAFENO	2357.59	23.12	3.15	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	33.95



DÓNDE:

- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

$$Rf = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

Anexo 45. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto +0.07% grafeno a los 28 días de curado.


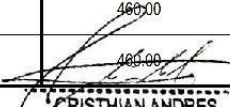
		LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97		
OBRA	:	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	:	Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	:	03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	:	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	:	martes, 24 de Octubre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO+0.07% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO+0.07% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
03	CONCRETO+0.07% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00


**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 301975

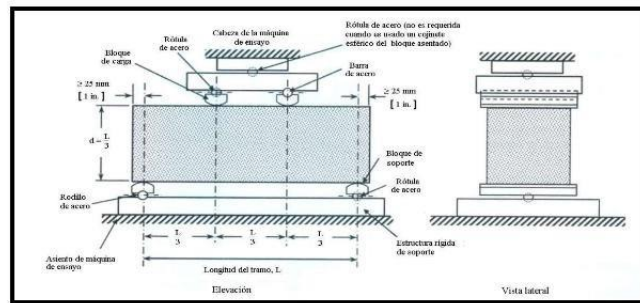
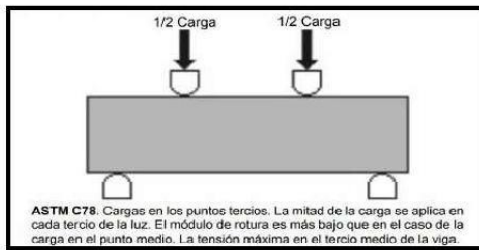


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO+0.07% GRAFENO	2700.22	26.48	3.61	3.40	
CONCRETO+0.07% GRAFENO	2366.77	23.21	3.16		
CONCRETO+0.07% GRAFENO	2571.73	25.22	3.44	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	34.03

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

Anexo 46. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto +0.09% grafeno a los 7 días de curado.


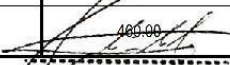
		LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97		
OBRA	:	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	:	Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	:	03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	:	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	:	jueves, 2 de Noviembre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO+0.09% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO+0.09% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00
03	CONCRETO+0.09% GRAFENO	7	150.00	150.00	510.00	460.00


**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 301975

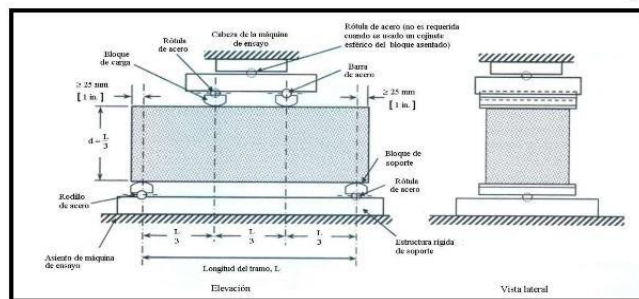
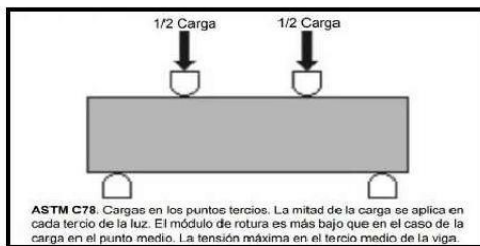


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO+0.09% GRAFENO	1549.97	15.20	2.07	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	2.38
CONCRETO+0.09% GRAFENO	1673.36	16.41	2.24		
CONCRETO+0.09% GRAFENO	2124.08	20.83	2.84	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	23.82

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

Rf = Módulo de rotura (Mpa)
 F = Carga máxima registrada (KN)
 a = Luz entre apoyos (mm)
 b = Ancho medio de la probeta (mm)
 h = Altura media de la probeta (mm)

Anexo 48. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto +0.09% grafeno a los 28 días de curado.


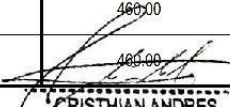
		LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97		
OBRA	:	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	:	Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	:	03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	:	ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
FECHA	:	miércoles, 25 de Octubre de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO+0.09% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO+0.09% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00
03	CONCRETO+0.09% GRAFENO	28	150.00	150.00	510.00	460.00


**CRISTHIAN ANDRES
RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP Nº 301975

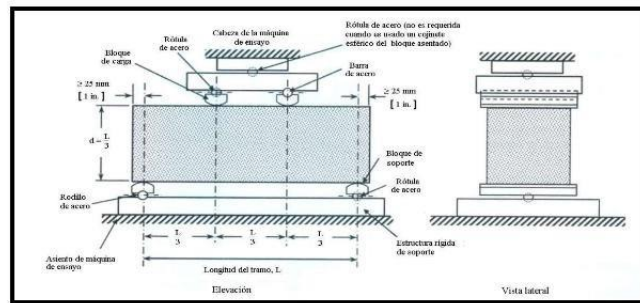
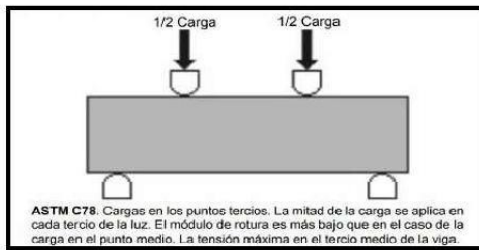


TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO+0.09% GRAFENO	2565.62	25.16	3.43	3.28	
CONCRETO+0.09% GRAFENO	2340.26	22.95	3.13		
CONCRETO+0.09% GRAFENO	2463.64	24.16	3.29	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm2)	32.83

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

Anexo 49. Ensayo de asentamiento del concreto (slump).



ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP) ASTM C 143	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: martes, 31 de Octubre de 2023
MUESTRA	: EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

MUESTRA	ASENTAMIENTO OBTENIDO		ASENTAMIENTO SEGÚN CONSISTENCIA			
	in	cm	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
CONCRETO PATRON	3.8	9.7	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO + 0.05% DE GRAFENO	3.7	9.4	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO + 0.07 % DE GRAFENO	3.7	9.4	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO + 0.09 % DE GRAFENO	3.65	9.3	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado


CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975



Anexo 50. Peso unitario del concreto fresco.



PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO	
ASTM C 138	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm2 con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: martes, 31 de Octubre de 2023
MUESTRA	: EL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

Método compactado por apisonado


CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975

Muestra N°	CONCRETO PATRÓN		CONCRETO + 0.05% DE GRAFENO		CONCRETO + 0.07% DE GRAFENO		CONCRETO + 0.09% DE GRAFENO	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420	8420	8420	8420	8420	8420	8420	8420
Volúmen del frasco (cm3)	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13
Peso del Concreto Fresco + Frasco (gr)	40400	40450	40400	40350	40450	40350	40400	40500
Peso del Concreto Fresco (gr)	31980	32030	31980	31930	32030	31930	31980	32080
Peso Unitario (gr/cm3)	2.282	2.285	2.282	2.278	2.285	2.278	2.282	2.289
Peso Unitario Promedio (gr/cm3)	2.28		2.28		2.28		2.29	
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)	2283.60		2280.04		2281.82		2285.39	



Anexo 51. Temperatura de mezcla de concreto.



LABORATORIO CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO ASTM C 1064	
PROYECTO	: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto f_c 280 kg/cm ² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023
SOLICITANTE	: Quispe Benites Jholibert Anthony & Rubio Zavaleta Kelvin Andree
RESPONSABLE	: ING. CRISTHIAN ANDRES RODRIGUEZ ANGELES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: martes, 31 de Octubre de 2023
MUESTRA	: LA TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

MUESTRA	N° REPETICIÓN	TEMPERATURA °C	TEMPERATURA PROMEDIO DE LA MEZCLA DE CONCRETO °C
CONCRETO PATRON	PRUEBA 1	24.1	24.1
	PRUEBA 2	24.1	
	PRUEBA 3	24.2	
CONCRETO + 0.05% DE GRAFENO	PRUEBA 1	23.8	23.8
	PRUEBA 2	23.8	
	PRUEBA 3	23.7	
CONCRETO + 0.07 % DE GRAFENO	PRUEBA 1	23.8	23.8
	PRUEBA 2	23.7	
	PRUEBA 3	23.8	
CONCRETO + 0.09 % DE GRAFENO	PRUEBA 1	23.9	23.9
	PRUEBA 2	23.9	
	PRUEBA 3	24	

[Firma]
**CRISTHIAN ANDRES
 RODRIGUEZ ANGELES**
 Ingeniero Civil
 CIP N° 301975



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 52. Panel Fotográfico

Análisis granulométrico de agregados grueso y fino (ASTM C3303/ NTP 400.012)

Imagen 01. Pesado de los agregados.



Imagen 02. Colocando el agregado en el Tamiz.



Imagen 03. Clasificación del agregado fino.



Imagen 04. Clasificación del agregado grueso.



Contenido de humedad de los agregados (MTC E 215 / NTP 339.185)

Imagen 05. Pesado de agregado húmedo.



Imagen 06. Pesado de agregado seco.



Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C 127 / NTP 400.021)

Imagen 07. Agregado grueso sumergido en agua durante 24 horas.



Imagen 08. Secado superficial del agregado grueso.



Gravedad específica y absorción de los agregados finos (ASTM C 128 / NTP 400.022)

Imagen 09. El agregado fino se introduce en la fiola.



Imagen 10. Pesado de la fiola + agua + agregado fino.



Imagen 11. Eliminación de aire.



Imagen 12. Elaboración de testigos.



Diseño de mezclas según el método del ACI 211.1

Imagen 13. Pesado de acuerdo a la dosificación.



Imagen 14. Elaboración del concreto.



Imagen 15. Rotura de probetas (ensayo de resistencia a la compresión)



Imagen 16. Rotura de probetas (ensayo de resistencia a la flexión)



Anexo 53. Fórmulas utilizadas.

Para el contenido de humedad utilizamos la siguiente formula:

$$\%W = \frac{P_w - P_s}{P_s}$$

Dónde:

$\%W$ = Porcentaje de humedad

$\%P_w$ = Porcentaje de muestra humedad

$\%P_s$ = Porcentaje de muestra seca

Para obtener la resistencia a la compresión según la norma ASTM C39:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dónde:

P = Fuerza Axial

A = Área de sección transversal

La deformación unitaria se relaciona con los cambios de la carga aplicada directamente al espécimen. Se representa mediante la fórmula:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

Dónde:

ε = Deformacion unitaria

δ = *Alargamiento*

L = *Longitud inicial*

Para la corrección de Humedad de los agregados, aplicamos la siguiente formula:

$$\text{Peso seco} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Para calcular los aportes de agua a la mezcla, aplicamos la siguiente formula:

$$\frac{(w\% - \%abs) * \text{Agregado seco}}{100}$$

Para obtener la resistencia a la flexión según la norma ASTM C78:

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

Dónde:

R_f= Módulo de rotura (Mpa)

F= Carga máxima registrada (KN)

a= Luz entre apoyos (mm)

b= Ancho medio de la probeta (mm)

h= Altura media de la probeta (mm)

Anexo 54. Tablas necesarias para obtener el diseño de mezcla según el método ACI 211.1.

Tabla 13. Característica de los materiales.

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO	AGR. GRUESO	AGR. FINO
Densidad o peso específico	2.97	2.62	2.66
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4 plg	2.360 mm
Peso Unitario (Kg/m ³)	2970	2620	2660
P.U Suelto Seco (Kg/m ³)	1500	1566.43	1655.6
P.U Compactado Seco (Kg/m ³)	-	1673.45	1811.14
Módulo de Finura	-	6.55	2.56
Humedad (%)	-	0.59	0.64
Absorción (%)	-	1.62	0.85

Determinamos los asentamientos (Según su estructura y según su consistencia):

Tabla 14. Asentamientos recomendados.

Asentamiento según la estructura	Máximo	Mínimo
	4 plg	1 plg

Asentamiento según consistencia	
Consistencia	Plástica
Asentamiento	3 - 4 plg
Trabajabilidad	Trabajable
Método de Compactación	Vibración ligera y chuseado

Mediante la siguiente tabla determinamos F'_{cr} (Resistencia promedio requerida):

Tabla 15. Resistencia promedio del concreto.

F'_c	F'_{cr}
< 210	70
210 - 350	84
> 350	98

Fuente: ACI 211

$$F'_{cr} = 364 \text{ Kg/cm}^2$$

Según la tabla de volumen unitario de agua, podemos afirmar que se necesita 250 lts de agua.

Tabla 16. Volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua en 1/m ³ para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" = 25 mm								
	Concreto sin aire incorporado							
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
	Concreto con aire incorporado							
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Tabla 17. Contenido de aire atrapado.

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8 plg	3.00%
1/2 plg	2.50%
3/4 plg	2.00%
1 plg	1.50%
1 1/2 plg	1.00%
2 plg	0.50%
3 plg	0.30%
6 plg	0.20%

Tabla 18. Selección de la relación agua/ cemento por resistencia.

f'cr (28 días)	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Tabla 19. Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla 20. Volumen absoluto del cemento.

Pacasmayo Extraforte/ Cemento Portland Compuesto Tipo ICo		
Pe	2.97	gr/cm3
c	439.91	kg
Volumen	0.148	m3

Tabla 21. Volumen absoluto del agua.

Agua		
Pe	1000	kg/m3
c	205	kg
Volumen	0.205	m3

Tabla 22. Volumen absoluto del aire.

Aire		
2%		
Volumen	0.020	m3

Tabla 23. Volumen absoluto del agregado grueso.

Agregado grueso		
Pe	2620	kg/m ³
Grava	1078.4	kg
Volumen	0.412	m ³

Tabla 24. Diseño en estado seco.

Cemento (kg)	Agua (lts)	Aire (%)	Agregado Grueso (kg)	Agregado Fino (kg)
439.91	205	2.00	1078.4	572.63

Tabla 25. Tipo de dosificación en peso y volumen.

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
439.91 kg	576.31 kg	1084.72 kg	217.31 lts
0.148 m ³	0.217 m ³	0.414 m ³	0.217 m ³

proporciones del diseño en peso son las siguientes:

CEMENTO		AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		AGUA
1	:	1.31	:	2.47	:	20.99

Anexo 55. Consentimiento Informado

Consentimiento Informado

Título de la Investigación: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023.

Investigador (es): Quispe Benites Jholibert Anthony y Rubio Zavaleta Kelvin Andree

Propósito de estudio

Le invitamos a participar de la investigación titulada “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023”, cuyo objetivo es realizar el análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%. Esta investigación es desarrollada por estudiantes pregrado de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo del campus Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad.

Describir el impacto del problema de la investigación. La investigación tiene un impacto ambiental positivo, porque disminuirá el gasto en la reparación de estructuras y de los materiales.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente:

Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c$ 280 kg/cm² con incorporación de grafeno en porcentajes de 0.05%, 0.07% y 0.09%, Trujillo 2023”.

Esta encuesta entrevista tendrá un tiempo aproximado de 10 minutos y se realizará en el ambiente de la institución Las respuestas al cuestionario

o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia)

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (es): Quispe Benites Jholibert Anthony, Rubio Zavaleta Kelvin Andree, email: zrak_93_05@hotmail.com benitestony77@gmail.com y Docente asesor Mgtr. Noriega Vidal Eduardo Manuel.

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombres y apellidos:

Fecha y hora: