



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
F'C = 210 KG/CM², AGREGANDO GRAFENO**

Línea de Investigación:

Construcción sostenible

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Civil

AUTOR:

Choque Flores, Leopoldo

ASESOR:

Dr. Arguedas Madrid, Cesar Jorge

JURADO:

Dr. Mayhuasca Guerra, Jorge Víctor

Dr. Romero Ríos, David

Dr. Acruta Sánchez, Alfredo

Lima - Perú

2021

TITULO:

**“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
CONCRETO F’C= 210 KG/CM2, AGREGANDO GRAFENO”**

DEDICATORIA:

A mis padres Andrea y Francisco por mostrarme el camino de la superación y a las personas que confiaron en mí.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme salud y bienestar más aun en tiempos de pandemia.

A mis docentes del doctorado que contribuyeron con sus sabios consejos y recomendaciones.

ÍNDICE

TITULO:	II
DEDICATORIA:	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
RESUMO	XIII
SOMMARIO	XIV
I. Introducción	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Descripción del Problema	3
1.3. Formulación del Problema	4
1.3.1. Problema Principal.	4
1.3.2. Problema secundario.....	5
1.4. Antecedentes	5
1.4.1. Internacionales.....	5
1.4.1.1. Ecuador.....	5
1.4.1.2. España.....	6
1.4.1.3. Reino unido.	7
1.4.1.4. México.....	7
1.4.1.5. Brasil.....	8
1.4.1.6. Colombia.....	8
1.4.2. Nacionales.	9
1.5. Justificación de la Investigación	11
1.5.1. Fundamento.	11

1.5.2. Justificación de la Investigación.....	12
1.5.3. Importancia de la Investigación.....	12
1.6. Limitación de la Investigación	13
1.6.1. Espacial.....	13
1.6.2. Temporal.....	13
1.6.3. Social.	13
1.7. Objetivos de la Investigación	13
1.7.1. Objetivo General.....	13
1.7.2. Objetivos Secundarios.	13
1.8. Hipótesis.....	14
1.8.1. Hipótesis principal.....	14
1.8.2. Hipótesis secundarias.	14
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Marco Teórico	15
2.1.1. Generalidades del concreto.....	15
2.1.2. Componentes del concreto.....	15
2.1.3. Nanomateriales.	19
2.1.4. Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.	26
2.1.5. Resistencia a la compresión.	26
2.1.6. Resistencia a flexión.	28
2.1.8. Comportamiento mecánico del concreto.....	30
2.1.9. Esfuerzo.	30
2.2. Marco Filosófico	31
2.2.1. Pensamiento sistémico.....	36
2.2.2. Paradigma mecánico.	37
2.2.3. Paradigma comunicacional.	38

2.3. Marco Tecnológico	39
2.4. Marco Conceptual	39
III. MÉTODO	42
3.1. Tipo y Nivel de la Investigación.....	42
3.1.1. Tipo.....	42
3.1.2. Nivel.	43
3.1.3. Diseño de la Investigación.....	43
3.1.4. Código y nomenclatura.....	43
3.2. Población y Muestra.....	43
3.2.1. Población.	43
3.2.2. Tamaño Muestral.....	44
3.3. Operacionalización de Variables.....	45
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	47
3.5. Procedimiento.....	47
3.5.1. Diseño estadístico.....	48
3.6. Técnicas y Análisis de Datos	49
3.7. Consideraciones Éticas.....	50
IV. RESULTADOS	51
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES.....	81
VIII. REFERENCIAS	82
5.1. Bibliográficas	82
5.2. Electrónicas	88
IX. ANEXOS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proporciones usadas para crear concreto.....	16
Figura 2 Formas alotrópicas del carbono.....	20
Figura 3 Representaciones esquemáticas sobre el origen.....	21
Figura 4 Laminas enrolladas de grafeno de una sola capa y multicapa.....	22
Figura 5 Proceso de Oxidación del Grafeno.....	23
Figura 6 Modelo de la Estructura de Grafeno.....	24
Figura 7 Progreso de la resistencia a compresión de numerosos concretos.....	27
Figura 8 Variación del $f'c$ respecto a la relación agua-cemento.....	28
Figura 9 Cada carga se ejerce en los tercios de la longitud de la viga.....	29
Figura 10 Cada carga se ejerce en parte media de la longitud de la viga.....	29
Figura 11 Procedimientos.....	48
Figura 12 Curva granulométrica agregado fino.....	51
Figura 13 Curva granulométrica agregado grueso.....	52
Figura 14 Resultados N.T.P. 400,037.....	52
Figura 15. Tendencia de la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	57
Figura 16 Tendencia de la resistencia a flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	59
Figura 17 Tendencia de la resistencia a tracción del concreto.....	61
Figura 18 Medias de las resistencias a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación.....	67
Figura 19 Medias de las resistencias a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación.....	72
Figura 20 Medias de las resistencias a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales tipos de cemento portland	17
Tabla 2 Límites permisibles de contenidos y sustancias disueltas	19
Tabla 3 Porcentaje en peso con respecto a la cantidad de capas del grafeno.	23
Tabla 4 Nomenclatura para campos de la ciencia.....	43
Tabla 5 Muestra Para Pruebas a Compresión	44
Tabla 6 Muestra Para Pruebas a Flexión.....	44
Tabla 7 Muestra Para Pruebas a Tracción Diametral.....	45
Tabla 8 Contenido de Humedad A.F. ag.....	53
Tabla 9 Propiedades De A.G Y A.F.	54
Tabla 10 Cuadro diseño mezcla concreto patrón.....	54
Tabla 11 Cuadro diseño mezcla concreto 0.10% adición.....	55
Tabla 12 Cuadro diseño mezcla concreto 0.20% adición.....	55
Tabla 13 Cuadro diseño mezcla concreto 0.30% adición	55
Tabla 14 Cuadro diseño mezcla concreto 0.40% adición.....	55
Tabla 15 Resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 7 de evaluación	56
Tabla 16 Resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 14 de evaluación	56
Tabla 17 Resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 28 de evaluación	57
Tabla 18 Resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 7 de evaluación	58
Tabla 19 Resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 28 de evaluación	58
Tabla 20 Resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 7 de evaluación	60
Tabla 21 Resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 28 de evaluación	60
Tabla 22 Pruebas de normalidad de la resistencia a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación	62

Tabla 23 Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación	63
Tabla 24 Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación	64
Tabla 25 Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación.....	65
Tabla 26 Medias de las resistencias a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo con la prueba HSD Tukey	66
Tabla 27 Pruebas de normalidad de la resistencia a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación	68
Tabla 28 Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación.....	69
Tabla 29 Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación	70
Tabla 30 Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación.....	70
Tabla 31 Medias de las resistencias a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo a la prueba HSD Tukey	72
Tabla 32 Pruebas de normalidad de la resistencia a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación	73
Tabla 33 Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación.....	74
Tabla 34 Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación	75
Tabla 35 Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación	76
Tabla 36 Medias de las resistencias a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo a la prueba HSD Tukey	77

RESUMEN

La presente investigación presenta una propuesta técnica para su aplicación en los procesos constructivos de obra civil, específicamente la de optimizar las propiedades mecánicas del concreto bajo un diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; en vista que en la actualidad se viene realizando tratamientos para mejorar la resistencia con distintos materiales, sin embargo, no existen sugerencias relevantes en cuanto al uso de la nanotecnología y dado que este nano material es considerado uno de los más revolucionarios del mundo en la actualidad y, por lo tanto, tiene un gran valor. Se presenta a continuación un estudio de tipo aplicado y diseño experimental de una serie de ensayos realizados a una muestra de 120 especímenes de concreto, en un laboratorio a través de 90 probetas cilíndricas y 30 prismáticas que incluyeron a una muestra patrón las cuales tuvieron un diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ así como también estos especímenes poseían una incorporación de dosis en 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% de grafeno, los mismos que fueron sometidos a los ensayos de compresión, flexión y tracción, se evaluó la resistencia a 7, 14 y 28 días de edad respecto a la compresión y la de 7 y 28 días de edad para ensayos a flexión y tracción respectivamente. Posteriormente los resultados fueron alentadores pues considerando un diseño controlado y cuidadoso que se tuvo. Se ha comprobado respecto al diseño de mezcla que es factible para su uso y sobre todo demostrado que a una edad de 28 días agregando grafeno en 0.4% respecto al peso del cemento, Tiene un valor alto porque significativamente mejora la resistencia a la compresión, resistencia a flexión y resistencia a tracción diametral, en relación con la muestra patrón, siendo un excelente material para ser trabajado en una mezcla de concreto y garantizar se maximice el potencial en las propiedades mecánicas a compresión, flexión y tracción del concreto.

Palabras clave: Nanotecnología, Grafeno, Propiedades mecánicas, Compresión, Flexión.

ABSTRACT

The present investigation presents a technical proposal for its application in the construction processes of civil works, specifically that of optimizing the mechanical properties of concrete under a design $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$; In view of the fact that treatments are currently being carried out to improve resistance with different materials, however, there are no relevant suggestions regarding the use of nanotechnology and given that this nano material is considered one of the most revolutionary in the world today and therefore has great value. An applied type study and experimental design of a series of tests carried out on a sample of 120 concrete specimens is presented below, in a laboratory through 90 cylindrical and 30 prismatic test tubes that included a standard sample which had a design $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ as well as these specimens had a dose incorporation at 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% graphene, the same ones that were subjected to the compression, bending and traction tests, the resistance was evaluated at 7, 14 and 28 days of age with respect to compression and that of 7 and 28 days of age for tests flexion and traction respectively. Subsequently, the results were encouraging because considering a controlled and careful design that was had, it has been verified regarding the mixture design that it is feasible for its use and above all it has been shown that at an age of 28 days adding graphene in 0.4% with respect to the weight of Cement, It has a high value because it significantly improves the compressive strength, flexural strength and diametrical tensile strength, in relation to the standard sample, being an excellent material to be worked in a concrete mix and guaranteeing the potential in the compressive, flexural and tensile mechanical properties of concrete.

Keywords: *Nanotechnology, Graphene, Mechanical properties, Compression, Bending.*

RESUMO

A presente investigação apresenta uma proposta técnica para a sua aplicação nos processos construtivos de obras civis, nomeadamente na optimização das propriedades mecânicas do betão sob projecto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$; Tendo em vista que atualmente estão sendo realizados tratamentos para melhorar a resistência com diferentes materiais, no entanto, não há sugestões relevantes quanto ao uso da nanotecnologia e visto que este nanomaterial é considerado um dos mais revolucionários do mundo hoje e por isso tem grande valor. Um estudo de tipo aplicado e desenho experimental de uma série de ensaios realizados em uma amostra de 120 corpos de prova de concreto é apresentado a seguir, em um laboratório através de 90 corpos de prova cilíndricos e 30 prismáticos que incluíram uma amostra padrão que teve um desenho $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, bem como estas amostras, tiveram uma incorporação de dose a 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% de grafeno, os mesmos que foram submetidos aos testes de compressão, flexão e tração, a resistência foi avaliada aos 7, 14 e 28 dias de idade para compressão e aos 7 e 28 dias de idade para testes de flexão e tração respectivamente. Posteriormente, os resultados foram encorajadores porque considerando um desenho controlado e cuidadoso que se tinha, verificou-se no que diz respeito ao desenho da mistura que é viável a sua utilização e sobretudo demonstrou-se que aos 28 dias de idade adicionando grafeno em 0,4% em relação ao peso do Cimento, tem um valor alto porque melhora significativamente a resistência à compressão, resistência à flexão e resistência à tração diametral, em relação à amostra padrão, sendo um excelente material para ser trabalhado em um mistura do concreto e garantindo o potencial nas propriedades mecânicas de compressão, flexão e tração do concreto.

Palavras chave: *Nanotecnologia, Grafeno, Propriedades mecânicas, Compressão, Flexão.*

SOMMARIO

La presente indagine presenta una proposta tecnica per la sua applicazione nei processi di costruzione di opere civili, nello specifico quella di ottimizzare le proprietà meccaniche del calcestruzzo sotto un progetto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; In considerazione del fatto che sono attualmente in corso trattamenti per migliorare la resistenza con materiali diversi, non ci sono però suggerimenti rilevanti riguardo l'uso della nanotecnologia e dato che questo nano materiale è considerato oggi uno dei più rivoluzionari al mondo e quindi ha un grande valore. Di seguito viene presentato uno studio di tipo applicato e un progetto sperimentale di una serie di prove eseguite su un campione di 120 provini di calcestruzzo, in un laboratorio attraverso 90 provini cilindrici e 30 prismatici che includevano un campione standard avente un progetto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ così come questi campioni avevano una dose incorporata a 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% di grafene, gli stessi che sono stati sottoposti ai test di compressione, flessione e trazione, la resistenza è stata valutata a 7, 14 e 28 giorni di età rispetto alla compressione e quella a 7 e 28 giorni di età per le prove di flessione e trazione rispettivamente. Successivamente, i risultati sono stati incoraggianti perché considerando una progettazione controllata e attenta che si era avuta, si è verificato rispetto al disegno della miscela che fosse fattibile per il suo utilizzo e soprattutto è stato dimostrato che all'età di 28 giorni aggiungendo grafene allo 0,4% rispetto al peso del Cemento, ha un valore elevato perché migliora sensibilmente la resistenza a compressione, flessione e trazione diametrale, rispetto al campione standard, essendo un ottimo materiale da lavorare in un miscela di calcestruzzo e garantendo il potenziale nelle proprietà meccaniche di compressione, flessione e trazione del calcestruzzo.

Parole chiave: Nanotecnologia, Grafene, Proprietà meccaniche, Compressione, Flessione.

I. Introducción

La presente investigación posee el desarrollo de un conjunto de procesos que ha sido detallados y minuciosamente tratado, con fines de optimizar las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando un material nanotecnológico como lo es el grafeno.

El concreto es uno de los materiales que en la actualidad se viene utilizando bajo distintas condiciones, sus características hacen de qué las estructuras se forjen de una manera más sólida dado que aporta rigidez a todo elemento estructural; la presente investigación expone la teoría de un diseño de mezcla y la desarrollo usando modelos matemáticos normalizados para posteriormente ponerlos en práctica a través de probetas de concreto, al cual denominamos especímenes de estudio, para de esta manera medir cómo el grafeno mejora sus propiedades mecánicas, es decir, su resistencia a la compresión, flexión y tracción.

Una vez presentadas las implicancias de la investigación, las cuales serán desarrolladas a lo largo de la misma, se tiene un esquema cuyos elementos constitutivos son los siguientes:

Capítulo I: Contiene el enunciado del problema, la descripción y formulación del problema, el objetivo, su justificación, la importancia y su delimitación

Capítulo II: Contiene la base teórica, marco filosófico, marco tecnológico, marco conceptual, hipótesis de investigación, variables, definiciones conceptuales y la expresión de todo el esquema esencial. Respecto a teorías sobre el diseño de mezclas, como el método de la American Concrete Institute (A.C.I.) las normas de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (A.S.T.M.) así como las normas técnicas peruanas (N.T.P.) vigentes.

Capítulo III: Permite conocer la metodología de investigación que contiene el tipo y el nivel de la investigación el diseño, el universo y muestra, así como procedimientos para la recolección de los datos, los instrumentos, las técnicas de investigación y la matriz de operacionalización de las variables de investigación.

Capítulo IV: Nos permite demostrar en base a los ensayos realizados los distintos resultados obtenidos, a través de tablas de resultados y cuadros, así como también involucran un análisis estadístico, análisis, tratamiento y demostración de los resultados del proceso, generados por las pruebas de la resistencia que los especímenes reportaron a compresión, resistencia a flexión y tracción diametral.

Capítulo V: El contenido de este capítulo versara con las conclusiones a las que se llegaron, así como las recomendaciones producto de la investigación realizada.

1.1. Planteamiento del Problema

Uno de los aspectos que, durante el transcurso de la historia del concreto, se han realizado infinidad de investigaciones sobre su uso y otros, en las cuales se ha tratado de mejorar las cualidades del concreto común adicionándole fibras, cenizas, productos orgánicos, puzolana etc. Alcanzando un avance significativo. La incorporación de grafeno propone una nueva mejora en las propiedades mecánicas del concreto, existiendo todavía muchas preguntas sobre este producto nuevo que está revolucionando la industria a nivel mundial, se hará la presente investigación planteando la incorporación del grafeno al concreto bajo un diseño $F'c = 210 \text{ kg/c m}^2$. De la cual se genera nuevos problemas a investigar:

Hoy en día el aporte de la nanotecnología viene revolucionando sectores como el industrial consecuentemente el sector de la construcción no es ajeno a esto, dado que en los materiales viene repercutiendo de tal forma que se han generado grandes cambios para

constituir y mejorar la calidad de los materiales que utilizamos en la construcción, y su uso genere mejores beneficios a lo largo de tiempo; en tal sentido permite centrarnos en la investigación del concreto que desde hace décadas es muy indispensable por su uso en todo tipo de construcciones, es por ello que cada vez se busca optimizar sus propiedades y características para su uso, por ello se siguen haciendo experimentos con algún aditivo o un material que ayude mejorar sus propiedades. Ante ello, con esta investigación busca incluir un nuevo material cuya composición nanotecnológica ayude a mejorar las propiedades mecánicas de un noble material como lo es el concreto, habiéndose considerado el grafeno como el nanomaterial para dicho experimento.

La presente investigación se abocará en el desarrollo del concreto cuya resistencia posea un diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ pero con las características controladas al momento de la adición del grafeno en su constitución.

El grafeno es un material nuevo que va a revolucionar en el mundo de la construcción, es un material nuevo que tenderá a solucionar grandes problemas, casi en todos los campos, por ejemplo: La electricidad, robótica, tecnología digital, medicina, etc. La particularidad es que es un material abundante en la naturaleza, es más fuerte que el acero, es un buen conductor térmico, reacciona bien al juntarse con otros productos, eleva la densidad, es flexible. Conociendo sus propiedades la aprovecharemos para ver que resulta en nuestra investigación.

1.2. Descripción del Problema

Podemos apreciar en actualidad evidencia de que hay diversos estudios el cual intentan remplazar o disminuir el uso del cemento empleando nuevos componentes en las mezclas de concreto, para mejorar las capacidades mecánicas típicas que este posee, siendo

una de las relevantes la de resistencia a la compresión, la flexión así también como también las pruebas de permeabilidad.

El grafeno posee una resistencia mucho mayor que el acero, siendo a su vez más ligero que el aluminio. En el 2010, dos científicos descubrieron sus propiedades de este material recibiendo el premio nobel en física.

Ante este conocimiento moderno, se ha visto por conveniente considerarlo en la constitución del cemento, generando un nuevo estudio científico a investigar para evaluar cómo se optimiza la propiedad mecánica relacionado a su compresión, flexión y tracción diametral bajo un diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando Grafeno, ya que hay diversas investigaciones relacionadas, pero con distintos materiales. El presente estudio, por su parte, tiene como objetivo mostrar cómo un elemento nanotecnológico aporta mejoras a sus propiedades mecánicas del concreto. Con las evidencias que se pudieran hallar, se expondrá los beneficios que el grafeno generaría en la nueva constitución y producción de concreto.

Así mismo no se tiene evidencia clara y fáctica de como son los resultados de las propiedades mecánicas, dado que es una variación que no se puede estimar debido a que repercutiría al inadecuado pre dimensionamiento de los elementos estructurales en cuanto a su resistencia y los índices de rigidez.

Con la incorporación de grafeno se busca nuevas mejoras en las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. De esta manera se plantea el problema a investigar:

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema Principal.

¿Cómo optimizaría las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando grafeno en su constitución?

1.3.2. Problema secundario.

- ¿Con la adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% aumentará la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿Con la incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% mejoraría la resistencia a flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿Con la incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% incrementaría la resistencia a tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

1.4. Antecedentes

1.4.1. Internacionales

1.4.1.1. Ecuador.

Con su investigación, Ávila (2019) Trato de determinar que las propiedades mecánicas a compresión de cubos de mortero sean mejoradas con grafeno nativo de Ecuador, lo que ayudo a especificar y determinar el costo de producción de los aditivos y morteros probados por unidad de volumen. El método utilizado fue ensayar materiales, realizar procedimientos y muestras de mortero en laboratorio.

La conclusión a la que se llegó es que para estudiar el comportamiento mecánico bajo la carga de compresión aplicada al cubo de mortero se utilizó una muestra reforzada con grafeno.

El cual se obtiene mediante un método denominado exfoliación química “Improved Synthesis of Graphene Oxide”, la muestra se refuerza con grafeno reducido, y en ambos casos se añaden policarboxilatos (en porcentaje de 0,5 respecto al peso del cemento) y de

esta manera la adhesión sea mejor. Del mismo modo fue importante y útil repetir la prueba que contiene la dosis para determinar los factores que tienen un impacto significativo en el desempeño de la prueba de resistencia a la compresión. Teniendo en cuenta que la dispersión ultrasónica no se utiliza para mejorar la solubilidad del grafeno en agua, lo que implícitamente mejorará la adherencia entre el grafeno y el cemento, se implementó esta recomendación.

1.4.1.2. España.

De la Peña (2017) buscó intentando diseñar y desarrollar un nuevo material compuesto que combine pintura y grafeno para el exterior de edificios. Además, agregue propiedades nuevas y mejores que los recubrimientos no reforzados. En esta oportunidad, el grafeno aparece como parte de recubrimiento de la edificación a través de la pintura. El método que utilizó es añadir grafeno a la prueba de laboratorio, y la conclusión es que, según la relación entre el área del nanomaterial utilizado y su volumen, una pequeña cantidad de grafeno es suficiente para mejorar beneficiosamente su rendimiento. De la misma forma, obtenga una tecnología que promueva la aplicación, la rentabilidad y la facilidad de procesamiento.

En ese mismo orden de ideas, Paz (2018), A través de su trabajo de grado, se propuso vincular el grafeno con el sector de la construcción y el papel que cumple. El método utilizado en esta investigación considera cuatro resumidos principios contenidos el desarrollo de la introducción, en segundo orden el método para dar paso posteriormente a los resultados, así como la discusión. Considera que la nanotecnología y el hormigón de grafeno representarán una revolución en la industria de la construcción. Por tanto, es inevitable poder comprender intuitivamente todas las posibilidades que ofrece la ciencia.

1.4.1.3. Reino unido.

Dimov et al. (2018) postula que el grafeno brinda buenos atributos en ensayos a cubos de concretos asociados a una normativa vigente de su país, muestra resultados alentadores en cuanto a mejorar las propiedad mecánica a compresión y así como la flexión, considerada como un elemento comparativo al grafeno del tipo industrial (I.G.) así también grafeno funcionalizado (F.G.), grafito y un concreto estándar alcanzado luego de 28 días de evaluación resistencias hasta de 26% usando el grafeno de característica industrial.

1.4.1.4. México.

Chao (2016), en su trabajo “*Construcción y tecnología del concreto*”, introduce la investigación sobre aditivos de grafeno entando de acuerdo con el centro superior universitario Católica de San Antonio de Murcia (U.C.A.M.), destacó, considerando que el aditivo ayudará a los proyectos de edificación a volverse más resistentes en caso se manifiesten movimientos producidos por los terremotos. De manera similar, el mecanismo antes indicado muestra que este producto mejora una característica llamada durabilidad del hormigón. El vicepresidente José A. Martínez incide que el aditivo puede mejorar propiedades de forma sustancial como la resistencia a la carbonatación, la resistencia a sulfatos y cloruros Del mismo modo, logra que la vida útil del concreto manifieste un incremento que realmente asegura que es notable. Desde luego, como efecto adyacente significativo ayuda a optimizar los tan preciados recursos naturales y de esta manera alcanza a reducir las manifestaciones de que óxido de carbono repercute de manera negativa en la atmosfera, Esto se debe a la extracción, procesamiento, producción y transporte de materias primas.

1.4.1.5. Brasil.

Caires (2019) muestra que el grafeno es una nano partícula que tiene la propiedad de elevar resistencia mecánica, es de fácil dispersión con capacidad de combinarse fácilmente con otras partículas. Es muy escasa la información sobre estas nano partículas debido a que en el rubro de la construcción no se posee amplios estudios del tratamiento de nanotecnología. Expresa en su investigación sobre la atribución del grafeno las propiedades mecánicas y físicas en microestructuras en argamasas cementosas con pruebas en el grafeno (O.G) 0,03%, 0,05%, 0,07% e 0,09% (en relación al peso de cemento), en tiempo de hasta 91 días. Con adición de 0,05% de OGR, los cuales, respecto a la resistencia a la compresión, esta se vio afectada con aumentos del 12,0%, 9,6%, e 7,8%, en todos los tiempos de prueba, con relación a una muestra patrón es decir una muestra sin la suma de grafeno.

Por ser un excelente conductor eléctrico y térmico, el grafeno se utiliza en productos electrónicos, siendo estos las pantallas y circuitos de gran ductilidad, etc. Por ser electroquímicamente inerte es resistente a la oxidación. Por otra parte, se está trabajando en investigar como refuerzos en productos como el cemento demostrándose, mayor resistencia y menos agrietamientos.

Entonces, en esta investigación trataremos de potenciar nuevas propuestas para los ámbitos de la Arquitectura y cómo esta se puede beneficiar con el grafeno, así como sectores como Construcción y sus posibilidades de mejorar su desarrollo y crecimiento a través de la utilización de este componente.

1.4.1.6. Colombia.

Mejía et al. (2009), en su tesis *Concreto adicionado con meta caolín: Comportamiento a carbonatación y cloruros*, presentó una explicación de cómo un

concreto elaborado con un 90 % de cemento portland, 10% de meta caolín y humo de sílice donde se hicieron 4 ensayos 2 de ellos con caolín colombiano y los otros dos con caolín importado. Con lo que se estudió el grado de evaluación en la resistencia a la compresión, la absorción capilar, la penetración de iones y la absorción de agua. El resultado de la investigación fue que a los 28 días los concretos adicionados tuvieron mayor delicadeza en cuanto a la carbonatación comparado con el hormigón estándar. Considerando también se descubrió que en una mayor edad de curado incrementa la permeabilidad a cloruros. Se puede deducir entonces que concretos adicionados tienen mayor permeabilidad y resistencia al ion de cloruro.

Botto y Santa cruz (2017), refiere en su investigación de post grado, que el propósito de evaluar la adición de nanocompuestos es revelar el desempeño del concreto en estado fresco y endurecido (utilizado para pavimentos rígidos), pueden alterar las propiedades del hormigón bajo la condición de estado endurecido como también el estado fresco. Considera un diseño experimental; La conclusión a la que se llega es que las pruebas realizadas sobre resistencia y flexión no revelaron tendencias ni efectos significativos en el proceso de combinación añadidas con relación a la mezcla que se realizó para ser parte del grupo control, de tal forma que considerando los coeficientes de variación estos se localizaron frecuentemente asociados al rango identificado.

1.4.2. Nacionales.

Ccopa (2017), argumenta en su trabajo *Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto*, menciona en su objetivo solo estudiar el efecto del aditivo que posee características nanotecnológicas como lo es el grafeno, de esta

manera, la investigación ha desarrollado considerando el nivel de altura a 3800 m.s.n.m. solo mejorar la propiedad de su resistencia a compresión y conocer la trabajabilidad del hormigón. Experimenta los cambios muy interesantes en la trabajabilidad del hormigón, que también determina el cambio en el porcentaje de grafeno, especialmente sobre la propiedad mecánica a compresión, demuestra una correlación, dado que esto incluye intencionalmente el grafeno como aditivo centrado en determinar la causa de este cambio en los resultados. Considera del mismo modo la aplicación de una manera escueta un diseño para obtener mezcla basado en el método más utilizado para este proceso que brinda el Instituto Americano del Concreto y para los agregados la determinación de la finesa de los mismos.

En la investigación *Estudio espectroscópico y morfológico en el grafeno químicamente modificado*, Bazán (2017) destaca en su objetivo a través de la espectroscopia estudiar el grafeno constituido químicamente (G.Q.M.) realizando una oxidación con el cual da origen al óxido de grafeno (O.G.). en este estudio se centra en describir de qué manera el método por exfoliación genera grafeno. Concluyendo que debido a su morfología con la cual interviene químicamente genera una estructura sobre el G.Q.M., brindando una mayor uniformidad de superficie respecto al tiempo que reduce la densidad de defectos. Considero del mismo modo un análisis de porosidad de las escalas G.Q.M. la cual muestra que el espesor de las escamas está en el rango de 20 a 30 nm, y se estima que la cantidad de capas que componen G.Q.M. está en el rango de 25 a 40 grafeno por su reacción química del proceso de oxidación, el cual genera una sola capa.

Apaza y Quispe (2018), en su investigación, consideran la búsqueda y demostración de que adhiriendo nanotubos cuya composición posee carbono llega a mejorar enormemente las propiedades mecánicas del hormigón. El método utilizado en este estudio es de cuantitativa, lo que significa que sus datos numéricos provienen de la preparación de ensayo de hormigón fresco y endurecido realizado en el laboratorio. La conclusión fue que para la mezcla elaborada con cemento Yura tipo IP, agregando los nanotubos con contenido de carbono (N.T.C.) y bajo la cantidad óptima de manera global aumenta las propiedades relacionadas con sus propiedades mecánicas y también posee un costo económico, así como su desempeño es mejor. Para hormigones que utilizan cemento tipo I-Wari se alcanzó la dosis óptima de 0,10%, pero esta alternativa no es económica.

1.5. Justificación de la Investigación

1.5.1. Fundamento.

Considerando de que se busca la implementación de nuevas técnicas en el sector construcción que permitan optimizar los recursos para la construcción de obras civiles, de tal manera que el proceso de demostrar que con la adición de grafeno en el concreto correctamente, hará que la resistencia a compresión, flexión y tracción diametral, principales propiedades mecánicas se optimicen agregando grafeno y dado que es un material nanotecnológico y duradero en sus propiedades, con lo cual podemos contribuir a que tengamos estructuras más seguras y de mayor durabilidad.

1.5.2. Justificación de la Investigación.

El presente estudio contribuirá a determinar cómo se optimiza las propiedades mecánicas bajo condiciones de compresión, flexión y tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, así como también el de brindar un detallado diseño que se utiliza para detallar las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio de concreto, se generan nuevos aportes; de esta forma verificando a fondo el proceso de obtención de concreto bajo un diseño controlado se obtendrán mejores propiedades a compresión flexión y tracción diametral.

1.5.3. Importancia de la Investigación.

En esta investigación se considera que su importancia reside en contribuir a que el conocimiento existente adquiera un nuevo enfoque y aplicación, sostenida en el uso de un material nanotecnológico, considerando el uso de instrumentos validados y a la vez dentro de los marcos normativos vigentes, para demostrar la optimización de las propiedades físicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. la búsqueda comprobada que aporte a la ingeniería civil y para que los resultados puedan manifestar una alternativa viable, considerando de esta manera que el conocimiento adquirido pueda ser utilizado en la Ingeniería civil a través de las diversas construcciones en las que aplica y debido también a que se está dejando rastro evidente con apoyo de los instrumentos y métodos, que se va a optimizar el nivel de resistencia del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Por consiguiente, contribuye a tener una alternativa a una construcción sostenible.

1.6. Limitación de la Investigación

1.6.1. Espacial.

El espacio geográfico escogido para llevar a cabo la investigación es Ate, departamento de Lima, y se contemplará como elemento piloto, para la investigación los especímenes de concreto.

1.6.2. Temporal.

El tiempo considerado pertinente para realizar la investigación es de ocho meses, durante el año 2020. En este periodo se busca fundar los objetivos planteados.

1.6.3. Social.

En la presente investigación están inmersos de manera directa ó indirectamente los actores los siguientes

- El investigador
- El asesor y los jurados
- Programa de estudios de ingeniería civil - Universidad Cesar Vallejo
- Proveedores y laboratorio

1.7. Objetivos de la Investigación

1.7.1. Objetivo General.

Optimizar las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando grafeno.

1.7.2. Objetivos Secundarios.

- Aumentar la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de grafeno en proporciones de 0,1 %, 0,2 %, 0,3% y 0,4%.

- Mejorar la resistencia a flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de grafeno en proporciones de 0,1 %, 0,2 %, 0,3% y 0,4%.
- Incrementar la resistencia a tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando grafeno en proporciones de 0,1 %, 0,2 %, 0,3% y 0,4%.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis principal.

Con el agregado de grafeno incrementa las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

1.8.2. Hipótesis secundarias.

- La adición de grafeno en proporciones de 0,1 %, 0,2 %, 0,3% y 0,4 % aumenta la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- La incorporación de grafeno en proporciones de 0,1 %, 0,2 %, 0,3% y 0,4% mejora la resistencia a flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- La incorporación de grafeno en proporciones de 0,1 %, 0,2 %, 0,3% y 0,4% la resistencia a tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Generalidades del concreto.

Partiendo por su composición esta consta de agregado grueso y agregados fino, agua, cemento y cuando se requiera algún aditivo. Para la obtención de un concreto apropiado no solo es primordial los insumos de calidad y su combinación adecuada, también es de vital importancia verificar las condiciones en que los materiales que componen la mezcla interactúen debidamente, es vital en este proceso la mano de obra calificada, la maquinaria adecuada, temperatura, etc. El concreto es responsable de resistir distintas cargas y además de proteger el armado de acero que va en su interior para evitar que este sea atacado por agentes externos, por eso el concreto sigue siendo de vital importante en la construcción.

Por lo tanto, existen tipos de concreto como el concreto simple, concreto armado y entre otras. Así mismo, el concreto armado es el más usado debido a que es un concreto simple pero reforzado con armadura metálica la cual favorece de manera correcta en soportar los esfuerzos a compresión, pero más aún a mejorar su comportamiento a los esfuerzos de flexión debido a que los elementos estructurales que lo conforman son sometidos a distintas cargas.

2.1.2. Componentes del concreto.

La pasta está conformada de compuestos cementantes, aire atrapado o aire incluido y agua. Los cuales tienen una distribución proporcional que actúa respecto al cemento en un margen de 7% y 15%, el agua en entre 21% y 14% y el aire encapsulado tiene una variación entre 4% y 8% (Kosmatka et al., 2004, p. 1).

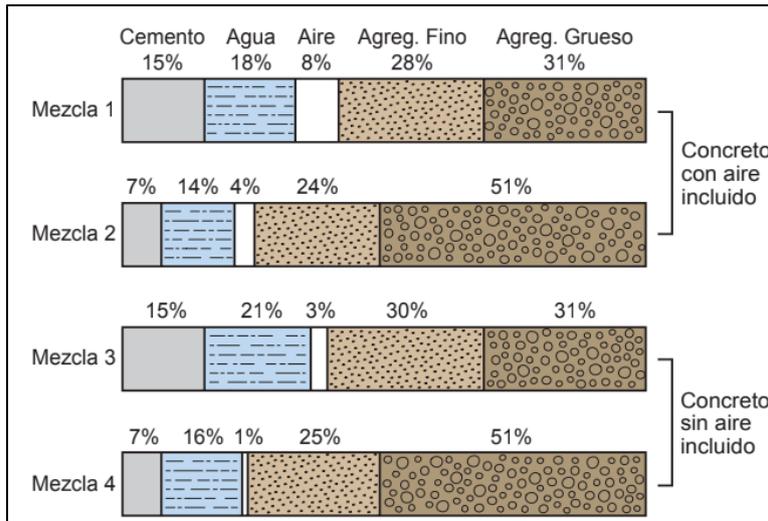


Figura 1. Proporciones usadas para crear concreto.

Fuente: Kosmatka et al. (2004).

Para mezcla 1 y 3 presenta mezcla con agregados de menor tamaño. Así mismo para Mezcla 2 y 4 contiene mezclas pobres con una cantidad de agregados gruesos mayor.

Para Kosmatka et al.:

La calidad del concreto dependerá cómo interactúan la pasta y los agregados al momento de unirse, si el concreto se realizó de una correcta forma cada partícula de los agregados tiene que quedar cubierta por la pasta. Escogido cualquier grupo de mezcla (ver figura N° 1) y el método de curado, la calidad del concreto resultante dependerá de la relación que existe entre los elementos principales agua - cemento, este se corresponde a la proporción de agua será adicionado a la mezcla con respecto a la cantidad de cemento.

(2004, p. 2)

2.1.2.1. *Cemento.*

Continuando con el abordaje teórico, GOMA (1979) aclara al respecto que “podemos comprender como aglomerante a todo material solo o compuesto capaz de

mezclar sustancias de naturaleza distinta, teniendo la capacidad de endurecerse en un periodo determinad” (p. 3).

El cemento es un material producto de la calcinación de rocas que, mediante un proceso mecánico, se muelen en materiales muy finos, y al interactuar con el agua se obtiene su adherencia y resistencia. Siendo un material fundamental en el mundo de la construcción que, mezclado con hormigón, mortero y/o yeso, y conlleva a ser utilizando en una obra civil. Sin embargo, Villarino (2011) menciona que “el cemento Portland ha llegado a una gran perfección y es material industrializado de construcción de mayor consumo. Se puede decir que el cemento es el alma del hormigón” (p. 57). En cierto sentido, este material se ha desarrollado significativamente y se pueden fabricar varios tipos de cemento para todo tipo de aplicaciones según las necesidades del contexto.

2.1.2.2. Tipos de cemento.

En el Perú existe acceso a diversos cementos, de acuerdo con su tipología algunos son importados y otros que se procesan para atender los requerimientos del sector que lo solicite, según sus características comerciales. Cumplir estrictamente con los requisitos de las normas ASTM y otras normas nacionales e internacionales. De manera similar, existen múltiples productores de cemento, pero todos tienen el mismo propósito. Es por eso que existen varios tipos diferentes de cemento que se utilizan para fines específicos, como se puede apreciar a continuación:

Tabla 1

Principales tipos de cemento portland

Tipo	A.S.T.M.	Descripción
Tipo I	C 150 - 84	Portland común
Tipo II	C 150 - 84	Portland con moderada resistencia a sulfatos y calor de moderado hidratación
Tipo III	C 150 - 84	Portland de endurecido rápido
Tipo IV	C 150 - 84	Portland de bajo calor de hidratación
Tipo V	C 150 - 84	Portland resistente al sulfato
Tipo IP	C 595 - 83a	Portland puzolánico de 15 a 40% de puzolana

Fuente: Norma ASTM.

2.1.2.3. El Agregado grueso.

Como expresa Olarte (2017, p. 46), los agregados de característica gruesa poseen una composición expuesta por una sola grava, mezcla de gravas o el agregado que pasa por un proceso de triturado las cuales poseen partículas predominantemente dentro de un rango de 9.5 mm y 38 mm para ello estos materiales de característica gruesa tienen que poseer especificaciones normalizadas y se puede utilizar para hacer hormigón. Estos agregados gruesos deben poseer una serie de criterios para que puedan ser usados en la fabricación de concreto bajo un diseño previamente estipulado. Los requisitos como este deben ser partículas duraderas, limpias y resistentes a la corrosión y, lo que es más importante, ningún producto que dañe el hormigón, como revestimientos y materiales de arcilla como árido fino, con los que se podría perjudicar la relación de hidratación así mismo la forma de cómo reacciona el cemento.

Por otro lado, el agregado grueso obtenido de una cantera también es llamada también piedra triturada. Este material se tamiza, y la grava es el material retenido por el tamiz No. 4 de (4.5 mm) llegando a cumplir las consideraciones normativas que promueve la A.S.T.M. C33. Siendo la principal característica de la grava la de proporcionar volumen y resistencia al hormigón, esto se obtiene del proceso artificial de triturado de roca o también denominada grava, elemento que aparece cuando los materiales naturales erosionan la roca, generalmente se encuentran en las canteras.

2.1.2.4. Agua.

De acuerdo con Ore (2014) “el agua presente en la mezcla del concreto reacciona químicamente con el cemento para lograr la formación de gel y permitir que el conjunto de la masa adquiera propiedades que en estado fresco faciliten una adecuada manipulación” (p. 11). Por ello, el agua es generalmente potable, de lo contrario se utilizará el agua de

ríos, lagos, lagunas o arroyos naturales, lo importante es que este líquido debe ser transparente e inodoro y cumplir con los requisitos de las normas técnicas peruanas. N.T.P. 339. 088, que indica una serie imprescindible de requisitos los cuales ayudaran a garantizar de que posea calidad para combinar el concreto. La siguiente tabla muestra las sustancias y los límites permitidos que se deben cumplir.

Tabla 2

Límites permisibles de contenidos y sustancias disueltas

Descripción	Limite permisibles
Sólidos en suspensión	5 000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1 00 ppm máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	6 00 ppm máximo
Cloruros (ión Cl)	1 000 ppm máximo
PH	5 a 8 máximo

Fuente: N.T.P. 339.088

El agua tiene funciones muy interesantes cuando se mezcla con el hormigón, como reaccionar con el cemento, así como lubricante para la trabajabilidad y manipulación, y la resistencia relacionada con el agua y el cemento. Por tanto, otra función del agua en el hormigón es hidratar el cemento. Después de la solidificación, otro proceso importante radica en el curado del concreto. Que utiliza a este líquido elemento para que la máxima resistencia del hormigón se adquiera. Así mismo el agua, además de ayudar a obtener su resistencia, si se expone al hormigón, también degradará el hormigón.

2.1.3. Nanomateriales.

El nano material está revolucionando esta era tecnológica, se puede apreciar una variada cantidad de campos de la ciencia que están adoptando estos nuevos compuestos para diferentes tipos de funciones. La implementación de nuevas tecnologías ha permitido el estudio más a fondo de mayor cantidad de compuestos. De esta manera se puede observar la utilización de nuevas formas de obtención de materiales a niveles manométricos.

La mayor atención se está centrando en la formación de grafeno a través de procesos experimentales como las de agitación de grafito a altas velocidades, pudiendo así desprender partículas muy pequeñas que están conformadas por capas

Denominados de esta manera las partículas que tienen una dimensión inferior o igual a una millonésima de milímetro. Su composición se da gracias a distintos procesos utilizando compuestos químicos o elementos. El carbono está llamando la atención de la comunidad científica con respecto al uso de los nano materiales por ser el más conocido y por tener varias formas alotrópicas. La alotropía es la propiedad de un material de tener formas estructurales moleculares y/o cristalinas (Rodríguez y Vasilievna, 2008, p. 18).

Los alótropos de carbono (véase figura 2) están dispuestos de la siguiente manera:

- Tridimensionales: Diamantes, Grafito.
- Bidimensionales: Grafeno.
- Monodimensionales: Nanotubos.
- Cero dimensionales: Fullerenos

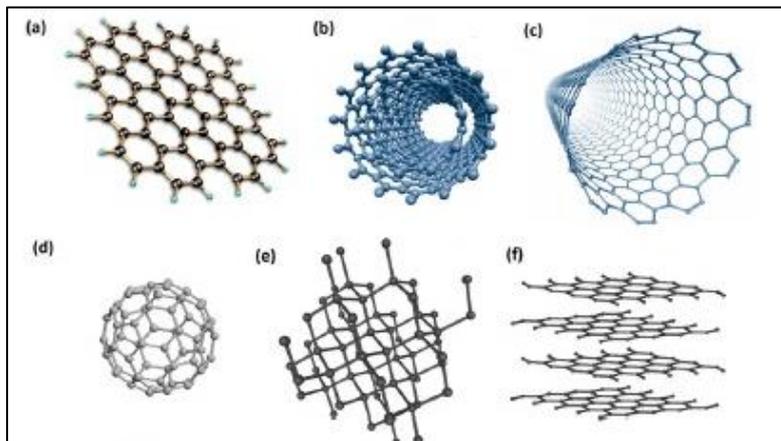


Figura 2. Formas alotrópicas del carbono.

Fuente: Zarkin y Oliveira (2013).

En la figura 2, podemos apreciar una representación esquemática de los distintos alótropos de carbono como: a) grafeno b) nanotubo de carbono de paredes múltiples c)

nanotubo de carbono de paredes simples d) fullereno e) diamante f) grafito.

2.1.3.1. Grafeno.

El grafeno contiene una disposición de los átomos de carbono, que es muy similar a la del grafeno, a esto Ramos (2017) menciona que “hay que tener en cuenta las diferencias entre grafeno y el grafeno, considerándose este último como un producto basado en grafeno (grafeno modificado químicamente) que comparte muchas propiedades con el grafeno, pero no todas” (p. 39). Por ello, el grafeno es una forma oxidada del grafeno, obtenida a través de la oxidación y exfoliación del grafito. No obstante, comparte la misma estructura del grafeno, a diferencia del grafeno es hidrofílico quiere decir que se dispersa fácilmente en el agua, lo cual puede ser mezclado con polímero y otros materiales.

El grafeno es una forma alotrópica descubierta oficialmente en el 2004. Andre Geim y Konstantin Novoselov para realizar su doctorado de la Universidad de Manchester fueron los primeros en obtener los iniciales especímenes de grafeno a partir de grafito y mediante un transcurso de exfoliación mecánica.

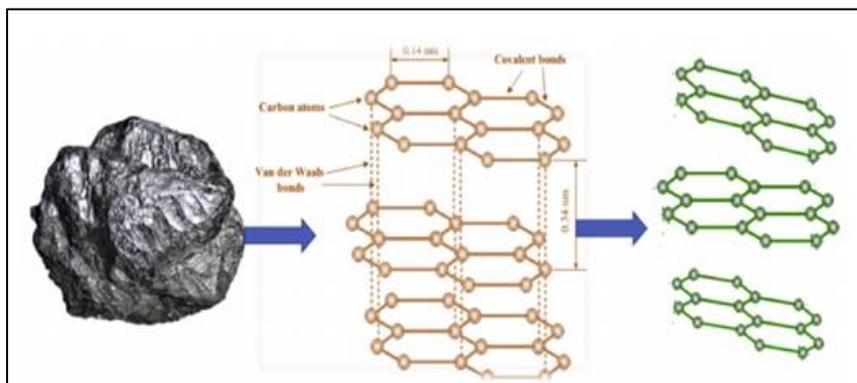


Figura 3. Representaciones esquemáticas sobre el origen.

Fuente: Santosh, Raghvendra & Arjun (2018)

La figura 3 representa esquemáticamente el origen que presenta la transformación del grafeno gracias al grafito y la organización peculiar del grafito y el grafeno.

2.1.3.2. Granulometría de grafeno.

Según Navarro y Horacio (2017) “es una estructura de forma tubular con tamaño de su diámetro de orden nanométrico (nm), donde un nanómetro es igual a 1 billonésima parte de un metro 1×10^{-9} m” (p. 43). Por lo tanto, estos nanotubos con contenido de carbono producen rollos de grafeno, y pueden existir rollos de grafeno de diferentes tamaños y geometrías según el tamaño y la estructura interna. Sin embargo, hay rollos de grafeno compuestos de una sola capa, como se muestra en la Figura 4, y también se pueden encontrar compuestos de múltiples capas.

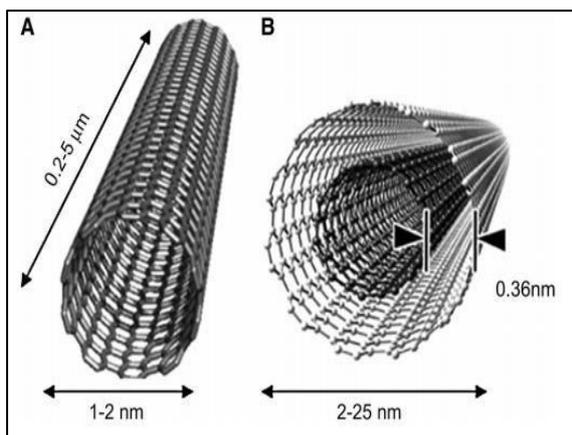


Figura 4. Láminas de grafeno enrolladas de una o varias capas.

Fuente: Navarro y Horacio (2017).

Asimismo, se muestra el porcentaje en peso relativo a la cantidad de capa de grafeno. (Véase tabla 3).

Tabla 3

Porcentaje en peso con respecto a la cantidad de capas del grafeno.

grafeno	
Grafeno	(> 99% en peso, D 0.5-3 μ m, <3 capas)
Grafeno	(> 98% en peso, D 1-5 μ m, 1-2 capas)
Grafeno	(> 98% en peso, D 8-15 μ m, 1-2 capas)
Grafeno	(> 98% en peso, D > 50 μ m, 1-2 capas)

Fuente: Nanostructured & Amorphous Materials, Inc.

2.1.3.3. Síntesis de grafeno

De acuerdo con Poma (2017) “en el presente trabajo se obtuvo grafeno por método de Hummers, modificado a condiciones de laboratorio. En el proceso de oxidación se producen iones que intercalan entre el espacio interlamilar del grafito” (p. 39). Así mismo da conocer los procesos para la obtención del grafeno, indicando que bajo una temperatura relativamente baja para que en el proceso se logre integrar considerando varios elementos reactivos con características oxidantes al grafito, evitando de esta marea una reacción química frágil (Véase figura5).

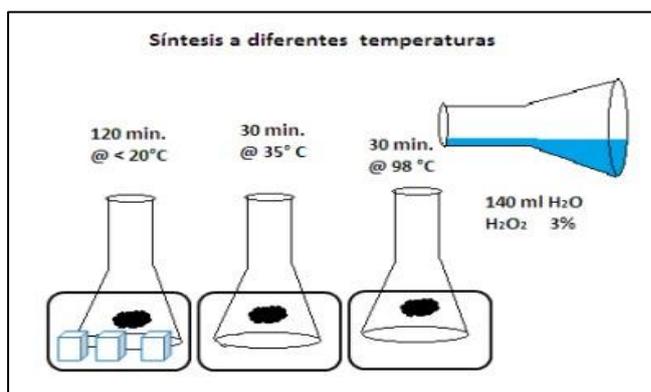


Figura 5. Proceso de Oxidación del Grafeno.

Fuente: Rosas y Silva (2016).

2.1.3.4. Elaboración de concreto con grafeno.

Al incorporar el grafeno con el cemento portland común en la preparación de concreto, los resultados muestran que se han mejorado sus propiedades mecánicas y físicas. Se elabora dispersando en un contenedor de agua las láminas de grafeno y mezclándolas con cemento. Debido a la solubilidad en agua, es posible mezclar con los materiales. Además, para una mejor mezcla con cemento, también se puede agregar grafeno cuando se mezcla con materiales cementosos, líquidos, áridos y otros aditivos convencionales.

2.1.3.5. Propiedades del grafeno.

Las propiedades de este material tienden a definirse a través de su estructura. Considerando que, por ser un producto que contribuye, se pueden lograr mejorar las propiedades físicas, químicas y mecánicas, incluyendo así posibilidades de diversas aplicaciones.

Sin embargo, se puede decir que este material es amorfo por su complejidad. Por lo tanto, el grafeno se puede describir como un estructura de dos dimensiones, que en términos de contenido estos átomos de carbón poseen una forma de panal de abejas. Como lo podemos apreciar con ayuda de la figura 6.

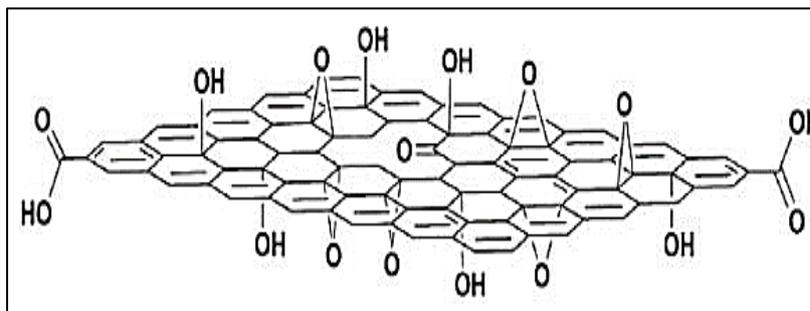


Figura 6. Modelo de la Estructura de Grafeno.

Fuente: Aguirre (2015).

Este material tiene excelentes propiedades. Una de las cuales la eléctrica, que se utiliza para conducir la electricidad. En términos generales, la estructura de grafeno es soluble en agua y se pueden utilizar para hormigón.

Una de las características importantes del proyecto de investigación es como se optimiza la resistencia, agregando el grafeno al hormigón para mejorar su resistencia, a compresión, flexión y tracción diametral, propiedades en estado endurecido.

2.1.3.6. Aplicaciones del grafeno.

Considerando sus propiedades, siendo un elemento primigenio que aporta gran valor, su aplicación resulta ilimitada, debido a que en todos los escenarios en los cuales sea utilizado, ha prosperado de manera provechosa, por ende, muchas empresas siguen investigando su aplicabilidad en rubros diversificados. Las áreas de aplicación son la industria de la energía, la industria del blindaje, los teléfonos móviles, la energía eléctrica, y en estos últimos años especialmente en el campo de la ingeniería civil, mejorando el rendimiento antes mencionado.

2.1.3.7. Propiedades de grafeno.

Debido a sus idóneas cualidades mecánicas, térmicas y eléctricas, esta sustancia está apta para diversos usos. Bajo un esquema teórico resulta provechoso el agregar grafeno en una matriz que contenga poliméricos pues mejora de manera acertada las propiedades mecánicas, como una alentadora característica eléctrica y también la propiedad térmica (Abellán et al., 2016, p. 1320).

Las propiedades que se pueden considerar son:

A. Eléctricas

La forma de panal de la estructura del grafeno le permite que los electrones se movilen a través de la red libremente como si de partículas sin masa se tratara.

La pureza del nanomaterial permite que la transmisión de los electrones se realice con total normalidad (Alcoeda, 2013, p. 11).

B. Permeabilidad

Dimov et al. (2018) da a conocer que:

Una sorprendente reducción de la permeabilidad al agua en un 400% en comparación a un concreto normal. Hace que este nanomaterial sea perfecto para incluir en la mezcla de concreto donde se utilizara para la construcción de estructuras que están constantemente expuestas a inundaciones. (p. 7)

2.1.4. Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

Llamado de esta manera cuando el estado plástico alcanza el estado rígido, cuando comienza a ganar fuerza y endurecerse, se le llama hormigón endurecido. Considerando que en los proyectos de ingeniería civil que requieran concreto recurren a exigir resistencias optimas de concreto demostradas en los parámetros de resistencia al a compresión de especímenes o muestras, criterios que también se abordar en la presente investigación.

2.1.5. Resistencia a la compresión.

Cuenca y Solórzano (2018) mencionan que “la resistencia a la compresión se define como la medida máxima de la resistencia a la carga axial, es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras” (p. 24). Sin embargo, esta se mide aplicando presión a especímenes de concreto por un equipo especial que realiza la compresión, la cual brinda las cargas apropiadas para que, al momento de la ruptura, se mida la sección resistencia del espécimen sometido a las distintas cargas.

Radica en la determinación de la capacidad que tiene este para acortarse o comprimirse debido a una presión ejercida, es apropiados demostrar los resultados a través

de especímenes cilíndricos de concreto bajo medidas normalizada de 15cm de diámetro y 30 cm de altura, esta resistencia es medida a los 7, 14 y 28 días luego de su preparación en las que se controla también su humedad.

Considerando que a resistencia del concreto sometida a compresión puede variar dependiendo de factores como tipos de agregados, el tiempo de curado, la relación agua-cemento, entre otros factores. En el Perú se realizan probetas de una geometría cilíndrica que tienen como dimensiones (15 cm x 30 cm) (Curbelo, 2015, p. 37).

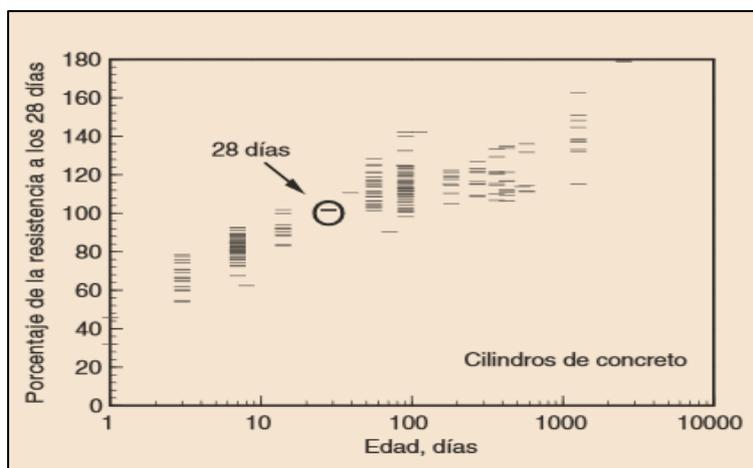


Figura 7. Progreso de la resistencia a compresión de numerosos concretos.

Fuente: Lange (1994).

La figura 7 muestra el porcentaje de la resistencia a los 28 días.

La resistencia es mayor si se diseña bajo una disminución de la relación en los factores de agua-cemento, adicionalmente tiene una relación entre la flexión y tracción. Debido a que sus propiedades de compresión que el hormigón alcanza se dan en función a la hidratación, el curado, el ambiente y la edad del hormigón (Kosmatka et al., 2004, p. 8).

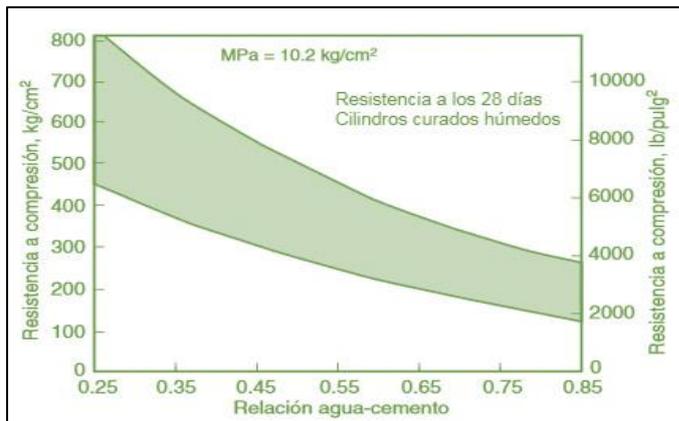


Figura 8. Variación del $f'c$ respecto a la relación agua-cemento.

Fuente: Kosmatka et al., 2004, p. 8.

Debido a que se elaboran especímenes cilíndricos los cuales pasan por ensayos para que se pueda mostrar la calidad tiene que ser elaborados bajo un diseño normalizado del cual la relación de los componentes agua y el factor cemento deben ser puntuales utilizando la A.S.T.M. C31. (A.S.T.M., Vol 04.02). (véase la figura 8).

2.1.6. Resistencia a flexión.

Según Masías (2018), “la resistencia a la flexión podría considerarse una medida indirecta de la resistencia a tracción del concreto” (p. 18). Considerando que las muestras son sometidas a esfuerzo de flexión se determina la calidad del concreto para el uso en pavimentos, su resistencia a flexión será determinada considerando ensayos como lo estipula la NTP 339.078 donde estas son cargadas en los puntos tercios, como también en el punto medio de acuerdo con la NTP 339.079.

De igual forma precisamos que resistencia a fuerzas de flexión será reconocida con la denominación de Módulo de Rotura (M.R.) bajo la unidad de medida de libras por pulgada cuadrada (MPa) (ASTM C78 y ASTM C293). (Véase figura 9 y 10)

Estos ensayos se realizan en medios controlados por un laboratorio y un especialista, los procedimientos son totalmente rigurosos y pretenden que se tenga la seriedad del caso. El ensayo a flexión esta con un 10 % a 20% dado que la resistencia a la compresión ($f'c$) posee como factores de variación el diseño de mezcla del concreto. Para datos más precisos es preferible realizar los ensayos para obtener el módulo de rotura (MR) teniendo como base los métodos de ensayo ASTM.

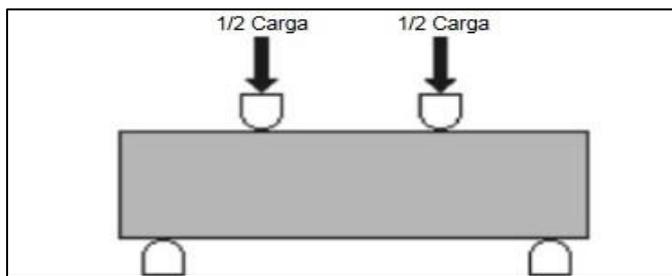


Figura 9. Cada carga se ejerce en los tercios de la longitud de la viga.

Fuente: ASTM C78.

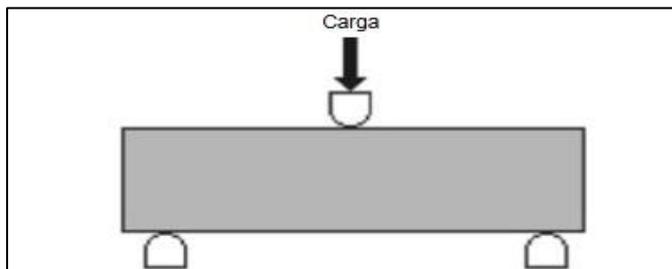


Figura 10. Cada carga se ejerce en parte media de la longitud de la viga.

Fuente: ASTM C293.

2.1.7. Resistencia a tracción

La prueba también es conocida como ensayo brasileño es otro tipo de ensayo destructivo que va a permitir cuantificar la resistencia de los especímenes sometidos a tracción; en este caso, para determinar la resistencia a la atracción, se debe aplicar presión a lo largo de toda la longitud del núcleo de hormigón, debidamente ubicado entre dos placas

de apoyo como consecuencia de aquello la fuerza ortogonal resultante genera la ruptura por tracción de la muestra posteriormente utilizando la carga aplicada para lograr la ruptura de la probeta

La norma también considera la posibilidad de utilización de probetas prismáticas o cúbicas

2.1.8. Comportamiento mecánico del concreto.

El comportamiento del hormigón se basa en datos de ensayos de compresión, en los que los valores de tensión y deformación unitaria se pueden calcular a partir de las curvas de tensión y deformación de los valores obtenidos a los 7, 14 y 28 días.

Según Rivva (2015), para “el comportamiento mecánico del hormigón Es importante considerar las características de la unidad cúbica del hormigón, este corresponderá en cumplir con los estándares del proceso A.C.I., el cual permitirá la facilidad de colocación, resistencia, durabilidad, densidad y las propiedades para el cual la mezcla se está diseñando” (p. 37).

2.1.9. Esfuerzo.

Debido a que existen en un elemento fuerzas internas las cuales posee todo material, distribuyéndose en toda su área, por ello se nombra esfuerzo a como la fuerza axial dividida por una sección transversal la cual brinda el parámetro que coadyuva a realizar comparaciones de la resistencia del concreto.

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

Donde:

P: Fuerza Axial

A: Área de sección transversal

2.2. Marco Filosófico

Los fenómenos geocentrismo el cual concentra y sitúa a todos los astros, la cual desarrollará un esquema que, mediante las matemáticas, pueda dar información de los planetas. Es importante indicar que el Estagirita consideraba dos dimensiones: el mundo sublunar y el supra lunar. El primero es un mundo que está conformado por los cuatro elementos fundamentales solido liquido gaseoso y la energía del calor. El segundo, es supra lunar, no nacen ni perecen, giran alrededor de la tierra con un movimiento perfecto, movimiento circular uniforme elemento formado por eter, considerado la quinta esencia que tiene la capacidad de brillar como ejemplo las estrellas o el sol. A nivel cosmológico, el filósofo griego fue uno de los primeros que exploró esta ciencia, por lo que resulta importante mencionar que, si bien se estudió con muy pocas herramientas tecnológicas que ayuden, los hallazgos y las teorías formuladas abrieron paso para desarrollar posteriormente la astronomía. (Astronomía, 2012)

Teniendo en cuenta a Ballesteros de Valderrama (2005), desde la teoría de las cuatro causas, de las cuales habló Aristóteles, estas explican la realidad: el ser existente y las cosas que existen en la realidad, decía el pensador griego, están compuestas por materia y forma: La materia es aquello que da contenido a las cosas, la materialidad de estas. La forma es aquello que explica su más particular esencia, su razón de ser, o, en otras palabras, para lo que fue hecho, su finalidad ontológica. Aristóteles llamó extrañamente a esta combinación de materia y forma como hilemorfismo. La tercera causa es la causa dinámica que la produce, la llamada causa final.

Aristóteles creía en algo llamado teleología ciencia de las metas. Pues tenemos un objetivo predispuesto y tendemos hacia ello. La causa final será, por tanto, aquello que tiende a la realización de tu esencia.

La teoría del ser y sus significados: Cuando habla del ser, el filósofo lo hace siempre en dos sentidos, principalmente: el Ser, con mayúscula, aquel que contiene las sustancias primeras, inmodificables y eternas de todas las cosas, y el ser, con minúscula, aquellos que participan, ontológicamente, del Ser. Esto lo conseguiremos distinguiendo varias categorías. Por un lado, tenemos la sustancia en ti y en el resto de las cosas. Hay una sustancia o esencia que no cambia en el ser humano, que condicionado por los accidentes. Aristóteles llama accidentes a las cosas que accidentalmente son así, pero podrían ser de otra forma. Cosas que son así, pero podría ser de otro modo. El listado de accidentes es el siguiente. Relación, acción, pasión, lugar, tiempo, posesión o felicidad. Aristóteles logra superar la posición de Parménides distinguiendo entre potencia y acto: acto es todo aquello que es en el momento presente. Potencia, en cambio, es todo aquello que puede ser, que se puede superar o desarrollar, que puede llegar a *ser*; y si puede ser, esto significa que puede ser mejor, esto es, dirigirse a su fin último. Con el tiempo hay posibilidades o potencialidades

Si algo se mueve o cambia, tiene que haber una causa. En otras palabras, todo movimiento tiene un motor que lo mueve, entendiendo movimiento en un sentido amplio y no solo como movimiento local. Aristóteles, con su teoría del acto y potencia, desarrolla luego una concepción de la realidad compuesta por una cadena de causas, para las cuales tiene que haber, necesariamente, una causa primera que sea a su vez motor de todas las subsiguientes y que explique el movimiento de estas. Caso contrario, tendríamos una serie de causas al infinito, lo cual es imposible, Esta primera causa es eterna, inmodificable y acto puro. A esta primera causa la denominó también el primer motor inmóvil: el Dios aristotélico. Este Dios se pasa el día pensando, pero no piensa en cualquier cosa. Piensa en lo más perfecto. el mismo.

Es preciso puntualizar que Aristóteles hace una apreciación racional de que el bien supremo no parte de tener riquezas, honor o placeres, el bien supremo radica en tener una actividad intelectual, razonar en este proceso.

La ontología, el ser humano a través de su sentido capta diferentes expresiones de la realidad y la existencia, por consiguiente, la ontología busca explicar, mediante sus teorías y postulados, esa realidad más allá de lo sensible, de lo que los sentidos pueden captar. Esto conlleva a diferenciar de la nada al existir y con ellos describir y diferenciar para poder distinguirlas, siendo la ontología parte de la filosofía, disciplina que estudia la relación entre el ser, la existencia y la realidad, especificando las características y fundamentaciones del ser. La ontología busca explicar la existencia del ser, de las cosas existentes en la realidad, con ayuda de la filosofía y la metafísica, disciplinas afines a aquella.

Como lo hace notar Constante (2010), la ontología estudia al ser y sus propiedades. Asimismo, el ámbito de la ontología intenta dar respuesta a planteamientos generales de existencia como la materia, qué es el proceso, qué es el espacio, qué es el tiempo y qué hace que los objetos se conviertan en realidad.

La ontología proporciona una estructura y un contenido claro para explicar un determinado objeto de conocimiento a través de una conceptualización clara y detallada de un objeto de conocimiento, especificando una conceptualización, una forma más consciente de ver el mundo, siendo la utilizada la de compartir el conocimiento entre diferentes actores.

La función de la ontología será en la distinción entre los objetos de estudio, pero se considera propiamente a codificar el conocimiento y definir cómo se relacionan los conceptos o las definiciones del conocimiento, por ende la ontología puede encontrarse en

muchas áreas del conocimiento, la ontología se aplica en el momento que se nos presenta el conocimiento deseando saber la verdad la esencia de ese conocimiento, es por ello que se hace referencia que la ontología se desarrolla en la mayoría de los campos.

La naturaleza ontológica del ser humano gira entorno a la sociabilidad que es un hecho de experiencia común, siendo una característica de la vida humana, esta sociabilidad implica unión pluralidad y convivencia.

teoría del conocimiento

Desde la posición de Chacón (2017), el dualismo epistemológico, proviene de dos formas de conocer, por lo tanto, nos explica las dos formas para conocer y dar a conocer al mundo el conocimiento, Nos explicará las dos formas en que debemos comprender y capturar el mundo que nos rodea. La primera es a través de los sentidos oler, tocar, oír todo lo que me rodea, esto está sujeto el cambio de forma de captar al mundo que se da por la razón que es el conocimiento inteligible. manifestado que las ideas platónicas son eternas e inmutables, universales e independientes del mundo de los sentidos; significa que si podemos imaginar se puede conceptualizar, no debemos confundir la idea platónica con los contenidos mentales las ideas para Platón existen con independencia de que se han pensado o aun no.

La idea en Platón es inmutable perfecta y no sujetas al cambio somos copias imperfectas de las ideas, no se debe de entender el término imperfección en un sentido peyorativo.

En el dualismo ontológico se tienen dos formas de conocer Mediante los sentidos y mediante la razón y por ende gracias a los sentidos conoceremos el mundo sensible. y gracias a la razón el mundo inteligible. Es así como Platón formula el mundo de lo aparente (sensible) y el mundo de lo real o esencial (inteligible): en el mundo sensible se ubica todo

aquello que nos rodea qué nacen y mueren, estas están sujetas a cambio mientras que en el mundo inteligible se encuentran las ideas relacionadas con el nivel de conocimiento fundamentadas de manera correcta las ideas son inmutables eternas. Para Platón se conforman la verdadera realidad.

Se precisa de que las ideas son la verdadera realidad y no lo que vemos por ende la verdadera realidad de su eterno inmutable, incorpóreo, invisible es decir las ideas; para comparar el dualismo ontológico y el dualismo epistemológico considerando que la epistemología es como conocemos las cosas mientras que la ontología. Que conocemos.

La ontología se basa respecto a lo que conocemos mientras que la epistemología como conocemos existe una relación estrecha, pues radica sobre todo en poseer la idea para alcanzar un conocimiento de valor que porte, esto parte de identificar o de escribir la imaginación desde las imágenes, sombras, reflejos, significa que se conoce la realidad pero de una forma indirecta de la cual necesitamos información para describirla siendo esta un nivel más bajo del conocimiento si se aplica de esa manera. El segundo nivel de la creencia debido a que se desea evitar el error entonces se sostiene a identificar los objetos sensibles por ende interviene un conocimiento sensorial esto Consecuentemente vendrá a ser el mundo sensible sujeto a cambio.

El mundo inteligible es un segmento en el cual inicia a partir de los entes matemáticos, los cuales nos ayudan a mostrar realidades mentales. Las matemáticas aquí son entendidas como el principio de las cosas, aquello sin lo cual no se puede entender la idea. Es un conocimiento suprasensible, una manera ideal o perfecta de conocer las cosas, un conocimiento superior, diría el griego.

Desafortunadamente no es totalmente independiente del mundo sensible. por eso está debajo del conocimiento ideal, el cuarto nivel que viene hacer la idea o referías a la

inteligencia la idea perfecta, cuando se alcanza este conocimiento se tendrá el conocimiento de la realidad que no tiene materia ni cantidad no puede ser percibida por los sentidos, la imaginación o las matemáticas, sólo se puede llegar a ellas gracias a la razón.

2.2.1. Pensamiento sistémico.

Destacan Dyner et al. (2017) que algunos fundamentos del pensamiento sistémico no hay una sola respuesta correcta. El punto central del pensamiento sistémico estriba en evaluar las consecuencias de las acciones que elegimos porque ver diferentes fenómenos de diferentes maneras y obtener diferentes resultados inesperados en diferentes partes del sistema, y que los sistemas complejos resultan por eso a veces impredecible. El pensamiento sistémico señala interdependencia y colaboración. A veces es necesario dar voz a los distintos actores del sistema que se sientan escuchados y dar espacio para que los actores del sistema salgan y se vean a sí mismos como parte de un mismo sistema, es necesario tener en cuenta las demoras temporales especialmente en educación los procesos de aprendizaje y cambio organizacional tienen sus propios ritmos y es necesario conocerlos comprenderlos y respetar. Pues a menudo opera desde una miopía estratégica con la cual la conducta empeora, antes de mejorar los procesos de cambio es habitual que se observe un momento crítico antes de un punto de inflexión que un fenómeno cíclico, antiguas soluciones dan pie al surgimiento de nuevos problemas. Estos traen consigo nuevos desafíos.

El pensamiento sistémico intenta mejorar y corregir el pensamiento de cada por cada fracción como método para llegar al conocimiento de la ciencia. Este es el concepto de paradigma, que sería unitario. Cada época histórica tiene su paradigma y este avanza y se desarrolla dentro de un periodo histórico. Cuando el conjunto de conocimientos, o

paradigma, ya no explica las cosas como lo hacía antes, sea porque está desfasado o porque la ciencia ha descubierto nuevas teorías, el paradigma queda obsoleto y surgen nuevos.

2.2.2. Paradigma mecánico.

Laguna (2016) afirma que es la idea de un mundo como una compleja máquina, cuyos movimientos son expresión de leyes. En física se conoce como dinámica. el mecanicismo se desarrolló en el siglo XVII y su principal exponente fue René Descartes. Para Descartes los animales son máquinas que se mueven por sí mismas a lo que se le conoce también con el nombre de autómatas semovientes.

2.2.3. Sisteresidad Fenomenica

Sistere, al momento de centrar a a existencia o los objetos ontológicos pueden incluir la existencia última de "la existencia solo como algo genérico". No importa cómo se resuma absolutamente, no solo se puede comprender de manera integral y completa en su dominio central, sino también a través de sus características de externalización e internalización, si no a través también de las diversas complejidades Inter lenguajes que constituyen una variedad de unidades cruzadas altamente mezcladas e inseparables, en última instancia implicará la importancia de integrar el contexto, lo que inevitablemente conducirá al uso de métodos y recursos. No hay duda de que existe la necesidad de un alto potencial intelectual generalizado y recursos múltiples de alto nivel reconocibles y aprehensivas. (Arguedas 2018)

Los objetos ónticos pueden incluir la existencia última de "existir solo como algo genérico", no solo puede ser entendido completamente y escalado inteligentemente en todo su campo de composición central, debido características internas y externas, también por la complejidad de las diversas plexologias que constituyen hibridicidad e inextricabilidad, y finalmente, por la importancia de una contextualidad integrada. Inevitablemente generan

requisitos para el uso de múltiples medios y recursos identificables altamente avanzados, y estos requisitos sin duda requieren un enorme potencial intelectual generalizado y una sólida capacidad de preocupación. Sin embargo, también se asocia a una identificación integral y comprensiva, que implica extensionalidades exhaustivas, que sin excepción configura el holismo y sucesionismo para comprender e inteligenteizar adecuadamente dicho ser óptico (Arguedas, 2018)

2.2.4. Paradigma comunicacional.

Martines (2012) destaca que los paradigmas de los ámbitos de la comunicación e información son anteriores a la aparición de disciplinas específicamente dedicadas a la información y la comunicación por ende interesa cuando otra disciplina hace convergencia con la comunicación en este caso se encuentra la antropología genera una conjetura sobre la relación entre cultura y formas de comunicación., también se encuentra la filosofía donde la importancia radica en la estructura formal del pensamiento, también está la lógica donde se intenta aplicar los fundamentos de la matemática. También se relaciona la psicología y la neurofisiología tiendo aportes funcionales desde el conductismo y se habla de la percepción y la cognición. Existe una función mediadora del lenguaje y la comunicación en el ámbito de la biología este será vinculado a conducto comunicativas en las especies y la relación con el medio dando origen a la sociobiología también da origen a la ecología y el papel de la comunicación en el paradigma informacional, se denomina la dimensión en la transmisión de la información que en la actualidad aplicada en la genética y biología molecular en las comunicaciones metodologías de análisis social y economía, debido a que en el paradigma comunicacional hablamos de que tiene lugar en la coordinación de transformaciones que en la actualidad se aplican en la ecología en la sociología sistemática, modelización de fenómenos complejos.

2.3. Marco Tecnológico

El software que será utilizado es el programa estadístico SPSS debido a que es un software que será utilizado para tratamiento de la data y mostrar de las distintas formas vinculantes a la investigación bajo niveles de control adecuado para realizar procesamiento de la data a niveles estadístico, es software será importante para brindar respuestas objetivas al planteamiento de nuestras hipótesis de investigación

Esta herramienta ayudara a generar resultados de forma estructurada y también organizada para que los resultados puedan revelar información objetiva de manera correcta.

2.4. Marco Conceptual

Agregados: Elemento inerte, fragmentos de diferentes dimensiones que en la naturaleza podemos encontrar en forma de agregado fino, gravas, así como también material procesado como resultados de triturar rocas.

Concreto: Es una mezcla de varios componentes de diversas proporciones que, al combinarlo, que se combinan a mano con mis claves mecánicamente produciendo un gen que se puede manejar se puede moldear y se endurece cuando se seca se endurece.

Curado: Conservar hidratada la superficie de concreto en el proceso de fraguado para evitar que el elemento pierda el agua interna a causa de la evaporación producida por el aire o el calor del sol u otros factores al mantener hidratado el concreto se asegura que las partículas de cemento reaccionen completamente.

Concreto colado en el lugar: Concreto cuya característica radica en que es realizado in situ en la obra.

Concreto monolítico: concreto que por su característica es colado, pero bajo la característica de que forman piezas para distintas operaciones dentro de una construcción

Condición de falla balanceada: Acción de forma simultánea en la cual el concreto endurecido posterior a recibir esfuerzos a compresión muestra un aplastamiento

Curva de interacción. Gráfico en el cual se observará la relación de funciones de un elemento, por lo general una carga axial

Deformabilidad: la particularidad de un material a sostenerse de sufrir unas deformaciones, pero sin tener que mostrarse un rompimiento y posteriormente el desprendimiento de este.

Deformación plástica. De consideración permanente luego de que un elemento o material alcanza su esfuerzo a la fluencia.

Micro fisura. Por su característica elemento imperceptible a la vista

Momento de agrietamiento. Debido a los esfuerzos ocasionados por la tensión en un elemento como lo es el concreto

Resistencia nominal. De composición teórica Mn (momento nominal), Vn (fuerza cortante nominal),

Tamaño máximo nominal (TMN): especificación que es atribuida a los agregados, la cual considera a través de cual malla puede pasar el agregado

Grafeno: El grafeno contiene una disposición de los átomos de carbono, que es muy similar a la del grafeno, a esto Ramos, (2017, p.39) menciona que “[...] Hay que tener en cuenta las diferencias entre grafeno y el grafeno, considerándose este último como un producto basado en grafeno (grafeno modificado químicamente) que comparte muchas propiedades con el grafeno, pero no todas”.

Resistencia a la compresión: Esta es la presión máxima que puede soportar el espécimen antes de romperse; expresado en kilogramos de fuerza aplicada en un área de

un centímetro cuadrado. El hormigón utilizado para la construcción de viviendas debería soportar generalmente un peso de 210 kg. por centímetro cuadrado.

Resistencia a tracción: Debe aplicarse a lo largo de toda la longitud del núcleo correctamente ubicado entre las dos placas de soporte como consecuencia de aquello la fuerza ortogonal resultante genera la ruptura por tracción de la muestra posteriormente utilizando la carga aplicada para lograr la ruptura de la probeta

III. MÉTODO

3.1. Tipo y Nivel de la Investigación

3.1.1. Tipo.

3.1.1.1. De acuerdo con la orientación.

Es considerada aplicada debido a que estará orientada en adquirir nuevo conocimiento con la finalidad de optimizar las propiedades mecánicas del concreto.

3.1.1.2. De acuerdo con la técnica de contrastación.

Experimental, dado que el fenómeno condicionado por el investigador será observado y para tal fin se manipula una de las variables variable para que podamos observar la optimización de la otra variable.

3.1.1.3 De acuerdo con la direccionalidad.

Es prospectiva, pues al estudiarse la causa en el presente se mostrará los efectos.

3.1.1.4. De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos.

Será prolectiva, debido a que a que la información recolectada con fines específicos bajo los criterios del investigador

3.1.1.5. De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado.

Será Longitudinal. Considerando que para estudiar unidades en la cual el tiempo contribuye a la distinción de resultados de cada una de las variables en distintos momentos.

3.1.1.6. De acuerdo con la comparación de las poblaciones.

Será comparativa, dado a que se quiere comparar las variables para contrastar una Hipótesis, entre el antes y el después de la manipulación de componentes.

3.1.2. Nivel.

Nivel IV Predictiva II, pues se utilizará la estadística inferencial con estimadores detallados, estando de por medio la utilización del estadígrafo ANOVA como estadístico de prueba, utilizando el paquete estadístico SPSS V.25 para determinar si existe relación considerando cada variable que el investigador estudio.

3.1.3. Diseño de la Investigación

La investigación será Experimental: La variable experimental no probada se operarán bajo condiciones estrictamente controladas para describir la razón o la forma de una situación o evento específico. Tendrá muestras aleatorias experimentales de ensayo, verificación y comprobación del comportamiento en propiedades y características del uso de la nueva constitución de concreto.

3.1.4. Código y nomenclatura.

En la Nomenclatura Internacional de Ciencia y Tecnología de la U.N.E.S.C.O., se encuentra en:

Tabla 4

Nomenclatura para campos de la ciencia

Código	Ciencias tecnológicas	Sub código	Nomenclatura
3305	Tecnología de la Construcción	3305.05	Tecnología del Hormigón

Fuente: Nomenclatura -UNESCO

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población.

Según López (2018), “la población es un conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación” (p. 69).

En este estudio, las consideraciones poblacionales consideradas serán tomadas como las probetas o especímenes de concreto. Que serán sometidas a ensayos de laboratorio.

3.2.2. Tamaño Muestral.

Siguiendo en este respecto, López (2018), manifiesta que “es un subconjunto de la población, sobre la cual se realizara un estudio o investigación” (p. 69). Y considerando que se utilizará un muestreo no probabilístico del tipo intencional, debido a que la unidad de análisis no parte bajo regímenes probabilísticos, por lo que para determinar la muestra se basa en la experiencia con la población y el criterio del investigador considerando 4 especímenes sometido a compresión, 3 especímenes sometidos a esfuerzos de flexión y tracción en cada edad del concreto. Por tanto, serán ejecutadas 120 pruebas como de describe en las tablas siguientes:

Tabla 5

Muestra Para Pruebas a Compresión

Ensayo Según NTP	Tipo	EADADES			Total
		7 días	14 días	28 días	
Tipo:	Muestra patrón	4	4	4	12
Prueba de la resistencia a compresión	Concreto con 0.1% de grafeno	4	4	4	12
	Concreto con 0.2% de grafeno	4	4	4	12
	Concreto con 0.3% de grafeno	4	4	4	12
	Concreto con 0.4% de grafeno	4	4	4	12
	Total				60

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6

Muestra Para Pruebas a Flexión

Ensayo Según NTP	Tipo	EDAD		Total
		7 días	28 días	
Tipo:	Muestra patrón	3	3	6
Prueba de la	Concreto con 0.1% de grafeno	3	3	6
	Concreto con 0.2% de grafeno	3	3	6

resistencia a la flexión	Concreto con 0.3% de grafeno	3	3	6
	Concreto con 0.4% de grafeno	3	3	6
Total				30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7

Muestra Para Pruebas a Tracción Diametral

Ensayo Según NTP	Tipo	EDAD		Total
		7 días	28 días	
Tipo:	Muestra patrón	3	3	6
Prueba a tracción por compresión diametral	Concreto con 0.1% de grafeno	3	3	6
	Concreto con 0.2% de grafeno	3	3	6
	Concreto con 0.3% de grafeno	3	3	6
	Concreto con 0.4% de grafeno	3	3	6
Total				30

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Operacionalización de Variables.

3.3.1. Variables e Indicadores.

3.4.1.1. Variables.

3.4.1.1.1. Variables de la Hipótesis Principal.

a) Independiente:

Grafeno

b) Dependiente:

Propiedades mecánicas del concreto

3.4.1.1.2. Variables de la Hipótesis Secundarias.

V.I. 1 Adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%

V.D.1 Resistencia a la compresión del concreto

V.I. 2 Incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%.

V.D.2 Resistencia a flexión del concreto

V.I.3 Incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0.4%.

V.D.3 Esfuerzo de rotura del concreto

3.4.1.2. Definición operacional de variables.

Se realizará los ensayos en laboratorio, donde se adicionará porcentajes (%) de grafeno a una cantidad de proporción de cemento en bolsas; para optimizar la resistencia al ciclo de compresión del concreto bajo un diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ considerando indicadores en el laboratorio.

El concreto se probará física y mecánicamente en estado fresco y se determinará la trabajabilidad para posteriormente desarrolla ensayos de resistencia a la compresión, se elaborará 120 probetas incorporando GRAFENO en proporciones 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0.4%. en las cuales se realizarán los ensayos a fin de obtener la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad., así como la resistencia bajo condiciones de flexión y tracción a los 7 y 28 días respectivamente.

3.4.1.3. Indicadores.

V.I.

- Granulometría
- Densidad
- Porcentaje de grafeno de 0,1 %, 0.2%, 0.3 y 0.4%

V.D.

- $F'c$
- Deformación unitaria
- Esfuerzo de compresión a 7, 14 y 28 días de edad.
- Módulo de rotura

- Resistencia bajo una compresión diametral
- Densidad media
- Módulo de elasticidad estático

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- Revisión de los datos, publicaciones, revistas indexadas, resúmenes estadísticos.
- Observación directa
- Observacional.
- Fichas técnicas.
- Cuestionario, para la captación de datos

3.5. Procedimiento

El Grafeno será importado desde México, luego se procede a su limpieza, tal y como está especificado para la obtención y tratado del material.

Una vez limpio y seco el material se lleva al laboratorio en el que se verificará los requisitos.

Una vez obtenido el material se procede a llevarlo al laboratorio para hacer los ensayos propuestos. Los agregados (Arena gruesa y piedra chancada ½”) serán adquiridos en la cantera “Arenera San Martín de Porras S.A” y llevados al laboratorio en el que se realizarán los ensayos correspondientes.

Una vez obtenidos todos los materiales necesarios, se procederá a realizar los ensayos de manera inicial, a fin de verificar su estado antes de ser incorporado a los especímenes el aditivo nanotecnológico, posteriormente, procede realizar las mezclas propuestas para realizar primero los ensayos en estado fresco y luego la fase final de los ensayos en el estado endurecido (ensayos de compresión y flexión), los cuales se realizarán

a tres edades (7 días, 14 días y 28 días) en la figura 11 podemos apreciar con énfasis a los procedimientos más fundamentales.

Cuando se hayan obtenido todos los resultados se procederá a ingresar los datos a una tabla comparativa que señalará las diferencias entre cada diseño de mezcla.

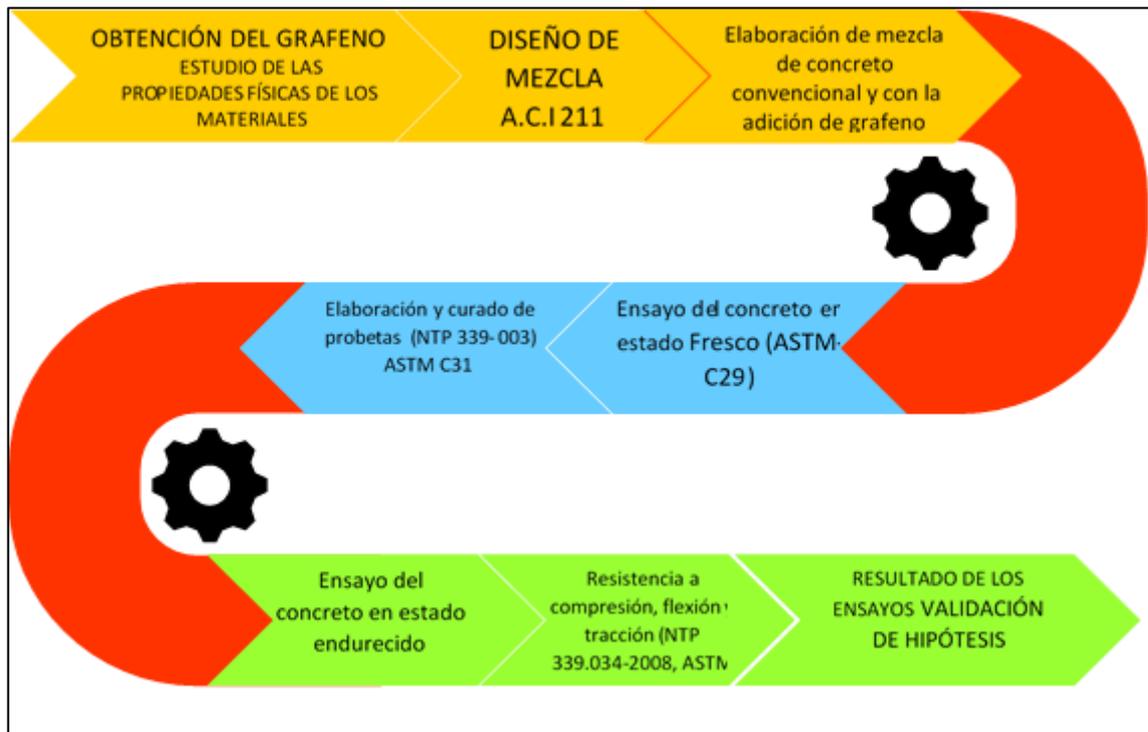


Figura 11. Procedimientos.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.1. Diseño estadístico.

Con el propósito de evaluar si se optimiza las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando grafeno se empleó en primer lugar la prueba de Shapiro-Wilk para conocer si la distribución de los resultados de cada diseño tiene normalidad. En caso hubiera normalidad se utilizó la prueba de Levene para evaluar si los resultados de los diseños poseen homocedasticidad. En caso de cumplir tanto normalidad como homocedasticidad se procedió a utilizar la prueba paramétrica de ANOVA, con la prueba Post-Hoc de Tukey para evaluar los promedios de cada diseño. En caso no haya normalidad

en alguna distribución de resultados, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y la prueba Dunn-Bonferroni Post-Hoc para evaluar la mediana de cada diseño.

3.6. Técnicas y Análisis de Datos

Los resultados del procesamiento y análisis de datos, así como las propiedades del material como el: Cemento, agua, áridos, aditivos minerales. Se introducirán las siguientes características del agregado: el peso específico de las partículas sólidas, el índice de absorción, peso unitario, contenido de humedad, análisis del tamaño de partícula, porcentaje del material fino (pasante al tamiz N° 200) resistencia mecánica a la abrasión, características de la pruebas, requisitos para los compuestos áridos del hormigón. Los resultados de estas propiedades del material se enumerarán en el anexo. Los resultados de la caracterización del uso granulométrico C, uso granulométrico 57 se muestran en el diagrama de dispersión para las tres pruebas de caracterización de materiales. (Lezama Leiva L.1996).

Los datos se procesarán y analizarán de acuerdo con los diseños de mezcla para los especímenes y los resultados se darán en base a las observación. La representación de estos datos se muestra en tablas y gráficos. En la tabla se considera lo siguiente: número de orden, código, altura, área, peso, carga, carga de trabajo y tipo de daño de cada muestra.

Teniendo en cuenta la resistencia promedio de cada grupo respecto a la resistencia a comprensión de la muestra, se realizó un análisis de datos sobre los resultados de observación por cada grupo de especímenes del estudio.

Mediante el análisis de los resultados, se realizó una prueba de hipótesis, indicando que se utilizó el contraste de la hipótesis general.

La investigación tiene como objetivo mejorar las propiedades mecánicas del hormigón $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ agregando grafenos en condiciones controladas, para esto el material será expuesto de manera controlada para posteriormente ser adicionado al concreto en dosis de 0.9%, 1.0% y 1.5%, con el fin de medir sus efectos sobre la resistencia a la compresión y flexión de los concretos de tipo $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Los ensayos serán realizados con el fin de comprobar las Hipótesis que inicialmente se plantearon.

3.7. Consideraciones Éticas

La presente investigación se realizará con la intención de adquirir mayor conocimiento para posibles usos de materiales desechados, a fin de disminuir la cantidad de desechos sólidos a la par de desarrollar nuevas tecnologías. Los resultados serán obtenidos de un laboratorio en el cual sus equipos presenten certificado de calibración para respaldar la autenticidad y veracidad de estos. El investigador se compromete a desarrollar con total veracidad la recopilación de los datos y el procesamiento de estos, sin dañar la naturaleza y teniendo en cuenta el enfoque de cuidar el medio ambiente para nuestras futuras generaciones.

IV. RESULTADOS

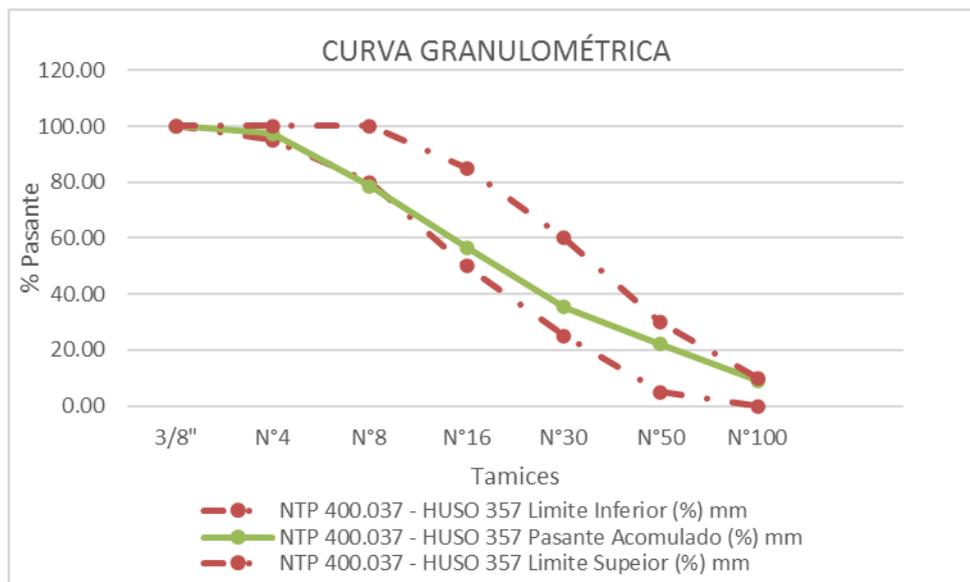
4.1. Análisis y caracterización de agregados utilizados

Para la presente estudio se inicia teniendo como análisis de agregados y una caracterización posterior, siendo así lo primero fue analizar el árido fino un agregado que fue analizado bajo parámetros siguen de manera apropiada las normas del A.S.T.M. C 136 y la N.T.P. 400 . 012

A continuación, se mencionará los ensayos a los agregados (fino y grueso) realizados.

Figura 12

Representación gráfica de la granulometría agregado fino

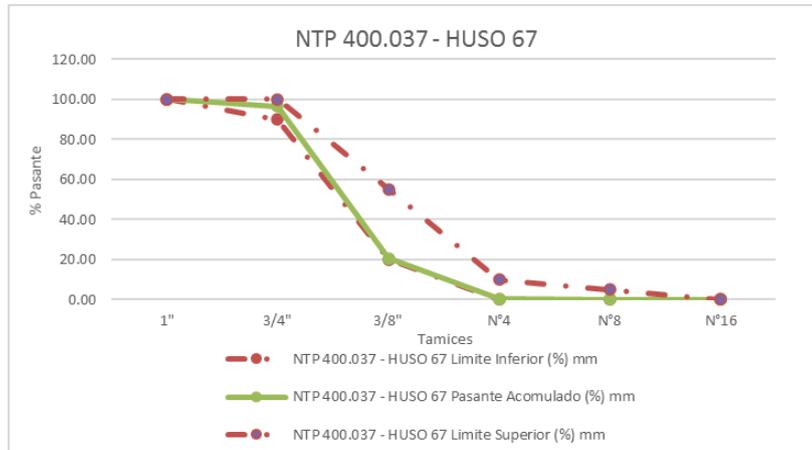


Fuente: Laboratorio de materiales y concreto

Dada las características que se reportaron luego de tratar al árido fino a través de su granulometría, la cual se muestra en la figura 12, que indica que las muestra analizadas están según norma, en los márgenes de los reparos admisibles, así mismo la determinación de un módulo de finura de 3.01 observando que las muestras tomadas cumplen con los usos granulométricos requeridos.

Figura 13

Curva granulométrica agregado grueso

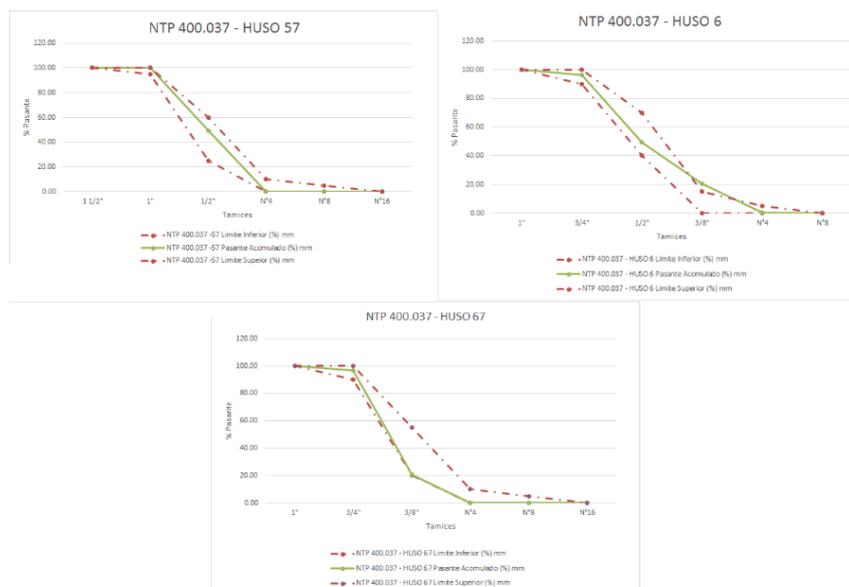


Fuente: Laboratorio de concreto

Se aprecia en la figura 13 que la curva granulométrica de este material de la cantera “Trapiche” está dentro de los parámetros de la norma N.T.P.400 . 0 3 7 y que es de Huso 67 como se observa en la tabla 15; el cual indican que es apto para realizar concreto y proseguir con la realización de los ensayos.

Figura 14

Resultados N.T.P. 400,037



Fuente: Elaboración Propia

Considerando los aspectos de estudio que se muestran respecto al árido grueso, la figura 14 da a conocer las características luego de haber sido sometido según norma técnica peruana respecto a los distintos usos de agregado grueso, como parte del diseño analizar al agregado grueso para verificar sus propiedades físicas.

4.1.1. Contenido de humedad

En este ensayo el peso de la muestra tubo que estar saturada, así mismo la muestra seca, para luego ser colocada en una fiola de manera continua, con adiciones de agua hasta que llegue a una capacidad limite, esto contribuye a descartar los espacios vacíos que podría contener nuestra muestra, luego de culminado el proceso de la muestra se puso a enfriar a una temperatura establecida, luego se le extrae para ser colocado en el horno y posterior a ello se deja secar a temperatura ambiente. Concordante a lo indicado en la norma N.T.P. 339.185

Tabla 8

Contenido de Humedad A.F. ag

ELEMENTO	CONTENIDO HUMEDAD (%)
Agregado Fino	1.00
Agregado Grueso	0.10

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8 contribuye a demostrar cual es el porcentaje que se atribuye al agregado grueso respecto a la humedad que posee, establecido de acuerdo con las normas N.T.P. 339.185. de acuerdo con el peso de la muestra tal y como está, posterior a ello se coloca al ante condiciones de temperatura controlada durante 24 horas, posteriormente para poder pesarlo.

4.2. Diseño de mezcla

Es fundamental los datos obtenidos en el laboratorio los cuales contribuyen para que los materiales sean de las cantidades adecuadas para producir un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual debe cumplir con los requerimientos necesarios que indica el A.C.I. 211, con la finalidad que en el proceso de fraguado desempeñe sus propiedades adecuadas.

Tabla 9

Propiedades De A.G Y A.F.

DESCRIPCIÓN	ARENA	PIEDRA
Peso Unitario Suelto Seco	1475 kg /m ³	1489 kg /m ³
Peso Unitario Compactado Seco	1789 kg /m ³	1623 kg/m ³
Peso Específico de Masa	2,64	2, 67
Contenido de Humedad	1,00	0,1
Porcentaje de Absorción	1,5	1,2
Módulo de Fineza	3,01	-
Tamaño Máximo Del Agregado	-	1"

Fuente: Elaboración Propia.

Razón agua - cemento (A/C)

$F'c$	a/c	
300 ----->	0.55	Interpolando $X = 0.56$ igual razón a/c
294 ----->	X	
250 ----->	0.62	

Tabla 10

Cuadro diseño mezcla concreto patrón.

CONCRETO PATRÓN		
MATERIALES	UND	PESO (kg/m ³)
Cemento.	kg/m ³	366. 00
Agua.	lts/m ³	219. 00
Agregado Fino	kg/m ³	786. 30
Agregado Grueso	kg /m ³	974. 90
PESO DE LA MEZCLA	kg/m ³	2346. 346

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11*Cuadro diseño mezcla concreto 0.10% adición.*

CONCRETO 0.10% ADICIÓN		
MATERIALES	UND	PESO (kg/m³)
Cemento	kg /m ³	366
Agua	Lts/m ³	219
Agregado Fino	kg /m ³	786.3
Agregado Grueso	kg /m ³	974.9
GRAFENO	kg /m ³	0.366
PESO DE LA MEZCLA	kg /m³	2346.712

*Fuente Elaboración Propia***Tabla 12***Cuadro diseño mezcla concreto 0.20% adición.*

CONCRETO 0.20% ADICIÓN		
MATERIALES	Unidad de medida	PESO (kg/m³)
Cemento	kg /m ³	366
Agua	Lts/m ³	219.
Agregado Fino	kg /m ³	786.3
Agregado Grueso	kg /m ³	974.9
GRAFENO	kg /m ³	0.732
PESO DE LA MEZCLA	kg /m³	2347.078

*Fuente Elaboración Propia***Tabla 13***Cuadro diseño mezcla concreto 0.30% adición.*

CONCRETO 0.30% ADICIÓN		
MATERIALES	Unidad de medida	PESO (kg/m³)
Cemento	kg /m ³	366
Agua	Lts/m ³	219.
Agregado Fino	kg /m ³	786.3
Agregado Grueso	kg /m ³	974.9
GRAFENO	kg /m ³	1.098
PESO DE LA MEZCLA	kg /m³	2347.444

*Fuente Elaboración Propia***Tabla 14***Cuadro diseño mezcla concreto 0.40% adición.*

CONCRETO 0.40% ADICIÓN		
MATERIALES	Unidad de medida	PESO (kg/m³)
Cemento	kg /m ³	366
Agua	Lts/m ³	219
Agregado Fino	kg /m ³	786.3
Agregado Grueso	kg /m ³	974.9
GRAFENO	kg /m ³	1.464
PESO DE LA MEZCLA	kg /m³	2347.810

Fuente Elaboración Propia

4.3. Resistencias a la compresión, flexión y tracción en los días de evaluación

4.3.1. Resistencias a la compresión

Tabla 15

Resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 7 de evaluación

DISEÑOS	FECHA (ELABORACIÓN)	FECHA (ROTURA)	EDAD (DÍAS)	F'c (Kg / cm ²)
MUESTRA PATRÓN	12,10,2020	19,10,2020	7	167,000
				163,230
				164,050
				162,557
CONCRETO CON 0,1% DE GRAFENO	12,10,2020	19,10,2020	7	176,673
				174,908
				176,497
				178,615
CONCRETO CON 0,2% DE GRAFENO	12,10,2020	19,10,2020	7	182,662
				183,580
				186,517
				181,744
CONCRETO CON 0,3% DE GRAFENO	12,10,2020	19,10,2020	7	192,329
				194,468
				196,413
				194,274
CONCRETO CON 0,4% DE GRAFENO	12,10,2020	19,10,2020	7	205,062
				201,436
				192,168
				201,235

Fuentes Elaboración Propia

Tabla 16

Resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ k g/cm}^2$ en el día 14 de evaluación

DISEÑOS	FECHA (ELABORACIÓN)	FECHA (ROTURA)	EDAD (DÍAS)	F'c (Kg / cm ²)
MUESTRA PATRÓN	12,10,2020	26,10,2020	14	190,600
				187,230
				188,166
				184,403
CONCRETO CON 0,1% DE GRAFENO	12,10,2020	26,10,2020	14	202,089
				198,960
				197,965
				200,324
CONCRETO CON 0,2% DE GRAFENO	12,10,2020	26,10,2020	14	213,561
				212,489
				211,639
				213,032
CONCRETO CON 0,3% DE GRAFENO	12,10,2020	26,10,2020	14	220,621
				219,518
				220,473
				221,327
CONCRETO CON 0,4% DE GRAFENO	12,10,2020	26,10,2020	14	229,823
				229,807
				228,658
				229,446

Elaboración Propia

Tabla 17

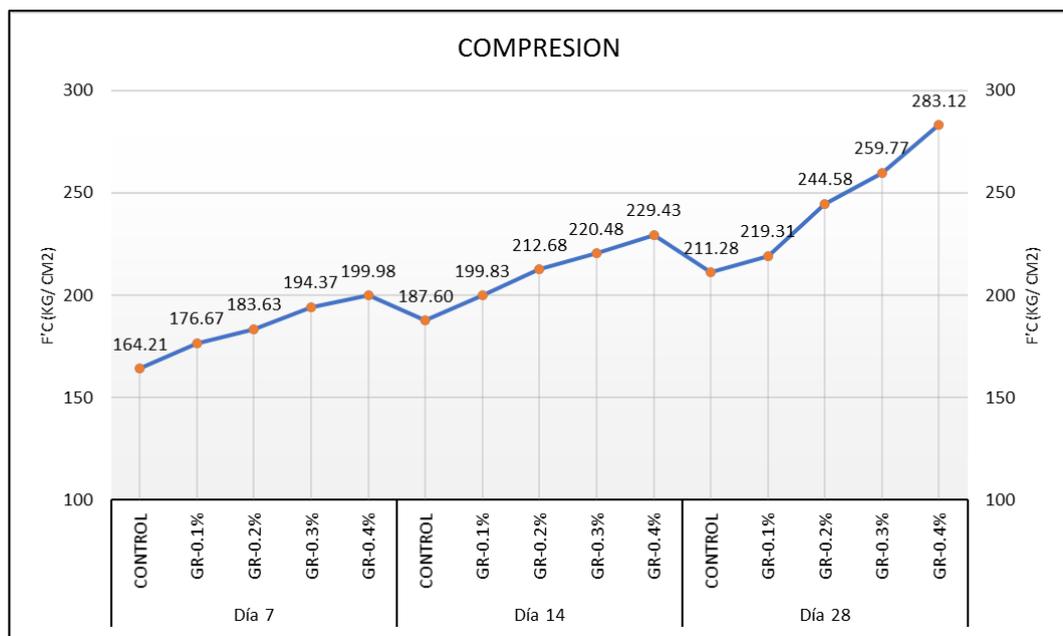
Resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación

DISEÑOS	FECHA (ELABORACIÓN)	FECHA (ROTURA)	EDAD (DÍAS)	F'C (kg / cm ²)
MUESTRA PATRÓN	12,10,2020	09,11,2020	28	212,320
				211,959
				210,200
				210,621
CONCRETO CON 0,1% DE GRAFENO	12,10,2020	09,11,2020	28	220,980
				217,002
				219,172
				220,096
CONCRETO CON 0,2% DE GRAFENO	12,10,2020	09,11,2020	28	242,743
				249,493
				248,745
				237,354
CONCRETO CON 0,3% DE GRAFENO	12,10,2020	09,11,2020	28	269,158
				259,666
				258,264
				251,985
CONCRETO CON 0,4% DE GRAFENO	12,10,2020	09,11,2020	28	282,395
				280,983
				285,992
				283,101

Fuente: Elaboración Propia

Figura 15.

Tendencia de la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Elaboración Propia

En la figura 15 se aprecia la tendencia en el día 7, 14 y 28 de evaluación sobre los promedios resultantes bajo condiciones de resistir a la compresión, tanto de los especímenes evaluados como de la muestra patrón con la adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%. Se aprecia que principalmente hay un promedio mayor en cuanto el diseño con adición de 0,4% de grafeno en los 28 días de evaluación.

4.4. Resistencias a la flexión

Tabla 18

Resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación

DISEÑOS	FECHA (ELABORACIÓN)	FECHA (ROTURA)	EDAD (DÍAS)	MR (kg/ cm ²)
MUESTRA PATRÓN	13,10,2020	20,10,2020	7	19,30
				18,90
				19,00
CONCRETO CON 0,1% DE GRAFENO	13,10,2020	20,10,2020	7	19,90
				19,60
				19,80
CONCRETO CON 0,2% DE GRAFENO	13,10,2020	20,10,2020	7	21,20
				21,30
				21,60
CONCRETO CON 0,3% DE GRAFENO	13,10,2020	20,10,2020	7	22,70
				23,00
				23,20
CONCRETO CON 0,4% DE GRAFENO	13,10,2020	20,10,2020	7	25,20
				24,80
				25,30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación

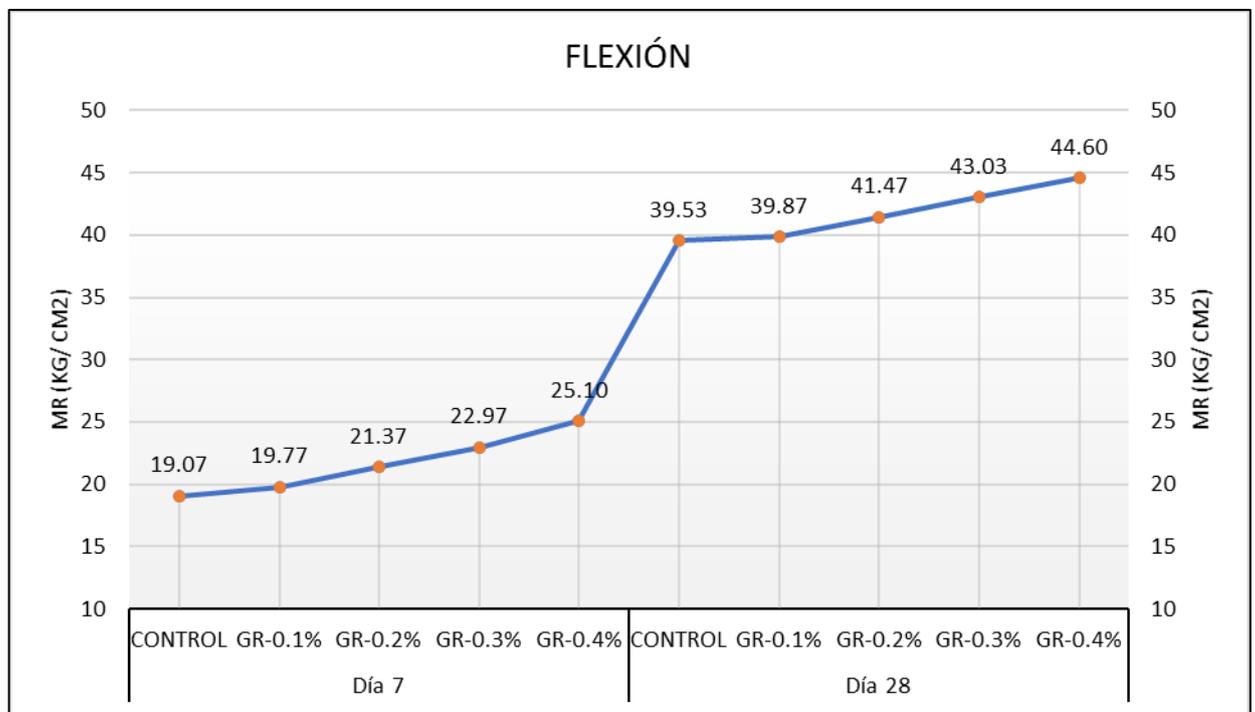
DISEÑOS	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	MR (kg/ cm ²)
MUESTRA PATRÓN	13,10,2020	10,11,2020	28	39,70
				39,60
				39,30
CONCRETO CON 0,1% DE GRAFENO	13,10,2020	10,11,2020	28	40,20
				39,50
				39,90
CONCRETO CON 0,2% DE GRAFENO	13,10,2020	10,11,2020	28	41,70
				40,00
				42,70
	13,10,2020	10,11,2020	28	43,60
				42,90

DISEÑOS	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	MR (kg/cm ²)
CONCRETO CON 0,3% DE GRAFENO				42,60
CONCRETO CON 0,4% DE GRAFENO	13,10,2020	10,11,2020	28	44,80
				44,40
				44,60

Fuente: Elaboración Propia

Figura 16

Tendencia de la resistencia a flexión del concreto $F' c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración Propia

La figura 16 brinda información respecto a la tendencia del día 7 y 28 de evaluación sobre los promedios resultantes en los especímenes, sometido a condiciones de resistencia a flexión, desde el diseño que contempla la muestra patrón, así como también muestras con la adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%. Se observa que principalmente hay un promedio mayor en cuanto el diseño con adición de 0,4% de grafeno en los 28 días de evaluación.

4.5. Resistencias a la tracción en los días de evaluación

Tabla 20

Resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación

DISEÑOS	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	MR (kg/ cm ²)
MUESTRA PATRÓN	14,10,2020	21,10,2020	7	20,70
				20,20
				20,30
CONCRETO CON 0,1% DE GRAFENO	14,10,2020	21,10,2020	7	21,10
				20,90
				21,20
CONCRETO CON 0,2% DE GRAFENO	14,10,2020	21,10,2020	7	21,90
				22,00
				22,40
CONCRETO CON 0,3% DE GRAFENO	14,10,2020	21,10,2020	7	24,20
				24,50
				24,70
CONCRETO CON 0,4% DE GRAFENO	14,10,2020	21,10,2020	7	25,90
				25,30
				25,80

Elaboración Propia

Tabla 21

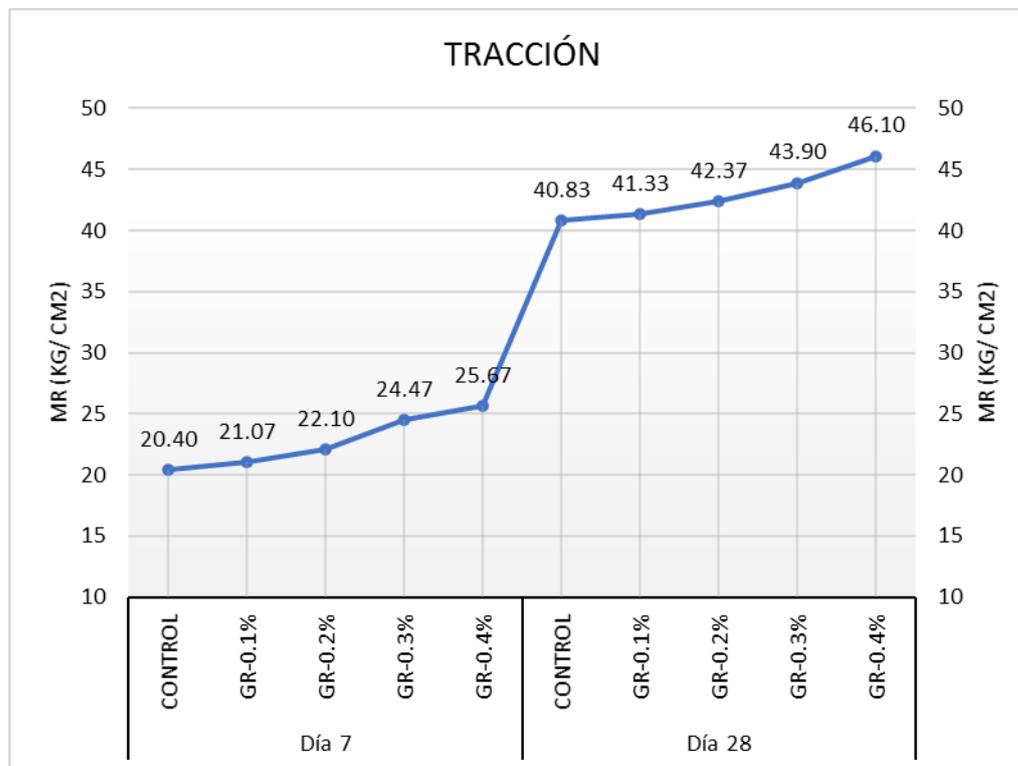
Resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación

DISEÑOS	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	MR (kg/ cm ²)
MUESTRA PATRÓN	14,10,2020	11,11,2020	28	41,00
				40,90
				40,60
CONCRETO CON 0,1% DE GRAFENO	14,10,2020	11,11,2020	28	41,70
				40,90
				41,40
CONCRETO CON 0,2% DE GRAFENO	14,10,2020	11,11,2020	28	42,60
				40,90
				43,60
CONCRETO CON 0,3% DE GRAFENO	14,10,2020	11,11,2020	28	44,00
				43,30
				43,40
CONCRETO CON 0,4% DE GRAFENO	14,10,2020	11,11,2020	28	46,30
				45,90
				46,10

Fuente Elaboración Propia

Figura 17

Tendencia de los especímenes bajo resistencia a tracción del concreto



Fuente Elaboración Propia

En la figura 17 se muestra la tendencia en el día 7 y 28 de evaluación sobre los promedios resultantes en los especímenes, sometido a condiciones de resistencia a tracción, desde el diseño que contempla la muestra patrón y muestras con la adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%. Se puede apreciar que principalmente hay un promedio mayor en cuanto el diseño con adición de 0,4% de grafeno en los 28 días de evaluación.

4.6. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la compresión

4.6.1. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la compresión al día 28 de evaluación

4.6.1.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

H1. No existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la compresión del diseño analizado en el día 28 de evaluación.

H0. Existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la compresión del diseño analizado en el día 28 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig. < 0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 22

Pruebas de normalidad de la resistencia a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación

Diseño	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Muestra patrón	0,897	4	0,419
Concreto con 0,1% de grafeno	0,953	4	0,733
Concreto con 0,2% de grafeno	0,691	4	0,425
Concreto con 0,3% de grafeno	0,733	4	0,774
Concreto con 0,4% de grafeno	0,950	4	0,716

Elaboración Propia

En la tabla22 se observa que para todos los diseños evaluados hay significancias superiores a 0,05. Ello indica que existe normalidad en la distribución de los resultados obtenidos respecto a todos los especímenes sometidos a compresión al día 28 de evaluación.

4.6.1.2. Prueba de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. No existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la compresión en el día 28 de evaluación.

H0. Existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la compresión en el día 28 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig. < 0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 23

Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación

	Estadístico de			Sig.
	Levene	g 11	g 12	
Se basa en la media	2,518	4	15	0 ,085
Se basa en la mediana	2,202	4	15	0 ,118
Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,202	4	5,611	0 ,192
Se basa en la media recortada	2,435	4	15	0 ,093

Elaboración Propia

En la tabla23 se observa que la significancia fue 0,085. Lo cual es superior a 0,05, de manera que indica que existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo con sus resistencias a la compresión en el día 28 de evaluación. De manera que se puede utilizar la prueba paramétrica de ANOVA para evaluar si al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias que fueron obtenidas respecto

a los ensayos a compresión de los especímenes de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

4.6.1.3. Prueba de ANOVA

H1: Al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ luego de 28 días de evaluación.

H0: Los diseños no son diferentes entre sí de acuerdo a sus resistencias a compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ luego de 28 días de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si $\text{Sig.} < 0,05$ la H0 se rechaza.

Si $\text{Sig.} > 0,05$ la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 24
Prueba de ANOVA sobre la resistencia a compresión del concreto en el día 28 de evaluación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13835,281	4	3458,820	189,815	0,000
Dentro de grupos	273,331	15	18,222		
Total	14108,612	19			

Fuente :Elaboración Propia

En la tabla 24 de la prueba de ANOVA se aprecia una significancia de 0,000. Ello indica que, al ser menor que 0,05, se rechaza la H0. Por lo cual al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ luego de 28 días de evaluación.

4.6.1.4. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey

Tabla 25

Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación

(I) Diseño	(J) Diseño	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Concreto con 0,1% de grafeno	-8,037500	3,018448	0,108	-17,35824	1,28324
	Concreto con 0,2% de grafeno	-33,308750*	3,018448	0,000	-42,62949	-23,98801
	Concreto con 0,3% de grafeno	-48,493250*	3,018448	0,000	-57,81399	-39,17251
	Concreto con 0,4% de grafeno	-71,842750*	3,018448	0,000	-81,16349	-62,52201
Concreto con 0,1% de grafeno	Muestra patrón	8,037500	3,018448	0,108	-1,28324	17,35824
	Concreto con 0,2% de grafeno	-25,271250*	3,018448	0,000	-34,59199	-15,95051
	Concreto con 0,3% de grafeno	-40,455750*	3,018448	0,000	-49,77649	-31,13501
	Concreto con 0,4% de grafeno	-63,805250*	3,018448	0,000	-73,12599	-54,48451
Concreto con 0,2% de grafeno	Muestra patrón	33,308750*	3,018448	0,000	23,98801	42,62949
	Concreto con 0,1% de grafeno	25,271250*	3,018448	0,000	15,95051	34,59199
	Concreto con 0,3% de grafeno	-15,184500*	3,018448	0,001	-24,50524	-5,86376
	Concreto con 0,4% de grafeno	-38,534000*	3,018448	0,000	-47,85474	-29,21326
Concreto con 0,3% de grafeno	Muestra patrón	48,493250*	3,018448	0,000	39,17251	57,81399
	Concreto con 0,1% de grafeno	40,455750*	3,018448	0,000	31,13501	49,77649
	Concreto con 0,2% de grafeno	15,184500*	3,018448	0,001	5,86376	24,50524
	Concreto con 0,4% de grafeno	-23,349500*	3,018448	0,000	-32,67024	-14,02876
Concreto con 0,4% de grafeno	Muestra patrón	71,842750*	3,018448	0,000	62,52201	81,16349
	Concreto con 0,1% de grafeno	63,805250*	3,018448	0,000	54,48451	73,12599

(I) Diseño	(J) Diseño	Diferencia		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
		de medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
	Concreto con 0,2% de grafeno	38,534000*	3,018448	0,000	29,21326	47,85474
	Concreto con 0,3% de grafeno	23,349500*	3,018448	0,000	14,02876	32,67024

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Elaboración Propia

La prueba de Post-Hoc de comparaciones múltiples de HSD Tukey muestra que solamente no existen diferencias significativas entre la muestra patrón y la muestra de concreto con 0,1% de grafeno. En todas las demás comparaciones de los diseños, existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig<0,05).

Tabla 26
Medias de las resistencias a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo con la prueba HSD Tukey

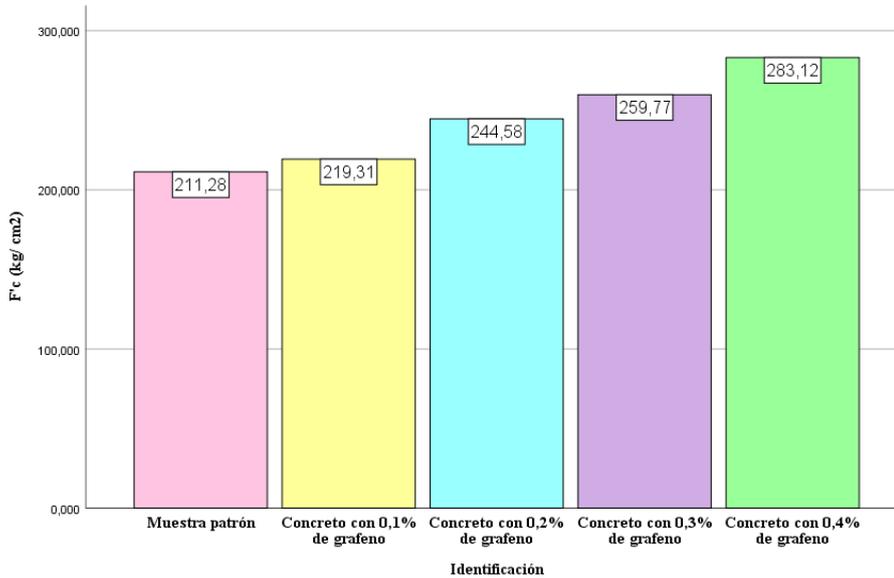
Diseño	N	1	2	3	4
Muestra patrón	4	211,28			
Concreto con 0,1% de grafeno	4	219,31			
Concreto con 0,2% de grafeno	4		244,58		
Concreto con 0,3% de grafeno	4			259,77	
Concreto con 0,4% de grafeno	4				283,12

Elaboración Propia

En la tabla 26 se aprecian los promedios de las resistencias a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo con el grupo patrón y a los grupos con adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%. Ello demuestra que la adición de grafeno aumenta de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con la muestra patrón, excepto para el diseño con 0,1% de grafeno. Siendo el diseño con 0,4% de grafeno el que mejor rendimiento tiene.

Figura 18

Medias de las resistencias a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación



Elaboración Propia

En la figura 18 se muestra que, descriptivamente, el mayor de los promedios de resistencias a la compresión del concreto en el día 28 de evaluación, es para el concreto con 0,4% de adición de grafeno, con un promedio de 283,12 kg/ cm². Mientras que en menor medida se encuentra la muestra patrón, con 211,28 kg/ cm².

4.7. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la flexión

4.7.1. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la flexión al día 28 de evaluación

4.7.1.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

H1. No existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la flexión del diseño analizado en el día 28 de evaluación.

H0. Existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la flexión del diseño analizado en el día 28 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 27

Pruebas de normalidad de la resistencia a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación

Diseño	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Muestra patrón	0,923	3	0,463
Concreto con 0,1% de grafeno	0,993	3	0,843
Concreto con 0,2% de grafeno	0,978	3	0,716
Concreto con 0,3% de grafeno	0,750	3	0,567
Concreto con 0,4% de grafeno	1,000	3	1,000

Elaboración Propia

En la tabla 27 se aprecia que, de acuerdo con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para todos los diseños evaluados hay significancias superiores a 0,05. Ello indica que existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la flexión de todos los diseños en el día 28 de evaluación.

4.7.1.2. Prueba de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. No existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la flexión en el día 28 de evaluación.

H0. Existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la flexión en el día 28 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 28
Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación

	Estadístico de			Sig.
	Levene	gl1	gl2	
Se basa en la media	3,428	4	10	0,052
Se basa en la mediana	1,648	4	10	0,237
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,648	4	3,164	0,348
Se basa en la media recortada	3,293	4	10	0,058

Elaboración Propia

En la tabla 28 se aprecia que la significancia fue 0,052. Lo cual es superior a 0,05, de manera que indica que existe homocedasticidad entre los diseños según sus resistencias a la flexión en el día 28 de evaluación. Por lo cual se puede utilizar la prueba paramétrica de ANOVA para evaluar si al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

4.7.1.3. Prueba de ANOVA

H1: Al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

H0: Los diseños no son diferentes entre sí de acuerdo a sus resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si $\text{Sig.} < 0,05$ la H0 se rechaza.

Si $\text{Sig.} > 0,05$ la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 29

Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	54,893	4	13,723	29,407	0,000
Dentro de grupos	4,667	10	0,467		
Total	59,560	14			

Elaboración Propia

En la tabla 29 de la prueba de ANOVA se aprecia una significancia de 0,000. Ello indica que, al ser menor que 0,05, se rechaza la H0. Por lo cual al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la flexión del $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

4.7.1.4. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey

Tabla 30

Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación

(I) Diseño	(J) Diseño	Diferencia de medias		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
		(I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Concreto con 0,1% de grafeno	-0,33333	0,55777	0,972	-2,1690	1,5023
	Concreto con 0,2% de grafeno	-1,93333*	0,55777	0,038	-3,7690	-0,0977
	Concreto con 0,3% de grafeno	-3,50000*	0,55777	0,001	-5,3357	-1,6643

(I) Diseño	(J) Diseño	Diferencia		Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
		de medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
	Concreto con 0,4% de grafeno	-5,06667*	0,55777	0,000	-6,9023	-3,2310
Concreto	Muestra patrón	0,33333	0,55777	0,972	-1,5023	2,1690
con 0,1% de grafeno	Concreto con 0,2% de grafeno	-1,60000	0,55777	0,096	-3,4357	0,2357
	Concreto con 0,3% de grafeno	-3,16667*	0,55777	0,001	-5,0023	-1,3310
	Concreto con 0,4% de grafeno	-4,73333*	0,55777	0,000	-6,5690	-2,8977
Concreto	Muestra patrón	1,93333*	0,55777	0,038	0,0977	3,7690
con 0,2% de grafeno	Concreto con 0,1% de grafeno	1,60000	0,55777	0,096	-0,2357	3,4357
	Concreto con 0,3% de grafeno	-1,56667	0,55777	0,105	-3,4023	0,2690
	Concreto con 0,4% de grafeno	-3,13333*	0,55777	0,002	-4,9690	-1,2977
Concreto	Muestra patrón	3,50000*	0,55777	0,001	1,6643	5,3357
con 0,3% de grafeno	Concreto con 0,1% de grafeno	3,16667*	0,55777	0,001	1,3310	5,0023
	Concreto con 0,2% de grafeno	1,56667	0,55777	0,105	-0,2690	3,4023
	Concreto con 0,4% de grafeno	-1,56667	0,55777	0,105	-3,4023	0,2690
Concreto	Muestra patrón	5,06667*	0,55777	0,000	3,2310	6,9023
con 0,4% de grafeno	Concreto con 0,1% de grafeno	4,73333*	0,55777	0,000	2,8977	6,5690
	Concreto con 0,2% de grafeno	3,13333*	0,55777	0,002	1,2977	4,9690
	Concreto con 0,3% de grafeno	1,56667	0,55777	0,105	-0,2690	3,4023

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Elaboración Propia

La prueba de Post-Hoc de comparaciones múltiples de HDS Tukey indica que no existen diferencias significativas entre la muestra patrón y la muestra de concreto con 0,1% de grafeno; a su vez entre la muestra de concreto con 0,1% y la muestra de concreto con 0,2%; asimismo entre la muestra de concreto con 0,2% y la muestra de concreto con 0,3%; y, por otro lado, entre la muestra de concreto con 0,3% y la muestra de concreto con 0,4%. En todas las demás comparaciones de los diseños, existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig<0,05).

Tabla 31

Medias de las resistencias a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo a la prueba HSD Tukey

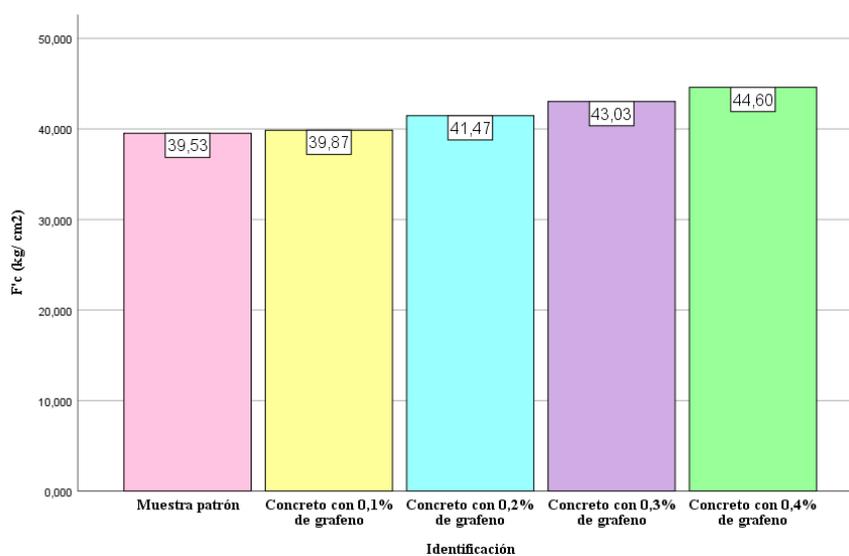
Diseño	N	1	2	3	4
Muestra patrón	3	39,53			
Concreto con 0,1% de grafeno	3	39,87	39,87		
Concreto con 0,2% de grafeno	3		41,47	41,47	
Concreto con 0,3% de grafeno	3			43,03	43,03
Concreto con 0,4% de grafeno	3				44,60

Elaboración Propia

En la tabla 31 se aprecian los promedios de las resistencias a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo al grupo patrón y a los grupos con adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%. Ello demuestra que la adición de grafeno aumenta de forma significativa la resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con la muestra patrón; con excepción del diseño con 0,1% de grafeno. Siendo el diseño con 0,4% de grafeno el que mejor rendimiento tiene.

Figura 19

Medias de las resistencias a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación



Elaboración Propia

En la figura 19 se muestra que, descriptivamente, el mayor de los promedios de resistencias a la flexión del concreto en el día 28 de evaluación, es para el concreto con 0,4% de adición de grafeno, con un promedio de 44,60 kg/ cm². Mientras que en menor medida se ubica la muestra patrón, con 39,53 kg/ cm².

4.8. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la tracción

4.8.1. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la tracción al día 28 de evaluación

4.8.1.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

H1. No existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la tracción del diseño analizado en el día 28 de evaluación.

H0. Existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la tracción del diseño analizado en el día 28 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 32

Pruebas de normalidad de la resistencia a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación

Identificación	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Muestra patrón	0,923	3	0,463
Concreto con 0,1% de grafeno	0,980	3	0,726
Concreto con 0,2% de grafeno	0,978	3	0,716

Concreto con 0,3% de grafeno	0,750	3	0,702
Concreto con 0,4% de grafeno	1,000	3	1,000

En la tabla 32 se muestra que, de acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para todos los diseños evaluados hay significancias superiores a 0,05. Ello indica que existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la tracción de todos los diseños en el día 28 de evaluación.

4.8.1.2. Prueba de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. No existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la tracción en el día 28 de evaluación.

H0. Existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la tracción en el día 28 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si $\text{Sig.} < 0,05$ la H0 se rechaza.

Si $\text{Sig.} > 0,05$ la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 33

Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación

	Estadístico de			
	Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	3,205	4	10	0,062
Se basa en la mediana	1,586	4	10	0,252
Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,586	4	3,288	0,356
Se basa en la media recortada	3,083	4	10	0,068

En la tabla 33 se aprecia que la significancia fue 0,062. Lo cual es superior a 0,05, de forma que indica que existe homocedasticidad entre los diseños según sus resistencias a la tracción en el día 28 de evaluación. Ello indica que se puede emplear la prueba paramétrica de ANOVA para evaluar si al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

4.8.1.3. Prueba de ANOVA

H1: Al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

H0: Los diseños no son diferentes entre sí de acuerdo a sus resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si $\text{Sig.} < 0,05$ la H0 se rechaza.

Si $\text{Sig.} > 0,05$ la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla 34

Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	54,749	4	13,687	28,280	0,000
Dentro de grupos	4,840	10	0,484		
Total	59,589	14			

En la tabla 34 de la prueba de ANOVA se muestra una significancia de 0,000. Lo cual indica que, al ser menor que 0,05, se rechaza la H0. Por lo cual al menos un diseño es

diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 28 de evaluación.

4.8.1.4. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey

Tabla 35

Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación

(I) Diseño	(J) Diseño	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Concreto con 0,1% de grafeno	-0,50000	0,56804	0,898	-2,3695	1,3695
	Concreto con 0,2% de grafeno	-1,53333	0,56804	0,124	-3,4028	0,3361
	Concreto con 0,3% de grafeno	-3,06667*	0,56804	0,002	-4,9361	-1,1972
	Concreto con 0,4% de grafeno	-5,26667*	0,56804	0,000	-7,1361	-3,3972
Concreto con 0,1% de grafeno	Muestra patrón	0,50000	0,56804	0,898	-1,3695	2,3695
	Concreto con 0,2% de grafeno	-1,03333	0,56804	0,414	-2,9028	0,8361
	Concreto con 0,3% de grafeno	-2,56667*	0,56804	0,008	-4,4361	-0,6972
	Concreto con 0,4% de grafeno	-4,76667*	0,56804	0,000	-6,6361	-2,8972
Concreto con 0,2% de grafeno	Muestra patrón	1,53333	0,56804	0,124	-0,3361	3,4028
	Concreto con 0,1% de grafeno	1,03333	0,56804	0,414	-0,8361	2,9028
	Concreto con 0,3% de grafeno	-1,53333	0,56804	0,124	-3,4028	0,3361
	Concreto con 0,4% de grafeno	-3,73333*	0,56804	0,000	-5,6028	-1,8639
Concreto con 0,3% de grafeno	Muestra patrón	3,06667*	0,56804	0,002	1,1972	4,9361
	Concreto con 0,1% de grafeno	2,56667*	0,56804	0,008	0,6972	4,4361
	Concreto con 0,2% de grafeno	1,53333	0,56804	0,124	-0,3361	3,4028
	Concreto con 0,4% de grafeno	-2,20000*	0,56804	0,020	-4,0695	-0,3305
Concreto con 0,4% de grafeno	Muestra patrón	5,26667*	0,56804	0,000	3,3972	7,1361
	Concreto con 0,1% de grafeno	4,76667*	0,56804	0,000	2,8972	6,6361
	Concreto con 0,2% de grafeno	3,73333*	0,56804	0,000	1,8639	5,6028
	Concreto con 0,3% de grafeno	2,20000*	0,56804	0,020	0,3305	4,0695

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de Post-Hoc de comparaciones múltiples de HDS Tukey indica que no existen diferencias significativas entre la muestra patrón, la muestra de concreto con 0,1% de grafeno, y la muestra de concreto con 0,2% de grafeno; a su vez tampoco existen diferencias significativas entre la muestra con concreto con 0,2% de grafeno y

la muestra con concreto con 0,3%. En todas las demás comparaciones de los diseños, existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig<0,05).

Tabla 36

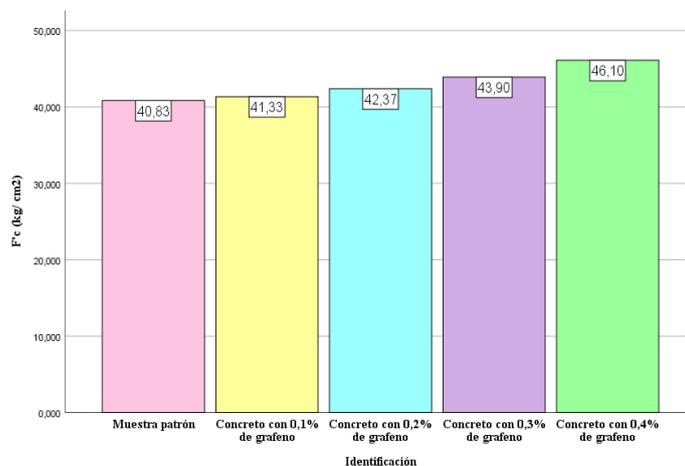
Medias de las resistencias a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo a la prueba HSD Tukey

Diseño	N	1	2	3
Muestra patrón	3	40,83		
Concreto con 0,1% de grafeno	3	41,33		
Concreto con 0,2% de grafeno	3	42,37	42,37	
Concreto con 0,3% de grafeno	3		43,90	
Concreto con 0,4% de grafeno	3			46,10

En la tabla36 se muestran los promedios de las resistencias a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación de acuerdo al grupo patrón y a los grupos con adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%. Ello muestra que la adición de grafeno aumenta la resistencia a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con la muestra patrón; solo para el diseño con 0,3% de grafeno y el diseño con 0,4% de grafeno. Siendo este último diseño el que mejor rendimiento tiene.

Figura 20

Medias de las resistencias a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación



Elaboración Propia

En la figura 20 se aprecia que, descriptivamente, la mayor de las medias de resistencias a la tracción del concreto en el día 28 de evaluación, es para el concreto con 0,4% de adición de grafeno, con un promedio de 46,10 kg/cm². Mientras que en menor medida se encuentra la muestra patrón, con 40,83 kg/ cm².

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Caires (2019) encontró buenos resultados con respecto mejorar la resistencia mecánica a compresión aumentando hasta en un 12% con dosis de grafeno de 0.03%, el presente estudio demuestra que al agregar el grafeno en dosis de hasta 0.4% genera una particularidad de optimizar las propiedades del concreto bajo un diseño $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ la cual hemos demostrado que alcanza a optimizarse en un 34 % con respecto al espécimen patrón
- DIMOV (2018) por su parte evidencio resultados a los 28 días bajo una comparación de grafenos IG, FG resaltando las propiedades evaluadas que se manifestaron, concordamos así, debido a que la presente investigación también Proporciono los resultados de la mejora de las propiedades mecánicas de la compresión por flexión y la tracción por compresión diametral con grafeno del tipo de 3 y 7 capas.
- Ccopa (2017) obtuvo resultados respecto al análisis de la trabajabilidad y la resistencia a compresión, la presente investigación supero aspectos de diseño, dosificación, y control a un mayor número de especímenes de concreto, para comprobar la mejora de sus propiedades mecánicas obteniendo resultados que hicieron posible la validación de las hipótesis bajo el desarrollo de una estadística paramétrica

VI. CONCLUSIONES

El desarrollo del diseño de mezcla a partir de un diseño convencional de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. resulta un factor importante, vinculante a las características de los agregados que se han de utilizar pues las consideraciones mencionadas por el método A.C.I. solo brindan una ruta, el investigador es el que realmente debe demostrar que su diseño está dentro de los parámetros o rangos establecidos, consecuentemente se ha arribado a las siguientes conclusiones:

- Debido a que se tuvo el control adecuado en el diseño y dosificación de mezcla agregando grafeno en proporciones de 0,1 %, 0,2%, 0,3% y 0,4 %. Esto provocó a que se demuestre la mejora de las propiedades mecánicas respecto al diseño convencional de un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Agregar grafeno en proporciones de 0.4 % genera el aumento de la resistencia mecánica a compresión, respecto al diseño convencional de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Resulta importante resaltar que esta propiedad mecánica es la que más expectativa genera a la hora de utilizar el concreto.
- Agregar grafeno en proporciones de 0.4 % . contribuye en mejorar su propiedad mecánica de flexión y tracción respecto al diseño convencional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Agregar grafeno en proporciones de 0.4 % . incrementa la resistencia mecánica a la tracción respecto a un diseño convencional de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. del cual se ha demostrado a través del ensayo a tracción por compresión diametral.
- De acuerdo con los resultados obtenidos se considera que la dosificación del 0.4 % de grafeno que se utilizó resulta la más adecuada respecto a los resultados alcanzados con la adición de 0,1 %, 0,2%, 0.3 %.

VII. RECOMENDACIONES

- Ensayos experimentales realizados con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas atribuidas a la compresión, resistencia a flexión y resistencia a tracción diametral, teniendo resultados favorables, se recomienda realizar ensayos a fin de conocer la permeabilidad del concreto pues existe relación respecto a la resistencia a compresión y la permeabilidad, pero dado que el alcance del presente no enfoca estos resultados por ende da apertura a seguir contribuyendo con investigaciones de carácter vinculante.
- Resulta importante plasmar modelos experimentales basados a obtener respuesta en los diseños de concreto de alta resistencias, así como los concretos livianos, pues dado los resultados obtenidos de las resistencias a compresión, flexión y tracción es auspicioso que este material nanotecnológico del grafeno resulte mejorando tales propiedades en concretos de distinto diseño y composición.
- Considerando los resultados y las bondades demostradas, es importante seguir el sendero de utilizar materiales modernos como lo es el grafeno los cuales para su uso más extenso requieren investigación experimental para demostrar de que su utilidad es viable y así como el de valorar el aporte que la nanotecnología respecto a las propiedades térmicas, acústicas y eléctricas, que generarían mayor valor a la estructura de una edificación las cuales se encuentran aún en desarrollo

VIII. REFERENCIAS

5.1. Bibliográficas

- Abellán, D., Muñoz, J., Abellán, J., Alcalá, E., Altuzarra, O., Amezua, E., Aparicio, F., Artes, M., Batista, M., Cabrera, J., Calvo, J., Campello, H., Campillo, N., Cardona, S., Carrascal, M., Castejón, C., Castillo, J., García, D., Cuadrado, F. (...) & Yáñez, M. (2016). *XXI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica*. Universitas Miguel Hernández, p. 1320.
- Aguirre, F. (2015). *Síntesis y caracterización de capas conductoras de óxido de grafeno (GO): propiedades vibracionales bajo condiciones extremas de presión y temperatura* [Tesis de maestría, Universidad de Cantabria, España]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7850/Francisco%20Aguirre%20Yague.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Albiter, A. (2014). *La Ingeniería Civil En Un Contexto De Ciencias Sociales*. Editorial Kali.
- Alcoeda, C. (2013). *Obtención de grafeno mediante métodos químicos de Exfoliación* [Tesis de maestría, Universidad Pontificia ICAI ICADE, España]. <https://docplayer.es/47984645-Obtencion-de-grafeno-mediante-metodos-quimicos-de-exfoliacion.html>
- Andrade, H., Espinosa, A., López, H., Sotaquirá, R. & Dyner, I. (2007). *Pensamiento sistémico: Diversidad en búsqueda de unidad*. Ediciones UIS.
- Aora, N., Mehraz, N. & Balestrini, R. (2016). *Bioformulations for sustainable agriculture*. Springer.
- Apaza, V. & Quispe, K. (2018). *Mejoramiento de propiedades mecánicas del concreto con adición de nanotubos de carbono* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú]. <file:///C:/Users/Dante/Downloads/ICapmava.pdf>
- Arellano, E. (2015). *Síntesis y simulación de polímeros nano-estructurados* [Tesis de maestría, Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados, S.C.]

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/694/1/Tesis%20Esmeralda%20Arellano%20Lara.pdf>

Arguedas C. (2018) *Introducción a la Ingeniería Fenomenométrica*:
<https://es.scribd.com/document/375529145/Introduccion-a-La-Ing-Fenomenometrica-30-01>

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (6°. ed.). Editorial Episteme.

ASTM C 39/C 39M - 05. (2009). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. ASTM Standards.

ASTM C-125. Standard Terminology Relating To Concrete And Concrete Aggregates. ASTM Standards.

ASTM C-127 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. ASTM Standards.

ASTM C-128. Standard Test Method For Relative Density (Specific Gravity) And Absorption Of Fine Aggregate. ASTM Standards.

ASTM C-136. Standard Test Method For Sieve Analysis Of Fine And Coarse Aggregates. ASTM Standards.

ASTM C138/C138M-17a. Standard Test Method For Density (Unit Weight), Yield, And Air Content (Gravimetric) Of Concrete. ASTM Standards.

ASTM C143/C143M – 15a. (2015). Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. ASTM Standards.

ASTM C566-97. (2004). Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content Of Aggregate By Drying. ASTM Standards.

ASTM D575 – 91 (Reapproved 2018). Standard Test Method for Rubber Properties in Compression. ASTM Standards.

ASTM. Resistencia a la compresión de cilindros, ASTM'C39.

- Ávila, J., Eguez, H. & Roa, O. (2019). Evaluación del comportamiento en compresión de morteros reforzados con Grafeno y costos inherentes al proceso productivo de mezcla. *Investigatio*, (12), 49-66.
<https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/295>
- Ballesteros de Valderrama, B. (2005). El concepto de significado desde el análisis del comportamiento y otras perspectivas. *Universitas Psychologica*, 4(2), 231-244.
- Bazan, A. (2017). *Estudio espectroscópico y morfológico en el grafeno químicamente modificado* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima].
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. n/a.
- Caires, Leide Daiane. 2019. *Aplicación de Oxido de grafeno reducido en argamasa cementosa para estudio de sus propiedades mecánicas*. [Tesis de maestría, Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, Brasil].
- Ccopa, H. (2017). *Efectos de grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano, Puno].
file:///C:/Users/Dante/Downloads/Ccopa_Mamani_Heber.pdf
- Chacón, Á. (2017). La génesis del conocimiento: de la sensación a la razón. *Educere*, (69), 241-251.
- Chao, E. (2016). El grafeno, la nueva vitamina del concreto. *Construcción y tecnología en concreto*, (1), 06-16. <http://www.imcyc.com/revistacyt/pdf/mayo2016/fuga.pdf>
- Constante, A. (2010). La pregunta que interroga por el sentido del ser. *En-claves del pensamiento*, 4(7), 79-100.
- Cuenca, E. & Solorzano, C. (2018). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto* [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo, Perú].
- Curbelo, B. (2015). *Concreto estructural presforzado* [Tomo II]. Civilgeeks.

- De la Peña, P. (2017). *Generación de un nuevo revestimiento arquitectónico, a partir del grafeno, aplicado a las pinturas exteriores de los edificios* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid, España].
- Díaz, V. (2019). *Metodología de la Investigación Científica y Bioestadística*. Editorial UEES.
- Dimov, D., Amit, I., Gorrie, O., Barnes, M., Townsend, N., Neves, A., Withers, F., Russo, S. & Craciun, M. (2018). Ultrahigh Performance Nanoengineered Graphene–Concrete Composites for Multifunctional Applications. *Advanced Science News*, 28, 1-12. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/adfm.201705183>
- Goma, F. (1979). *El cemento portland y otros aglomerantes*. Técnicos Asociados, S.A.
- Guerrero, J. A. (2017). *Ingeniería de vías férreas*. n/a.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado* (3°. ed.). Fondo Editorial, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014) *Metodología de la investigación científica* (6°. ed.). McGraw-Hill.
- Isidro, G. (2017). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto f'c 2kg/cm2* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano, Perú].
- Jaramillo, J. (2004). *Análisis clásico de estructuras*. Universidad Nacional de Colombia.
- Kaseng, F. (2017). *Guía práctica para elaborar plan de tesis y tesis de postgrado* (3°. ed.). Editorial Iberia.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W. & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Portlan Cement Association.
- Laguna, R. (2016). De la máquina al mecanicismo. Breve historia de la construcción de un paradigma explicativo. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 16(32), 57-71. <https://www.redalyc.org/pdf/414/41449296004.pdf>

- Lange, D., Mitsui, K., Li, Z. & Shah, S. (1994). Relationship between microstructure and mechanical properties of the paste-aggregate interface. *ACI Journal*, 91(1), 30-39.
- Mantilla, J. (2017). *Influencia de la fibra de vidrio tipo e en las propiedades mecánicas resistencia a la compresión del concreto $f'c210\text{kg/cm}^2$* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo, Perú].
file:///C:/Users/Dante/Downloads/mantilla_aj.pdf
- Martinez, M. (2012). *Psicología de la comunicación*. Departamento de Psicología Básica, Universitat de Barcelona.
http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30802/7/PsicologiaComunicaci%C3%B3nMMartinez_M.pdf
- Masias, K. (2018). *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto, usando ladrillo triturado como agregado grueso* [Tesis de grado, Universidad de Piura, Perú].
- Medina, E. (2008). *Construcción de estructuras de hormigón armado* (2°. ed.). Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Mejía, R., Rodríguez, C., Rodríguez, E., Torres, J. & Delvasto, S. (2009). Concreto adicionado con metacaolín: Comportamiento a carbonatación y cloruros. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía*, (48), 55-64.
<https://www.redalyc.org/pdf/430/43016337006.pdf>
- Namakforoosh, M. (2005). *Metodología de la investigación* (2°. ed.). Limusa.
- Navarro, E. & Forero, H. (2017). *Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con nanotubos de carbono* [Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia].
- Ñaupá, H., Mejía, E., Novoa, E. & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la Investigación* (4°. ed.). Ediciones de la U.
- OCDE. (2015). *Manual de Frascati: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT.

- Olarte, Z. (2017). *Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes, Perú].
- Ore Torres, J. (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.
- Paz, I. (2018). *El grafeno: posibilidades del grafeno en la arquitectura*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Poma, L. (2017). *Comparación de materiales compuestos a base de óxido de grafeno reducido para remover plomo de efluentes* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú].
- Ramos, G. (2017). *Efecto de la química superficial del óxido de grafeno en el desarrollo de aplicaciones* [Tesis de Doctorado, Universidad de Alicante, España].
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. ACI Perú.
- Rodríguez, C. & Vasilievna, K. (2008). Propiedades y aplicaciones del grafeno. *Ingenierías*, 11(38), 17-23. http://eprints.uanl.mx/10375/1/38_propiedades.pdf
- Rojas, J. (2015). *Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto F'c 210 Kg/cm² adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico*. Trujillo: s.n., 2015 [Tesis de licenciatura, Universidad Antenor Orrego, Perú].
- Rosas, O. & Silva, E. (2016). *Electrodos transparentes conductores basados en óxido de grafeno reducido para depósito electroquímico de óxidos semiconductores de intereses fotovoltaico* [Tesis de Maestría, Centro de investigación en materiales avanzados maestría en nanotecnología, México].
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* (5°. ed.). Bhandar Editores.

- Santosh, K., Raghvendra, K., & Arjun, S. (2018). Materials chemistry and the futurist eco-friendly applications of nanocellulose: Status and prospect. *Journal of Saudi Chemical Society*.
- Tobon, J., Restrepo, O. Jaime & Payá, J. (2007). Adición de nanopartículas al cemento portland. *Dyna*, 74(152), 277-291.
- Vega, J. (2018). *Principios y aplicaciones de la energía fotovoltaica y de las baterías*. Universidad Católica de Chile.
- Vela, L. & Yovera, R. (2016). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán, Perú].
- Villarino, A. (2011). *Ciencia y tecnología de los materiales*. Escuela Politécnica Superior de Ávila, España.
- Zarbin, A. & Oliveira, M. (2013). Nanoestructuras de carbono (nanotubos, grafeno): quo vadis? *Quimica Nova*, 36(10), 1533-1539.

5.2. Electrónicas

- http://www.calitat.com/pdf/la_calidad_en_la_construccion.pdf
- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/alpuche_s_r/capitulo2.pdf
- <http://www.canalconstruccion.com/control-calidad-obras-construccion.html>
- http://www.capeco.org/Downloads/RevistaCeI/2010/indices/rcei0310_242526.pdf
- <http://www.cmic.org/boletin/15nov04/iso.htm>
- <http://op-group.net/blog/?p=81>
- <http://www.opingenieria.com.ar/>
- http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/1_conceptos/1_conceptos.htm
- <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/caltotalmemo.htm>
- <http://www.ilo.org/public/spanish/dialogue/sector/techmeet/tmcit01/tmcitr.pdf>

IX. ANEXOS

ANEXO A Matriz de Consistencia
“MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F’C= 210 KG/CM2
AGREGANDO GRAFENO”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	Variable	Dimensión	Indicadores
Problema Principal: ¿Cómo optimizaría las propiedades mecánicas del concreto F’c = 210 kg/cm ² agregando grafeno?	Objetivo Principal: Optimizar las propiedades mecánicas del concreto F’c = 210 kg/cm ² agregando grafeno.	Hipótesis Principal: Con el agregado de grafeno optimiza las propiedades mecánicas del concreto F’c = 210 kg/cm ²	V. Independiente: GRAFENO	Dosificación del grafeno	<ul style="list-style-type: none"> • Peso • Granulometría • Porcentaje de grafeno de 0,1 %, 0.2%, 0.3% y 0.4%
Problemas Secundarios:	Objetivos Secundarios:	Hipótesis secundarias:			
P ₁ .- ¿Con la adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% aumentaría la resistencia a la compresión del concreto F’c = 210 kg/cm ² ?	O ₁ .- Aumentar la resistencia a la compresión del concreto F’c = 210 kg/cm ² con la adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%.	La adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% aumenta la resistencia a la compresión del concreto F’c = 210 kg/cm ² .			<ul style="list-style-type: none"> • Trabajabilidad • Consistencia • Resistencia a la compresión • Módulo de rotura
P ₂ .- ¿Con la incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% mejoraría la resistencia a flexión del concreto F’c = 210 kg/cm ² ?	O ₂ .- Mejorar la resistencia a flexión del concreto F’c = 210 kg/cm ² con la incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%.	La incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% mejora la resistencia a flexión del concreto F’c = 210 kg/cm ²	V. Dependiente: Propiedades Mecánicas del concreto	Resistencia Esfuerzo Flexión Tracción	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de elasticidad estático • Deformación unitaria • Compresión diametral • Edad del concreto (7, 14 y 28 días) • Densidad media • Temperatura
P ₃ .- ¿Con la incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% incrementaría la resistencia a tracción del concreto F’c = 210 kg/cm ² ?	O ₃ .- Incrementar la resistencia a tracción del concreto F’c = 210 kg/cm ² adicionando grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%.	La incorporación de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% incrementa la resistencia a tracción del concreto F’c = 210 kg/cm ²			

Fuente: *Elaboración propia.*

ANEXO B Matriz de operacionalización de variables

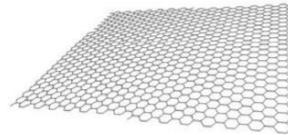
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
Grafeno	Según Grafenano, (2017) en su artículo menciona que. “El grafeno es un nanomaterial bidimensional, consistente en una sola capa de átomos de carbono. A pesar de ser tan fino y ligero, es el material más fuerte que se conoce en la naturaleza, [...]”. Está conformado por finísimas capas de un átomo de espesor, un claro ejemplo sería unas 100.000 veces más delgado que el cabello humano.	Se procederá a con agregar el grafeno a un diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para modificar las propiedades de éstos, se estudiarán sus propiedades modificadas mediante pruebas de compresión y flexión.	Dosificación del grafeno	Peso	kg	Razón
				Porcentaje añadido	%	
Propiedades Mecánicas del concreto	Las características del concreto pueden cambiar considerablemente, a través del control de sus ingredientes. Por lo tanto, para un elemento en específico, resulta viablemente económico usar un concreto que posea características necesarias, aunque presente deficiencias en otras. (Horszczaruk, 2019, p. 3)	Se procederá a adicionar grafeno en la mezcla de concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en las dosificaciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%, se hará ensayos de compresión y flexión a las probetas de concreto para determinar las propiedades mecánicas	Concreto en estado fresco	Trabajabilidad	Nominal	
				Consistencia	Nominal	
			Resistencia Esfuerzo Flexión Traccion	Resistencia a la compresión Módulo de rotura Módulo de elasticidad estático	kg/cm^2	
				Edad del concreto Deformación unitaria Densidad media Temperatura		

XFQ021 – Graphene Nanoplates

Graphene nanoplates made by XFNANO LLC consist of few monolayer graphene structures with features of low defect, low oxygen and high conductivity.

Technical Parameters

Product Name	Graphene nanoplates
Conductivity	800-1100 S/cm
Apparent density	0.09-0.13 g/cm ³
Tap Density	0.13-0.16 g/cm ³
Appearance	Black powder



Product Features

Low defect, low oxygen and high conductivity.

Easy to disperse in NMP, DMF, alcohol and other organic solvents, and dispersing agent needed for other aqueous solvents.

Application fields

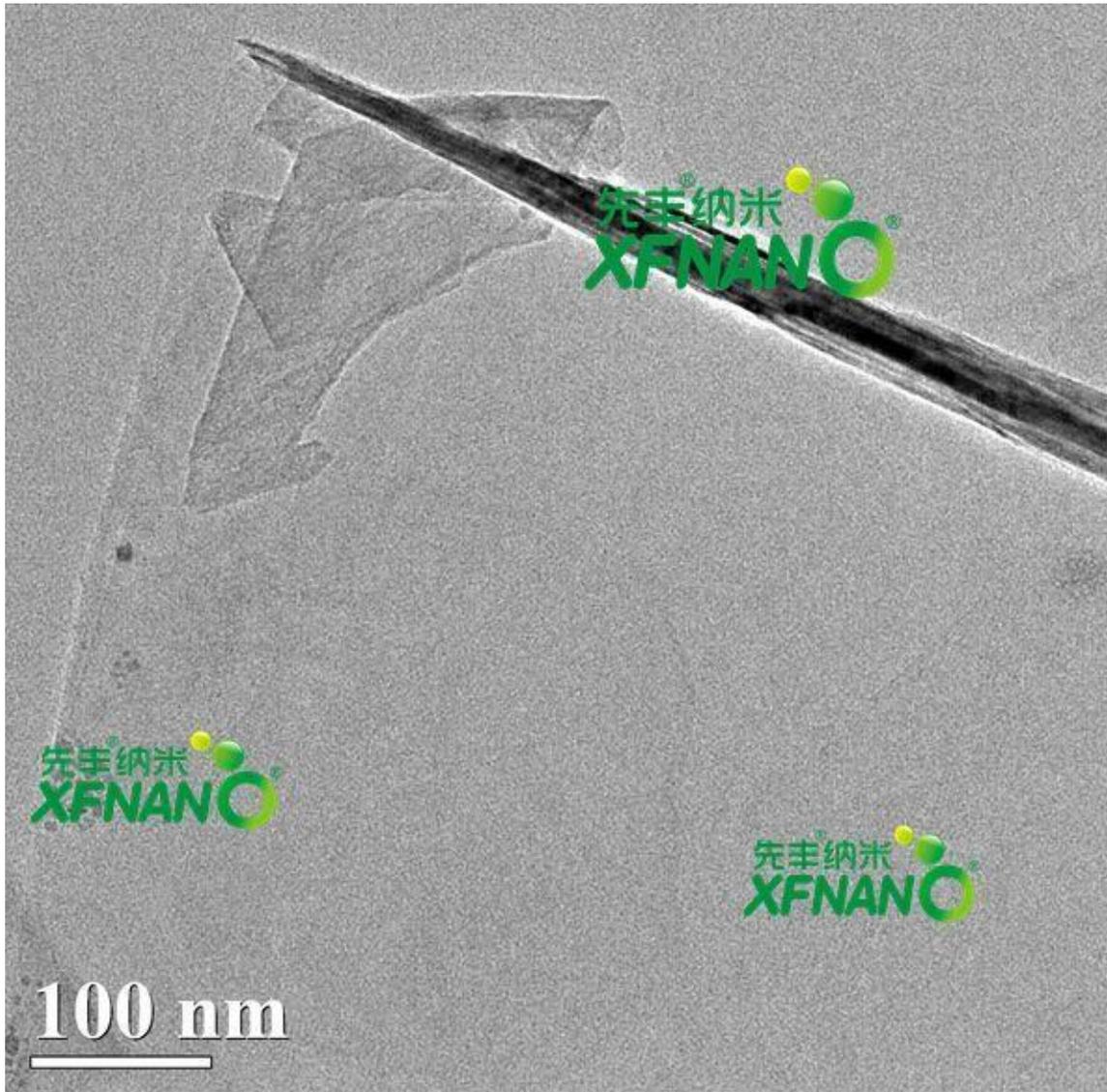
New energy battery, anti-static function, heat Elimination, mechanical strength enhancement, conductive composites, coating modifie, fundamental research of physics, electronic chip, antenna material, aeronautical and space technologies *etc.*

Disclaimer: XFNANO LLC believes that the information in this Technical Data Sheet is accurate and represents the best and most current information available to us. XFNANO Material makes no representations or warranties either express or implied, regarding the suitability of the material for any purpose or the accuracy of the information contained within this document. Accordingly, XFNANO Material will not be responsible for damages resulting from use of or reliance upon this information. Please do not use screenshots of any characteristic graphs in this report without permission.

02/08/2018 Ed.3

Jiangsu XFNANO Materials Tech Co., Ltd
Add: Research and Innovation Center Zifeng, Pukou District, Nanjing City, Jiangsu Province, China
E-mail: isale@xfnano.com
Fax: 025-68256991

Zip: for 210033
Tel: 025-69657069
<http://www.xfnano.com>



ANEXO D Panel Fotografico

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO DOCTORADO EN INGENIERÍA CIVIL	 Universidad Nacional Federico Villarreal
PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO	
AUTOR: LEOPOLDO CHOQUE FLORES	

	
FOTO N° 1 Tamizaje de agregado fino y grueso.	FOTO N° 2 Peso de agregado fino y grueso.
	
FOTO N° 3 Ensayo de peso unitario seco.	FOTO N° 4 Ensayo de peso unitario compactado.

Ensayo de materiales

Fuente: Elaboración propia



PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, AGREGANDO GRAFENO

AUTOR: LEOPOLDO CHOQUE FLORES



FOTO N° 5

Pesado de grafeno 0.50%.



FOTO N° 6

Peso de los agregados fino y grueso.



FOTO N° 7

Grafeno importado



FOTO N° 8

Vaciado en probetas.

Diseño de mezcla con 0.50% de grafeno.

Fuente: Elaboración propia



PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, AGREGANDO GRAFENO

AUTOR: LEOPOLDO CHOQUE FLORES



FOTO N° 9

Especímenes para ensayo a compresión



FOTO N° 10

Especímenes para ensayo a tracción



FOTO N° 11

especímenes para ensayo a flexión



FOTO N° 12

Vaciado en probetas.

Disposición de mezcla agregando grafeno.

Fuente: Elaboración propia



PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, AGREGANDO GRAFENO

AUTOR: LEOPOLDO CHOQUE FLORES



FOTO N° 13

Probeta para ensayo a compresión



FOTO N° 14

Enrazado.



Curado

FOTO N° 15

Medición de la mezcla con 0.40% de grafeno



FOTO N° 16

Curado de especímenes

slump y curado de especímenes

Fuente: Elaboración propia



PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, AGREGANDO GRAFENO

AUTOR: LEOPOLDO CHOQUE FLORES

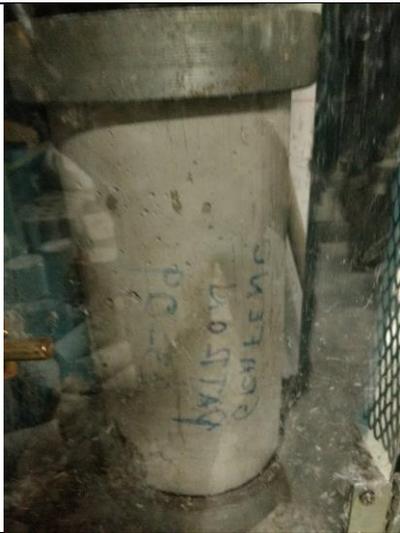


FOTO N° 17

Resistencia de la probeta patrón.



FOTO N° 18

Resistencia de la probeta patrón.



FOTO N° 19

Resistencia de la probeta con 0.30% de G.



FOTO N° 20

Resistencia de la probeta con 0.40% de G.

Resistencia a compresión

Fuente: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO DOCTORADO EN INGENIERÍA CIVIL	 Universidad Nacional Federico Villarreal
PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c= 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO	
AUTOR: LEOPOLDO CHOQUE FLORES	

	
FOTO N° 21 Ensayo a flexión	FOTO N° 22 Prisma para el ensayo a flexión
	
FOTO N° 23 Especímenes luego del ensayo a tracción.	FOTO N° 24 Prismas luego del ensayo a flexión

especímenes luego del ensayo a compresión, flexión y tracción.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO E Especificaciones del cemento



CEMENTO SOL

Descripción:

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techo.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajes, enchapes de mayólicas y otros materiales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.

Formato de distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

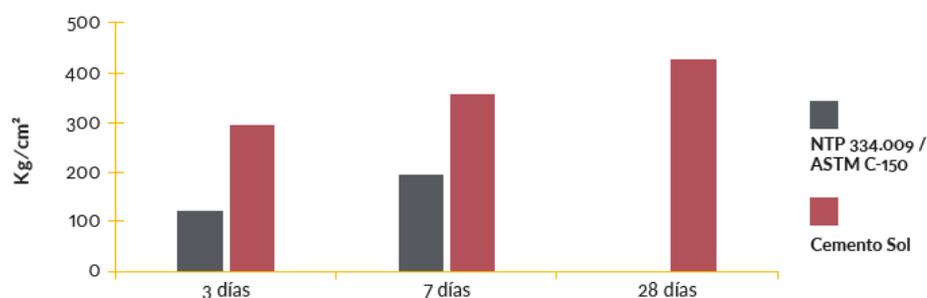
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm²/g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Especifica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	427	No especifica
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	13.15	No especifica
C ₃ S	%	53.60	No especifica
C ₃ A	%	9.66	No especifica
C ₄ AF	%	9.34	No especifica

ANEXO F Certificados de diseño de mezcla



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO	Codigo	UCV-LAB-CON-01
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO ASTM C134

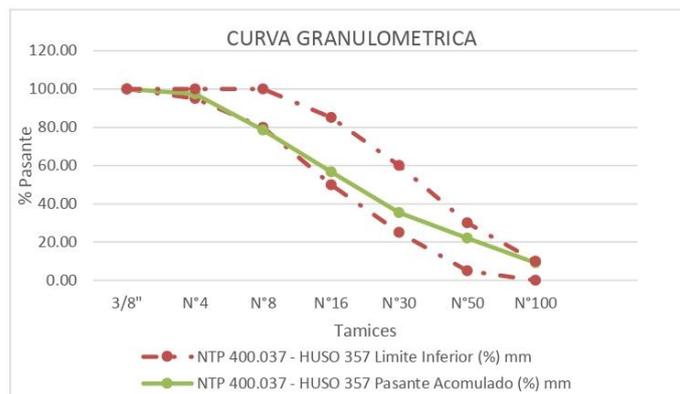
REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO	
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES	
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"	
UBICACIÓN : LIMA	Fecha de ensayo : 05-10-2020

MATERIAL: AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

PESO INICIAL HUMEDO (g) % W 1

PESO INICIAL SECO (g) MF 3.01

TAMIZ	MATERIAL		% ACUMULADO		ESPECIFICACIONES	
	Nº	Abertura	Peso Retenido (g)	% RETENIDO		RETENIDO
1 1/2"	37.5	0	0.0	0.0	100.0	
1"	25	0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.5	0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.5	0	0.0	0.0	100.0	100
Nº4	4.75	16.5	2.7	2.7	97.3	95 - 100
Nº8	2.36	117.2	18.8	21.5	78.5	80 - 100
Nº16	1.18	136.4	21.9	43.4	56.6	50 - 85
Nº30	0.59	131.5	21.1	64.6	35.4	25 - 60
Nº50	0.3	82.6	13.3	77.8	22.2	05 - 30
Nº100	0.15	80.7	13.0	90.8	9.2	0 - 10
fondo	0	57.1	9.2	100.0	0.0	
TOTAL		622	100.0			



OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Ingeniería civil - UCV - ATE

Revisado por: Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706 Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Aprobado por: Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813 Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos
---	---

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

Carretera Central Km 8.2, Ate Vitarte
☎ (01) 200 9030 Anexo: 8706



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO - ABSORCION - PESO UNITARIO AGREGADO FINO	Codigo	UCV-LAB-CON-02
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO ASTM C29 - ASTM C128

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"
UBICACIÓN : LIMA Fecha de ensayo : 05-10-2020

MATERIAL: AGREGADO FINO

CANTERA : TRAPICHE

PESO UNITARIO

N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3
1	PESO DEL RECIPIENTE	g	2363	2363	2363
2	PESO DEL RECIPIENTE+MUESTRA	g	6431	6428	6442
3	PESO DE LA MUESTRA	g	4068	4065	4079
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	cc	2760	2760	2760
CALCULO					
5	PESO UNITARIO SUELTO(P.U.S)	g/cc	1.474	1.473	1.478
6	PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.475		

N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3
1	PESO DEL RECIPIENTE	g	2363	2363	2363
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	g	7296	7298	7305
3	PESO DE LA MUESTRA	g	4933	4935	4942
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	cc	2760	2760	2760
CALCULO					
5	PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.787	1.788	1.791
6	PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.789		

PESO ESPECIFICO

N°	Datos	UND	M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	PSSS + Peso del Balon + Peso del Agua	gr	980.7	981.5	981.1
2	PSSS + Peso del Balon	gr	670.2	669.8	670
3	Peso del Agua	gr	310.5	311.7	311.1
4	PMSH + Peso del Balon	gr/cc	663.1	662.5	662.8
5	Peso del Balon N°2	gr/cc	170.2	169.8	170
6	PMSH + Peso del Balon	gr/cc	492.9	492.7	492.8
	Volumen de Balon (V=500)	cm3	497.5	498.2	497.85
CALCULO					
6	PESO ESPECIFICO DE LA MASA	gr/cm2	2.64	2.64	2.64
7	PESO ESPECIFICO DE MASA S S S	gr/cm2	2.67	2.68	2.68
8	PESO ESPECIFICO APARENTE	gr/cm2	2.74	2.75	2.74

ABSORCION

N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	PMSH + Peso del Balon	gr	663.1	662.5	662.8
2	Peso del Balon N°2	gr	170.2	169.8	170
3	PMSH + Peso del Balon	gr	492.9	492.7	492.8
CÁLCULO					
5	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN(%) $((500-A)/A*100)$	%	1.4	1.5	
6			1.5		

OBSERVACIONES

Prohibida la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita del area de Ingenieria civil - UCV -ATE

Revisado por:	Aprobado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
	
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO	Codigo	UCV-LAB-CON-03
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO ASTM C136

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"
UBICACIÓN : LIMA Fecha de ensayo : 05-10-2020

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA : TRAPICHE

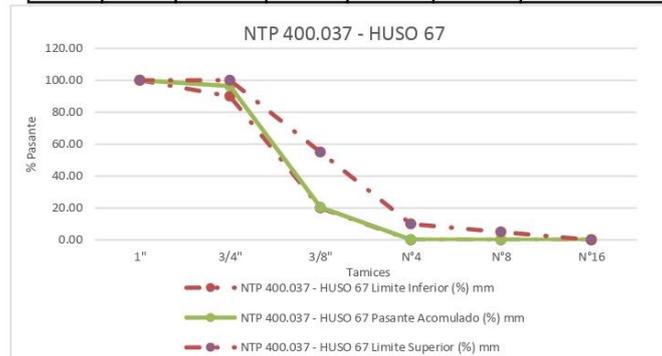
PESO INICIAL HUMEDO (g)

% W 0.1

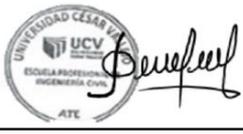
PESO INICIAL SECO (g)

MF 3.01

TAMIZ				% ACUMULADO		ESPECIFICACIONES
	Nº	Abertura(m m)	Peso Retenido (gr)	% RETENIDO	RETENIDO PASANTE	
4"	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
3 1/2"	90.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.00	151.00	3.53	3.53	96.47	90 - 100
1/2"	12.50	2012.00	47.05	50.58	49.42	-
3/8"	9.50	1236.00	28.90	79.48	20.52	20 - 55
Nº4	4.75	865.00	20.23	99.71	0.29	0 - 10
Nº8	2.36	8.60	0.20	99.91	0.09	0 - 5
Nº16	1.18	0.00	0.00	99.91	0.09	0 - 0
Nº30	0.59	0.00	0.00	99.91	0.09	
Nº50	0.30	0.00	0.00	99.91	0.09	
Nº100	0.15	0.00	0.00	99.91	0.09	
fondo	0.00	4.00	0.09	100.00	0.00	
TOTAL		4276.60	100.00			


OBSERVACIONES

Prohibida la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita del area de Ingenieria civil - UCV -ATE

Revisado por:	Aprobado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
 Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	 Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECIFICO - ABSORCION - PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO	Codigo	UCV-LAB-CON-04
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO ASTM C29 - ASTM C128

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, AGREGANDO GRAFENO"
UBICACIÓN : LIMA Fecha de ensayo : 05-10-2020

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA : TRAPICHE

PESO UNITARIO

N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3
1	PESO DEL RECIPIENTE	g	9800	9800	9800
2	PESO DEL RECIPIENTE+MUESTRA	g	30584	30568	30578
3	PESO DE LA MUESTRA	g	20784	20768	20778
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	cc	13950	13950	13950
CÁLCULO					
5	PESO UNITARIO SUELTO(P.U.S)	g/cc	1.490	1.489	1.489
6	PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/	1.489		

N°	DATOS	UND	M-1	M-2	M-3
1	PESO DEL RECIPIENTE	g	9800	9800	9800
2	PESO DEL RECIPIENTE+MUESTRA	g	32433	32451	32450
3	PESO DE LA MUESTRA	g	22633	22651	22650
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	cc	13950	13950	13950
CÁLCULO					
5	PESO UNITARIO COMPACTADO(P.U.C)	g/cc	1.622	1.624	1.624
6	PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.623		

PESO ESPECIFICO

N°	DATOS		UND	M-1	M-2	M-3
1	P_{MSH}	A	gr	2409	2478	
2	P_{SS}	B	gr	2436	2508	
3	P_{SS} SUMERGIDO + CANASTILLA	C	gr	1534	1578	
4	PESO DE LA CANASTILLA	D	gr	0	0	
5	P_{SS} SUMERGIDO	C-D	gr	1534	1578	
CÁLCULO						
5	PESO ESPECIFICO	$[(B-(C-D))*10]$	gr/cm ³	2.67	2.66	
6	PROMEDIO DE MUESTRAS		g/cm ³	2.67		

ABSORCION

N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	PESO DEL RECIPIENTE / TARA	A	gr	87	87	87
2	PESO DE TARA + P _{SSS}	B	gr	2523	2595	2559
3	P _{SSS}	B - A	gr	2436	2508	2472
4	P_{MSH}	C	gr	2409	2478	2443.5
CÁLCULO						
5	CONTENIDO DE ABSORCION	$((B-A)-C)/C$	%	1.1	1.2	1.2
6	PROMEDIO DE LAS MUESTRAS		%	1.2		

OBSERVACIONES

Prohibida la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita del area de Ingenieria civil - UCV-ATE

Revisado por:	Aprobado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
 	
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-05
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV
		Fecha	05/10/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO																												
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES																												
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"																												
UBICACIÓN : LIMA																												
Fecha de ensayo : 05-10-2020																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>P E g/cc</th> <th>M. FINEZA</th> <th>% HUMEDAD</th> <th>%ABSORCION</th> <th>PUS Kg/m³</th> <th>PUC Kg/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO : SOL TIPO I</td> <td>3.12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE</td> <td>2.64</td> <td>3.01</td> <td>1.0</td> <td>1.5</td> <td>1475.0</td> <td>1789.0</td> </tr> <tr> <td>A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE</td> <td>2.67</td> <td>6.82</td> <td>0.1</td> <td>1.2</td> <td>1489.4</td> <td>1623.3</td> </tr> </tbody> </table>	MATERIAL	P E g/cc	M. FINEZA	% HUMEDAD	%ABSORCION	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	CEMENTO : SOL TIPO I	3.12						AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0	A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1489.4	1623.3
MATERIAL	P E g/cc	M. FINEZA	% HUMEDAD	%ABSORCION	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³																						
CEMENTO : SOL TIPO I	3.12																											
AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0																						
A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1489.4	1623.3																						

MATERIALES :
A) VALORES DE DISEÑO

1 ASENTAMIENTO	3	pu/g
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
3 RELACION AGUA CEMENTO	0.56	
4 AGUA	205	
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0	
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.37	

B) ANALISIS DE DISEÑO

Peso del Cemento	366	Kg/m ³	8.6 bls/m ³
Volumen absoluto del cemento	0.1173	m ³	
Volumen absoluto de Agua	0.2050	m ³	
Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³	

VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS

Volumen Absoluto de Agregado Fin	0.2949	m ³
Volumen Absoluto de Agregado Gr	0.3651	m ³

C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ PESO SECO

CEMENTO	366	kg/m ³
AGUA	205	lt/m ³
AGREGADO FINO	778.5	kg/m ³
AGREGADO GRUESO	974.0	kg/m ³
GRAFENO (0% de peso de cemento)	0.0	kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2323.6	kg/m ³

D) CORRECCION POR HUMEDAD

AGREGADO FINO HUMEDO	786.32	kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO	974.94	kg/m ³

E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO	3.63	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO	10.38	Lts/m ³	14.01 Lts/m ³
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	219.01	Lts/m ³	

F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO

CEMENTO	366	kg/m ³
AGUA	219	lt/m ³
AGREGADO FINO	786.3	kg/m ³
AGREGADO GRUESO	974.9	kg/m ³
GRAFENO (0.0% de peso de cement)	0.00	kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2346.346	kg/m ³

G) CANTIDAD DE MATERIALES PARA LOS ENSAYOS (20 CILINDRICAS Y 6 CÚBICAS)

CEMENTO	68.61	kg
AGUA	41.05	lt
AGREGADO FINO	147.37	kg
AGREGADO GRUESO	182.72	kg
GRAFENO (0% de peso de cemento)	0	kg
		kg/m ³

PROPORCION DE DISEÑO	1	2.13	2.66
PROPORCION DE OBRA	1	2.15	2.66

Revisado por:	Aprobado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	 Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-010
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV
		Fecha	05/10/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO						
SOLICITANTE	: LEOPOLDO CHOQUE FLORES						
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"						
UBICACIÓN	: LIMA						
	Fecha de ensayo : 05-10-2020						
	MATERIAL	P E g/cc	M. FINEZA	% HUMEDAD	%ABSORCION	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³
	CEMENTO : SOL TIPO I	3.12					
	AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0
	A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1489.4	1623.3

MATERIALES :
A) VALORES DE DISEÑO

1 ASENTAMIENTO	3	pu/g
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
3 RELACION AGUA CEMENTO	0.56	
4 AGUA	205	
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0	
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.37	

B) ANALISIS DE DISEÑO

Peso del Cemento	366	Kg/m ³	8.6 bls/m ³
Volumen absoluto del cemento	0.1173	m ³	
Volumen absoluto de Agua	0.2050	m ³	
Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³	

VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS

Volumen Absoluto de Agregado Fin	0.2949	m ³
Volumen Absoluto de Agregado Gr	0.3651	m ³

c) CANTIDAD DE MATERIALES m3 PESO SECO

CEMENTO	366	kg/m ³
AGUA	205	lt/m ³
AGREGADO FINO	779	kg/m ³
AGREGADO GRUESO	974	kg/m ³
GRAFENO (0% de peso de cemento)	0.366	kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2323.9	kg/m ³

D) CORRECCION POR HUMEDAD

AGREGADO FINO HUMEDO	786.32	kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO	974.94	kg/m ³

E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO	3.63	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO	10.38	Lts/m ³	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	219.01	Lts/m ³	14.01 Lts/m ³

F) CANTIDAD DE MATERIALES m3 POR EN PESO HUMEDO

CEMENTO	366	kg/m ³
AGUA	219.0	lt/m ³
AGREGADO FINO	786.3	kg/m ³
AGREGADO GRUESO	974.9	kg/m ³
GRAFENO (0.1% de peso de cement)	0.366	kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2346.712	kg/m ³

G) CANTIDAD DE MATERIALES PARA LOS ENSAYOS (20 CILINDRICAS Y 6 CÚBICAS)

CEMENTO	68.61	kg
AGUA	41.05	lt
AGREGADO FINO	147.37	kg
AGREGADO GRUESO	182.72	kg
GRAFENO (0.1% de peso de cement)	0.060	kg

PROPORCION DE DISEÑO	1	2.13	2.66
PROPORCION DE OBRA	1	2.15	2.66

Revisado por:	Aprobado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalomino@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	 Mg. Luis V. Requis Carbajal - Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-015
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV
		Fecha	05/10/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO						
SOLICITANTE	: LEOPOLDO CHOQUE FLORES						
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"						
UBICACIÓN	: LIMA						
	Fecha de ensayo : 05-10-2020						
	MATERIAL	P E g/cc	M. FINEZA	% HUMEDAD	%ABSORCION	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³
	CEMENTO : SOL TIPO I	3.12					
	AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0
	A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1489.4	1623.3

MATERIALES :
A) VALORES DE DISEÑO

1 ASENTAMIENTO	3	pu/g
2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	
3 RELACION AGUA CEMENTO	0.56	
4 AGUA	205	
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0	
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.37	

B) ANALISIS DE DISEÑO

Peso del Cemento	366	Kg/m ³	8.6 bls/m ³
Volumen absoluto del cemento	0.1173	m ³	
Volumen absoluto de Agua	0.2050	m ³	
Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³	

VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS

Volumen Absoluto de Agregado Fin	0.2949	m ³
Volumen Absoluto de Agregado Gr	0.3651	m ³

c) CANTIDAD DE MATERIALES m³ PESO SECO

CEMENTO	366	kg/m ³
AGUA	205	lt/m ³
AGREGADO FINO	778.5	kg/m ³
AGREGADO GRUESO	974.0	kg/m ³
GRAFENO (0% de peso de cemento)	0.732	kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2324.3	kg/m ³

D) CORRECCION POR HUMEDAD

AGREGADO FINO HUMEDO	786.32	kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO	974.94	kg/m ³

E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO	3.63	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO	10.38	Lts/m ³	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	219.01	Lts/m ³	14.01 Lts/m ³

F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO

CEMENTO	366	kg/m ³
AGUA	219	lt/m ³
AGREGADO FINO	786.32	kg/m ³
AGREGADO GRUESO	974.94	kg/m ³
GRAFENO (0.2% de peso de cement)	0.732	kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2347.078	kg/m ³

G) CANTIDAD DE MATERIALES PARA LOS ENSAYOS (20 CILINDRICAS Y 6 CÚBICAS)

CEMENTO	68.61	kg
AGUA	41.05	lt
AGREGADO FINO	147.37	kg
AGREGADO GRUESO	182.72	kg
GRAFENO (0.2% de peso de cement)	0.140	kg

PROPORCION DE DISEÑO	1	2.13	2.66
PROPORCION DE OBRA	1	2.15	2.66

Revisado por:	Aprobado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalomino@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-020
		Revisión	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV
		Fecha	05/12/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO																												
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES																												
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"																												
UBICACIÓN : LIMA																												
Fecha de ensayo : 05-10-2020																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>P E g/cc</th> <th>M. FINEZA</th> <th>% HUMEDAD</th> <th>% ABSORCIÓN</th> <th>PUS Kg/m³</th> <th>PUC Kg/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO : SOL TIPO I</td> <td>3.12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE</td> <td>2.64</td> <td>3.01</td> <td>1.0</td> <td>1.5</td> <td>1475.0</td> <td>1789.0</td> </tr> <tr> <td>A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE</td> <td>2.67</td> <td>6.82</td> <td>0.1</td> <td>1.2</td> <td>1489.4</td> <td>1623.3</td> </tr> </tbody> </table>	MATERIAL	P E g/cc	M. FINEZA	% HUMEDAD	% ABSORCIÓN	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³	CEMENTO : SOL TIPO I	3.12						AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0	A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1489.4	1623.3
MATERIAL	P E g/cc	M. FINEZA	% HUMEDAD	% ABSORCIÓN	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³																						
CEMENTO : SOL TIPO I	3.12																											
AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0																						
A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1489.4	1623.3																						

MATERIALES :
A) VALORES DE DISEÑO

1 ASENTAMIENTO	3	pu/g
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"	
3 RELACION AGUA CEMENTO	0.56	
4 AGUA	205	
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0	
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.37	

B) ANALISIS DE DISEÑO

Peso del Cemento	366	Kg/m ³	8.6 bls/m ³
Volumen absoluto del cemento	0.1173	m ³	
Volumen absoluto de Agua	0.2050	m ³	
Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³	

VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS

Volumen Absoluto de Agregado Fin	0.2949	m ³	
Volumen Absoluto de Agregado Gr	0.3651	m ³	

c) CANTIDAD DE MATERIALES m³ PESO SECO

CEMENTO	366	kg/m ³	
AGUA	205	lt/m ³	
AGREGADO FINO	778.5	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO	974.0	kg/m ³	
GRAFENO (0% de peso de cemento)	1.098	kg/m ³	
PESO DE MEZCLA	2324.7	kg/m ³	

D) CORRECCION POR HUMEDAD

AGREGADO FINO HUMEDO	786.32	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO	974.94	kg/m ³	

E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO	3.63	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO	10.38	Lts/m ³	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	219.01	Lts/m ³	14.01 Lts/m ³

F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO

CEMENTO	366	kg/m ³	
AGUA	219	lt/m ³	
AGREGADO FINO	786.32	kg/m ³	
AGREGADO GRUESO	974.94	kg/m ³	
GRAFENO (0.3% de peso de cement)	1.098	kg/m ³	
PESO DE MEZCLA	2347.444	kg/m ³	

G) CANTIDAD DE MATERIALES PARA LOS ENSAYOS (20 CILINDRICAS Y 6 CÚBICAS)

CEMENTO	68.61	kg	
AGUA	41.05	lt	
AGREGADO FINO	147.37	kg	
AGREGADO GRUESO	182.72	kg	
GRAFENO (0.3% de peso de cement)	0.200	kg	
		kg/m ³	

PROPORCION DE DISEÑO	1	2.13	2.66
PROPORCION DE OBRA	1	2.15	2.66

Revisado por:	Aprobado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalomino@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-025
		Revisión	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV
		Fecha	05/10/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO						
SOLICITANTE	: LEOPOLDO CHOQUE FLORES						
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"						
UBICACIÓN	: LIMA						
	Fecha de ensayo : 05-10-2020						
	MATERIAL	P E g/cc	M. FINEZA	% HUMEDAD	% ABSORCIÓN	PUS Kg/m ³	PUC Kg/m ³
	CEMENTO : SOL TIPO I	3.12					
	AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0
	A. GRUESO GRUESO: CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1489.4	1623.3

MATERIALES :
A) VALORES DE DISEÑO

1 ASENTAMIENTO	3	pu/g
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"	
3 RELACION AGUA CEMENTO	0.56	
4 AGUA	205	
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0	
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.37	

B) ANALISIS DE DISEÑO

Peso del Cemento	366	Kg/m ³	8.6 bls/m ³
Volumen absoluto del cemento	0.1173	m ³	
Volumen absoluto de Agua	0.2050	m ³	
Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³	

VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS

Volumen Absoluto de Agregado Fin	0.2949	m ³
Volumen Absoluto de Agregado Gr	0.3651	m ³

c) CANTIDAD DE MATERIALES m³ PESO SECO

CEMENTO	366.1	kg/m ³
AGUA	205.0	lt/m ³
AGREGADO FINO	778.5	kg/m ³
AGREGADO GRUESO	974.0	kg/m ³
GRAFENO (0% de peso de cemento)	1.5	kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2325.0	kg/m ³

D) CORRECCION POR HUMEDAD

AGREGADO FINO HUMEDO	786.32	kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO	974.94	kg/m ³

E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO	3.63	Lts/m ³	
AGREGADO GRUESO	10.38	Lts/m ³	14.01 Lts/m ³
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	219.01	Lts/m ³	

F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO

CEMENTO	366	kg/m ³
AGUA	219	lt/m ³
AGREGADO FINO	786.3	kg/m ³
AGREGADO GRUESO	974.9	kg/m ³
GRAFENO (0.4% de peso de cement)	1.464	kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2347.810	kg/m ³

G) CANTIDAD DE MATERIALES PARA LOS ENSAYOS (20 CILINDRICAS Y 6 CÚBICAS)

CEMENTO	68.61	kg
AGUA	41.05	lt
AGREGADO FINO	147.37	kg
AGREGADO GRUESO	182.72	kg
GRAFENO (0.4% de peso de cement)	0.280	kg

PROPORCION DE DISEÑO	1	2.13	2.66
PROPORCION DE OBRA	1	2.15	2.66

Revisado por:	Aprobado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

ANEXO G Certificados de ensayos de rotura a la compresión



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Código	UCV-LAB-CON-026
		Revisión	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"
UBICACIÓN : LIMA Fecha de emisión 20/10/2020

PROBETAS: CILINDRICAS 6" X 12"

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	ÁREA (cm ²)	Carga Maxima (KN)	Carga de Rotura (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% de F'c
PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	289.39	29508.90	167.0000	210.00	79.52
PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	282.86	28842.74	163.2300	210.00	77.73
PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	284.28	28987.64	164.0500	210.00	78.12
PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	281.69	28723.82	162.5570	210.00	77.41
0.1 % GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	306.15	31218.12	176.6730	210.00	84.13
0.1 % GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	303.09	30906.24	174.9080	210.00	83.29
0.1 % GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	305.85	31187.02	176.4970	210.00	84.05
0.1 % GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	309.52	31561.27	178.6150	210.00	85.05
0.2% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	316.53	32276.38	182.6620	210.00	86.98
0.2% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	318.12	32438.59	183.5800	210.00	87.42
0.2% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	323.21	32957.55	186.5170	210.00	88.82
0.2% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	314.94	32114.16	181.7440	210.00	86.54
0.3% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	333.28	33984.53	192.3290	210.00	91.59
0.3% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	336.99	34362.50	194.4680	210.00	92.60
0.3% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	340.36	34706.18	196.4130	210.00	93.53
0.3% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	336.65	34328.22	194.2740	210.00	92.51
0.4% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	355.34	36234.46	205.0620	210.00	97.65
0.4% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	349.06	35593.74	201.4360	210.00	95.92
0.4% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	333.00	33956.09	192.1680	210.00	91.51
0.4% GRAFENO	12/10/2020	19/10/2020	7	176.70	348.71	35558.22	201.2350	210.00	95.83

OBSERVACIONES

- * *Nose observaron fallas atípicas en las roturas*
- * *El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de napremo como material fefrentante*
- * *Prohibido la reproduccion parcial si total de este documento sin la utorizacion escrita del area de Ingenieria Civil UCV - ATE*

Revisado por: Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Elaborado por: Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-027
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"
UBICACIÓN : UMA Fecha de emisión: 27/10/2020

PROBETAS: CILINDRICAS 6" X 12"

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	ÁREA (cm ²)	Carga Maxima (KN)	Carga de Rotura (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% de F'c
PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	330.28	33679.02	190.6000	210.00	90.76
PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	324.44	33083.54	187.2300	210.00	89.16
PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	326.07	33248.93	188.1660	210.00	89.60
PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	319.55	32584.01	184.4030	210.00	87.81
0.1% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	350.19	35709.13	202.0890	210.00	96.23
0.1% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	344.77	35156.23	198.9600	210.00	94.74
0.1% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	343.05	34980.42	197.9650	210.00	94.27
0.1% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	347.13	35397.25	200.3240	210.00	95.39
0.2% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	370.07	37736.23	213.5610	210.00	101.70
0.2% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	368.21	37546.81	212.4890	210.00	101.19
0.2% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	366.74	37396.61	211.6390	210.00	100.78
0.2% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	369.16	37642.75	213.0320	210.00	101.44
0.3% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	382.31	38983.73	220.6210	210.00	105.06
0.3% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	380.39	38788.83	219.5180	210.00	104.53
0.3% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	382.05	38957.58	220.4730	210.00	104.99
0.3% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	383.53	39108.48	221.3270	210.00	105.39
0.4% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	398.25	40609.72	229.8230	210.00	109.44
0.4% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	398.22	40606.90	229.8070	210.00	109.43
0.4% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	396.23	40403.87	228.6580	210.00	108.88
0.4% GRAFENO	12/10/2020	26/10/2020	14	176.70	397.60	40543.11	229.4460	210.00	109.26

OBSERVACIONES

* Nose observaron fallas atipicas en las roturas

*El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de napremo como material fefrentante

* Prohibido la reproduccion parcial si total de este documento sin la utORIZACION escrita del area de Ingenieria Civil UCV - ATE

Revisado por:	Elaborado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	 Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-028
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm2, AGREGANDO GRAFENO"
UBICACIÓN : UMA
Fecha de emisor 10/11/2020

PROBETAS: CILINDRICAS 6" X 12"

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	ÁREA (cm ²)	Carga Maxima (KN)	Carga de Rotura (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% de F'c
PATRON	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	367.92	37516.94	212.3200	210.00	101.10
PATRON	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	367.30	37453.16	211.9590	210.00	100.93
PATRON	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	364.25	37142.34	210.2000	210.00	100.10
PATRON	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	364.98	37216.73	210.6210	210.00	100.30
0.1% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	382.93	39047.17	220.9800	210.00	105.23
0.1% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	376.03	38344.25	217.0020	210.00	103.33
0.1% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	379.80	38727.69	219.1720	210.00	104.37
0.1% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	381.40	38890.96	220.0960	210.00	104.81
0.2% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	420.64	42892.69	242.7430	210.00	115.59
0.2% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	432.34	44085.41	249.4930	210.00	118.81
0.2% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	431.04	43953.24	248.7450	210.00	118.45
0.2% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	411.30	41940.45	237.3540	210.00	113.03
0.3% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	466.41	47560.22	269.1580	210.00	128.17
0.3% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	449.97	45882.98	259.6660	210.00	123.65
0.3% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	447.54	45635.25	258.2640	210.00	122.98
0.3% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	436.66	44525.75	251.9850	210.00	119.99
0.4% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	489.35	49899.20	282.3950	210.00	134.47
0.4% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	486.90	49649.70	280.9830	210.00	133.80
0.4% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	495.58	50534.79	285.9920	210.00	136.19
0.4% GRAFENO	12/10/2020	09/11/2020	28	176.70	490.58	50023.95	283.1010	210.00	134.81

OBSERVACIONES

* Nose observaron fallas atipicas en las roturas

*El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de napremo como material fefrentante

* Prohibido la reproduccion parcial si total de este documento sin la utorizacion escrita del area de Ingenieria Civil UCV - ATE

Revisado por:	Elaborado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
	
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

ANEXO H Certificados de ensayos de rotura a la flexion



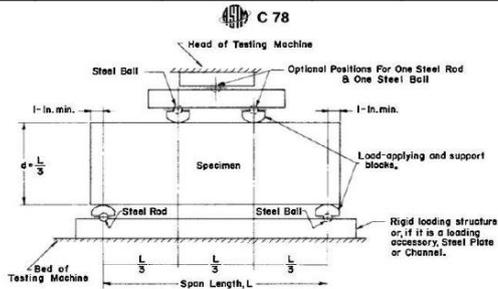
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO FLEXIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-029
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C78

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm2, AGREGANDO GRAFENO"
UBICACIÓN : LIMA Fecha de emision 21/10/2020

PROBETAS: PRISMAS DE CONCRETO ENDURECIDO F'c de diseño : 210 kg/cm2

MUESTRAS	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RORURA	EDAD DE PROBETA	UBICACION DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	Carga de Rotura (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)
V-PATRON	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	14.1954	19.30
V-PATRON	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	13.9011	18.90
V-PATRON	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	13.9747	19.00
0.1 % GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	14.6367	19.90
0.1 % GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	14.4160	19.60
0.1 % GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	14.5631	19.80
0.2% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	15.5928	21.20
0.2% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	15.6664	21.30
0.2% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	15.8870	21.60
0.3% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	16.6961	22.70
0.3% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	16.9167	23.00
0.3% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	17.0638	23.20
0.4% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	18.5349	25.20
0.4% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	18.2407	24.80
0.4% GRAFENO	13/10/2020	20/10/2020	7	TERCIO MEDIO	45.00	18.6084	25.30



OBSERVACIONES

* Nose observaron fallas atipicas en las roturas

* Prohibida la reproduccion parcial si total de este documento sin la utorizacion escrita del area de Ingenieria Civil UCV - ATE

Revisado por:	Elaborado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
	
Responsable (e) Laboratorios Ingenieria Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

Carretera Central Km 8.2, Ate Vitarte
L. (01) 200 9030 Anexo: 8706



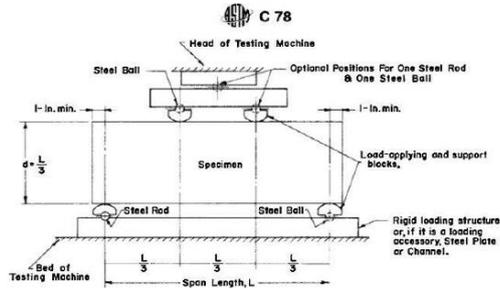
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO FLEXIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-030
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C78

REFERENCIA : DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO	
SOLICITANTE : LEOPOLDO CHOQUE FLORES	
TESIS : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"	
UBICACIÓN : UMA	Fecha de emisión 11/11/2020

PROBETAS: PRISMAS DE CONCRETO ENDURECIDO F'c de diseño : 210 kg/cm²

MUESTRAS	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RORURA	EDAD DE PROBETA	UBICACION DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	Carga de Rotura (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)
V-PATRON	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	29.1998	39.70
V-PATRON	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	29.1262	39.60
V-PATRON	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	28.9056	39.30
0.1% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	29.5675	40.20
0.1% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	29.0527	39.50
0.1% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	29.3469	39.90
0.2% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	30.6708	41.70
0.2% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	29.4204	40.00
0.2% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	31.4063	42.70
0.3% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	32.0683	43.60
0.3% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	31.5534	42.90
0.3% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	31.3327	42.60
0.4% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	32.9509	44.80
0.4% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	32.6567	44.40
0.4% GRAFENO	13/10/2020	10/11/2020	28	TERCIO MEDIO	45.00	32.8038	44.60


OBSERVACIONES
** No se observaron fallas atípicas en las roturas*
** Prohibido la reproducción parcial si total de este documento sin la autorización escrita del área de Ingeniería Civil UCV - ATE*

Revisado por:	Elaborado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

ANEXO I Certificados de ensayos de rotura a tracción



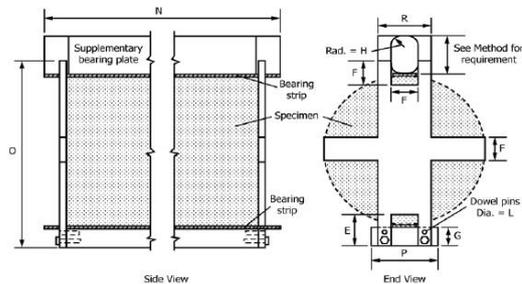
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO TRACCIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Código	UCV-LAB-CON-031
		Revision	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C496/C496M-17

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO		
SOLICITANTE	: LEOPOLDO CHOQUE FLORES		
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm ² , AGREGANDO GRAFENO"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión	: 22/10/2020

PROBETAS: CILINDRICA F'c de diseño : 210 kg/cm²

MUESTRAS	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RORURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MAXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PATRON	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.77	14407.61	20.70
PATRON	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.77	14059.60	20.20
PATRON	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.80	14157.90	20.30
0.1% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.79	14705.91	21.10
0.1% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.83	14605.91	20.90
0.1% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.80	14785.59	21.20
0.2% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.84	15315.08	21.90
0.2% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.82	15364.27	22.00
0.2% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.82	15643.62	22.40
0.3% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.86	16946.32	24.20
0.3% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.84	17133.30	24.50
0.3% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.84	17273.17	24.70
0.4% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.80	18063.53	25.90
0.4% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.81	17656.99	25.30
0.4% GRAFENO	14/10/2020	21/10/2020	7	30	14.83	18030.26	25.80



OBSERVACIONES

* *Nose observaron fallas atípicas en las roturas*

* *Prohibido la reproducción parcial si total de este documento sin la autorización escrita del area de Ingeniería Civil UCV - ATE*

Revisado por:	Elaborado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 76748 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

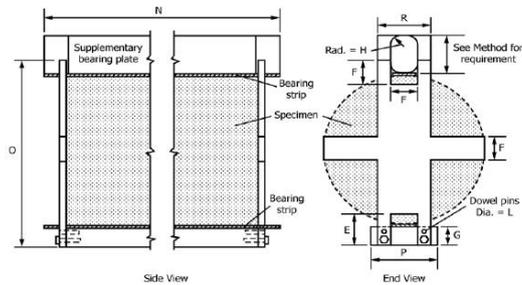
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO TRACCIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO	Codigo	UCV-LAB-CON-032
		Revisión	1
		Aprobado	LB-LRC-UCV

**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C496/C496M-17**

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO DE CONCRETO
SOLICITANTE	: LEOPOLDO CHOQUE FLORES
TESIS	: "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, AGREGANDO GRAFENO"
UBICACIÓN	: UMA
Fecha de emisión	12/11/2020

PROBETAS: CILINDRICA F_c de diseño : 210 kg/cm²

MUESTRAS	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RORURA	EDAD DE PROBETA (DIAS)	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MAXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PATRON	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.83	28652.74	41.00
PATRON	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.86	28640.68	40.90
PATRON	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.84	28392.33	40.60
0.1 % GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.87	29220.53	41.70
0.1 % GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.86	28640.68	40.90
0.1 % GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.85	28971.30	41.40
0.2% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.90	29911.42	42.60
0.2% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.87	28659.95	40.90
0.2% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.88	30572.47	43.60
0.3% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.83	30749.28	44.00
0.3% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.85	30300.90	43.30
0.3% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.86	31091.59	44.40
0.4% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.87	32443.90	46.30
0.4% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.89	32206.87	45.90
0.4% GRAFENO	14/10/2020	11/11/2020	28	30	14.88	32325.48	46.10



OBSERVACIONES

* *Nose observaron fallas atípicas en las roturas*

* *Prohibido la reproducción parcial si total de este documento sin la autorización escrita del área de Ingeniería Civil UCV - ATE*

Revisado por:	Elaborado por:
Dr. Justiniano Palomino Quispe DNI 21866889 jpalominoq@ucv.edu.pe (01) 200 9030 Anexo: 8706	 Mg. Luis V. Requis Carbajal Ingeniero Civil CIP 767 48 DNI 04067813
Responsable (e) Laboratorios Ingeniería Civil Campus Ate	Especialista Laboratorio de Concreto y Mecánica de suelos

ANEXO J Informe uso de Laboratorio

"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME N° 011-2020-UCV-VA-P16-F05L03/CCP

A : Dr. Augusto Lopez Paredes
Director General de UCV-Ate

CC : Mg. Percy Ruben Bravo Baldeon
Secretario académico - Campus Ate

DE : Mg. Leopoldo Choque Flores
Coordinador de la EP de Ingeniería Civil-Filial Lima-Campus Ate

ASUNTO : Informe uso de laboratorio

FECHA : 28 de Enero del 2020

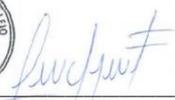


Estimado Dr. Augusto Lopez Paredes , es grato dirigirme a usted y saludarlo cordialmente, sirva el presente para informar que considerando que vuestra universidad fomenta y alienta la investigación en la docencia universitaria factor fundamental en el desarrollo académico, mi persona ha emprendido los ensayos experimentantes del proyecto *MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, AGREGANDO GRAFENO*, haciendo uso de los equipos normalizados del laboratorio de mecánica de suelos y concreto, se considerara para el tratamiento, análisis de información así como la difusión a través de una tesis doctoral – del post grado (doctorado en ingeniería civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal) y de corresponder la publicación del artículo científico con la filiación docente - UCV.

Es todo cuanto tengo que informar a usted.

Atentamente,




Mg. Leopoldo Choque Flores
Coordinador de la EP de Ing. Civil
UCV – ATE

ANEXO K Análisis estadístico de los resultados a 7 y 14 días

2. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la compresión

2.1. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la compresión al día 7 de evaluación

2.1.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

H1. No existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la compresión del diseño analizado en el día 7 de evaluación.

H0. Existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la compresión del diseño analizado en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05, 5% de margen de error o 95% de confiabilidad

Consideraciones para la interpretación

Si $\text{Sig.} < 0,05$ la H0 se rechaza.

Si $\text{Sig.} > 0,05$ la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. Pruebas de normalidad de la resistencia a la compresión del concreto en el día 7 de evaluación

Diseño	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Muestra patrón	0,885	4	0,359
Concreto con 0,1% de grafeno	0,960	4	0,779
Concreto con 0,2% de grafeno	0,919	4	0,529
Concreto con 0,3% de grafeno	0,964	4	0,806
Concreto con 0,4% de grafeno	0,874	4	0,313

Fuente. Elaboración propia

En la tabla de la prueba de Shapiro-Wilk se aprecia que para todos los diseños evaluados hay significancias superiores a 0,05. Por lo cual para cada diseño no se rechaza la hipótesis nula. Ello indica que existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la compresión de todos los diseños analizados.

2.1.2. Prueba de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. No existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la compresión en el día 7 de evaluación

H0. Existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la compresión en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si $\text{Sig.} < 0,05$ la H0 se rechaza.

Si $\text{Sig.} > 0,05$ la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la compresión del concreto en el día 7 de evaluación

	Estadístico de			
	Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	1,988	4	15	0,148

Se basa en la mediana	0,731	4	15	0,585
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,731	4	5,209	0,607
Se basa en la media recortada	1,772	4	15	0,187

Fuente. Elaboración propia

En la tabla de la prueba de Levene se observa que la significancia fue 0,148. Lo cual al ser superior a 0,05 indica que existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la compresión. Por lo cual se puede utilizar la prueba paramétrica de ANOVA para evaluar si al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

2.1.3. Prueba de ANOVA

H1: Al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

H0: Los diseños no son diferentes entre sí de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si $\text{Sig.} < 0,05$ la H0 se rechaza.

Si $\text{Sig.} > 0,05$ la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la compresión del concreto en el día 7 de evaluación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3231,996	4	807,999	93,117	0,000
Dentro de grupos	130,159	15	8,677		
Total	3362,154	19			

Fuente. Elaboración propia

En la tabla de la prueba de ANOVA se aprecia una significancia de 0,000. Ello indica que, al ser menor que 0,05, se rechaza la H0. Por lo cual al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación. Para conocer qué diseño o diseños son diferentes y en qué medida, se utilizó la prueba de Post-Hoc de HDS Tukey.

2.1.4. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey

Tabla. Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la compresión del concreto en el día 7 de evaluación

Diseño	Diseños	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	Concreto con 0,1% de grafeno	-12,464000*	2,082935	0,000	-18,89595	-6,03205

Muestra patrón	Concreto con 0,2% de grafeno	-19,416500*	2,082935	0,000	-25,84845	-12,98455
	Concreto con 0,3% de grafeno	-30,161750*	2,082935	0,000	-36,59370	-23,72980
	Concreto con 0,4% de grafeno	-35,766000*	2,082935	0,000	-42,19795	-29,33405
Concreto con 0,1% de grafeno	Muestra patrón	12,464000*	2,082935	0,000	6,03205	18,89595
	Concreto con 0,2% de grafeno	-6,952500*	2,082935	0,031	-13,38445	-0,52055
	Concreto con 0,3% de grafeno	-17,697750*	2,082935	0,000	-24,12970	-11,26580
	Concreto con 0,4% de grafeno	-23,302000*	2,082935	0,000	-29,73395	-16,87005
Concreto con 0,2% de grafeno	Muestra patrón	19,416500*	2,082935	0,000	12,98455	25,84845
	Concreto con 0,1% de grafeno	6,952500*	2,082935	0,031	0,52055	13,38445
	Concreto con 0,3% de grafeno	-10,745250*	2,082935	0,001	-17,17720	-4,31330
	Concreto con 0,4% de grafeno	-16,349500*	2,082935	0,000	-22,78145	-9,91755
Concreto con 0,3% de grafeno	Muestra patrón	30,161750*	2,082935	0,000	23,72980	36,59370
	Concreto con 0,1% de grafeno	17,697750*	2,082935	0,000	11,26580	24,12970
	Concreto con 0,2% de grafeno	10,745250*	2,082935	0,001	4,31330	17,17720
	Concreto con 0,4% de grafeno	-5,604250	2,082935	0,103	-12,03620	0,82770
Concreto con 0,4% de grafeno	Muestra patrón	35,766000*	2,082935	0,000	29,33405	42,19795
	Concreto con 0,1% de grafeno	23,302000*	2,082935	0,000	16,87005	29,73395
	Concreto con 0,2% de grafeno	16,349500*	2,082935	0,000	9,91755	22,78145
	Concreto con 0,3% de grafeno	5,604250	2,082935	0,103	-0,82770	12,03620

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

La prueba de Post-Hoc de comparaciones múltiples de HSD Tukey indica que solo no existen diferencias significativas entre los diseños de concreto con 0,3% de grafeno y concreto con 0,4% de grafeno (Sig>0,05). En todas las demás comparaciones sí existen diferencias significativas (Sig<0,05).

Tabla. *Medias de las resistencias a la compresión del concreto en el día 7 de evaluación de acuerdo a la prueba HSD Tukey*

Diseño	N	1	2	3	4
Muestra patrón	4	164,21			
Concreto con 0,1% de grafeno	4		176,67		
Concreto con 0,2% de grafeno	4			183,63	
Concreto con 0,3% de grafeno	4				194,37
Concreto con 0,4% de grafeno	4				199,98

Fuente. Elaboración propia

En la tabla se aprecian los promedios de resistencias a la compresión del concreto en el día 7 de evaluación de acuerdo a la adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% y al grupo patrón. Ello demuestra que la adición de grafeno aumenta de forma significativa la resistencia a la compresión del concreto $F^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con la muestra patrón. Por su parte los diseños con 0,3% y 0,4% de grafeno, son los que tienen mayor rendimiento por igual.

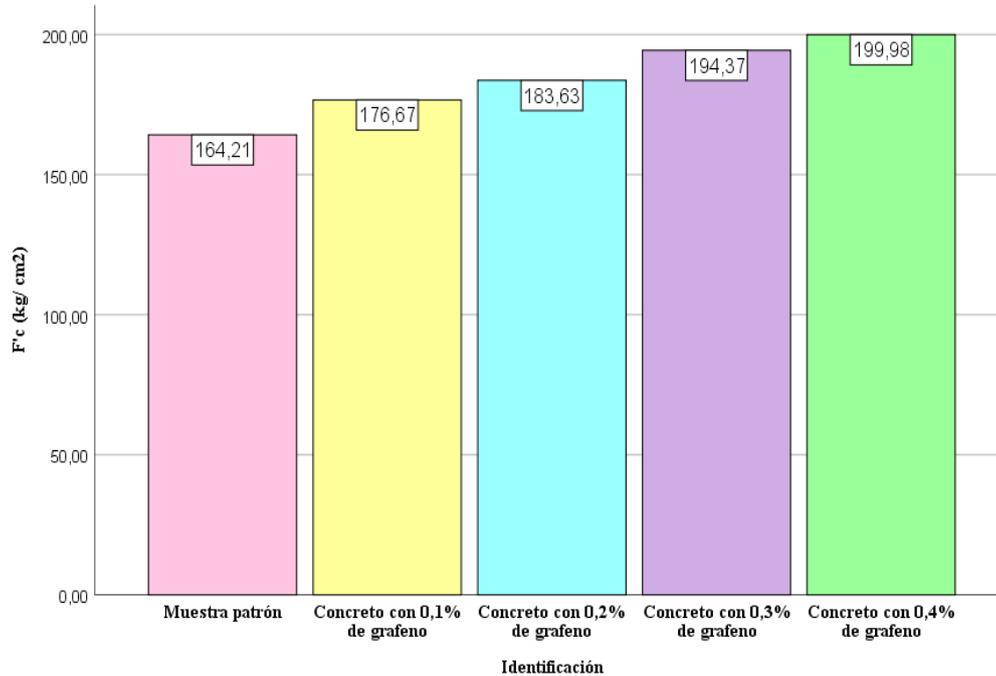


Figura. Medias de las resistencias a la compresión del concreto en el día 7 de evaluación
Fuente. Elaboración propia

En la figura se aprecia que, descriptivamente, el mayor de los promedios de resistencias a la compresión del concreto en el día 7, es para el concreto con 0,4% de adición de grafeno, con un promedio de 199,98 kg/cm². Mientras que en menor medida se encuentra la muestra patrón, con 164,21 kg/cm².

2.2. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la compresión al día 14 de evaluación

2.2.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

H1. No existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la compresión del diseño analizado en el día 14 de evaluación.

H0. Existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la compresión del diseño analizado en el día 14 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. Pruebas de normalidad de la resistencia a la compresión del concreto en el día 14 de evaluación

Diseño	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Muestra patrón	0,990	4	0,960
Concreto con 0,1% de grafeno	0,978	4	0,890
Concreto con 0,2% de grafeno	0,986	4	0,935

Concreto con 0,3% de grafeno	0,967	4	0,822
Concreto con 0,4% de grafeno	0,830	4	0,167

Fuente. Elaboración propia

En la tabla se observa que para todos los diseños evaluados hay significancias superiores a 0,05. Por lo cual para cada diseño no se rechaza la hipótesis nula. Ello quiere decir que existe distribución normal de los valores de resistencia a la compresión de todos los diseños analizados en el día 14 de evaluación.

2.2.2. Prueba de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. No existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la compresión en el día 14 de evaluación.

H0. Existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la compresión en el día 14 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la compresión del concreto en el día 14 de evaluación

	Estadístico de			
	Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	2,156	4	15	0,124
Se basa en la mediana	2,087	4	15	0,133
Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,087	4	6,509	0,193
Se basa en la media recortada	2,160	4	15	0,123

Fuente. Elaboración propia

En la tabla se observa que la significancia fue 0,124. Lo cual es superior a 0,05, de manera que indica que existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la compresión en el día 14 de evaluación. De manera que se puede utilizar la prueba de ANOVA para evaluar si al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 14 de evaluación.

2.2.3. Prueba de ANOVA

H1: Al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 14 de evaluación.

H0: Los diseños no son diferentes entre sí de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 14 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.
 Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.
Estadístico

Tabla. Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la compresión del concreto en el día 14 de evaluación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4399,532	4	1099,883	487,596	0,000
Dentro de grupos	33,836	15	2,256		
Total	4433,368	19			

En la tabla de la prueba de ANOVA se aprecia una significancia de 0,000. Ello indica que, al ser menor que 0,05, se rechaza la H0. Por lo cual al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 14 de evaluación. Para determinar qué diseño o diseños son diferentes y en qué medida, se empleó la prueba de Post-Hoc de HDS Tukey.

2.2.4. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey

Tabla. Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la compresión del concreto en el día 14 de evaluación

Diseño	Diseños	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Concreto con 0,1% de grafeno	-12,234750*	1,062009	0,000	-15,51415	-8,95535
	Concreto con 0,2% de grafeno	-25,080500*	1,062009	0,000	-28,35990	-21,80110
	Concreto con 0,3% de grafeno	-32,885000*	1,062009	0,000	-36,16440	-29,60560
	Concreto con 0,4% de grafeno	-41,833750*	1,062009	0,000	-45,11315	-38,55435
Concreto con 0,1% de grafeno	Muestra patrón	12,234750*	1,062009	0,000	8,95535	15,51415
	Concreto con 0,2% de grafeno	-12,845750*	1,062009	0,000	-16,12515	-9,56635
	Concreto con 0,3% de grafeno	-20,650250*	1,062009	0,000	-23,92965	-17,37085
	Concreto con 0,4% de grafeno	-29,599000*	1,062009	0,000	-32,87840	-26,31960
Concreto con 0,2% de grafeno	Muestra patrón	25,080500*	1,062009	0,000	21,80110	28,35990
	Concreto con 0,1% de grafeno	12,845750*	1,062009	0,000	9,56635	16,12515
	Concreto con 0,3% de grafeno	-7,804500*	1,062009	0,000	-11,08390	-4,52510
	Concreto con 0,4% de grafeno	-16,753250*	1,062009	0,000	-20,03265	-13,47385
Concreto con 0,3% de grafeno	Muestra patrón	32,885000*	1,062009	0,000	29,60560	36,16440
	Concreto con 0,1% de grafeno	20,650250*	1,062009	0,000	17,37085	23,92965
	Concreto con 0,2% de grafeno	7,804500*	1,062009	0,000	4,52510	11,08390
	Concreto con 0,4% de grafeno	-8,948750*	1,062009	0,000	-12,22815	-5,66935
	Muestra patrón	41,833750*	1,062009	0,000	38,55435	45,11315
	Concreto con 0,1% de grafeno	29,599000*	1,062009	0,000	26,31960	32,87840

Concreto con 0,4% de grafeno	Concreto con 0,2% de grafeno	16,753250*	1,062009	0,000	13,47385	20,03265
	Concreto con 0,3% de grafeno	8,948750*	1,062009	0,000	5,66935	12,22815

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.
Fuente. Elaboración propia

Interpretación

La prueba de Post-Hoc de comparaciones múltiples de HDS Tukey muestra que en todas las comparaciones de los diseños existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia ($Sig < 0,05$).

Tabla. Medias de las resistencias a la compresión del concreto en el día 14 de evaluación de acuerdo a la prueba HSD Tukey

Diseño	1	2	3	4	5	
Muestra patrón	4	187,60				
Concreto con 0,1% de grafeno	4		199,83			
Concreto con 0,2% de grafeno	4			212,68		
Concreto con 0,3% de grafeno	4				220,48	
Concreto con 0,4% de grafeno	4					229,43

Fuente. Elaboración propia

En la tabla se aprecian los promedios de resistencias a la compresión del concreto en el día 14 de evaluación de acuerdo a la adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% y al grupo patrón. Ello demuestra que la adición de grafeno aumenta de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con la muestra patrón. A su vez, el diseño 0,4% de grafeno es el que mejor rendimiento tiene.

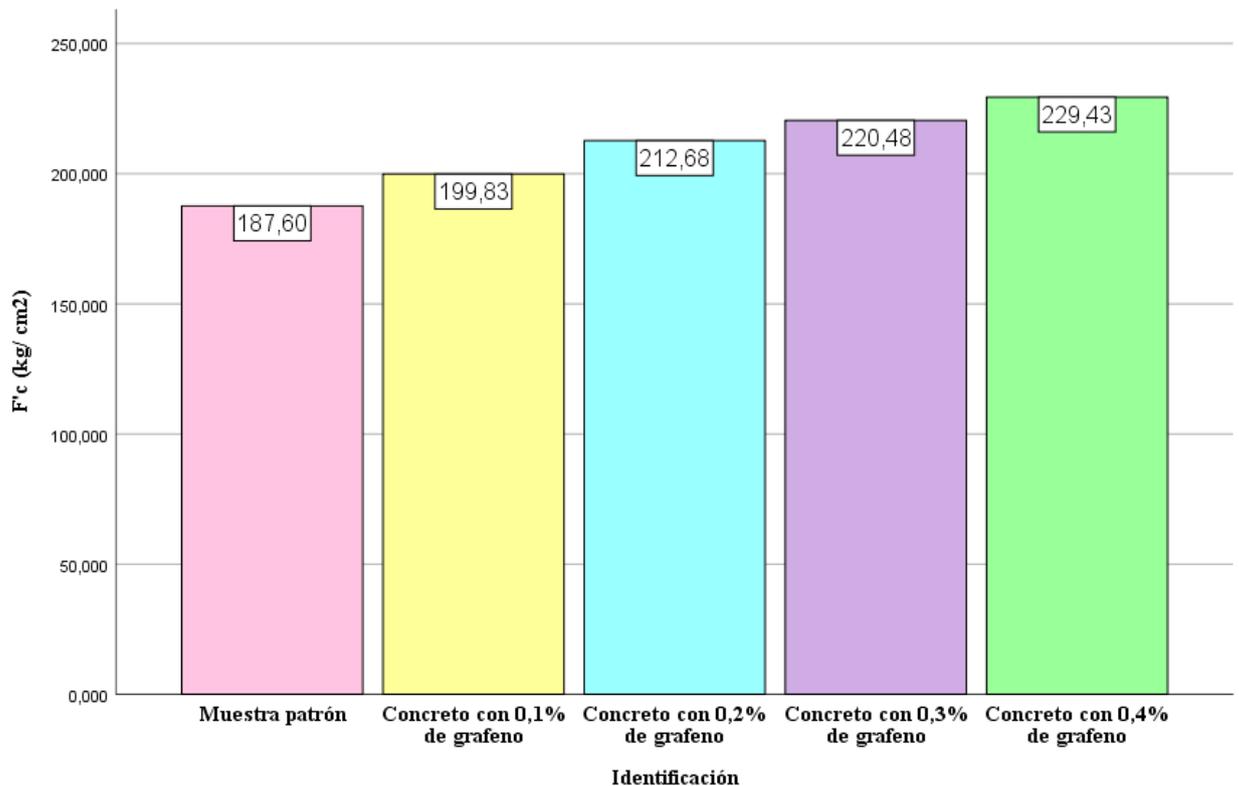


Figura. *Medias de las resistencias a la compresión del concreto en el día 14 de evaluación*

En la figura se muestra que, descriptivamente, el mayor de los promedios de resistencias a la compresión del concreto en el día 14 de evaluación, es para el concreto con 0,4% de adición de grafeno, con un promedio de 229,43 kg/ cm². Mientras que en menor medida se encuentra la muestra patrón, con 187,60 kg/ cm².

3. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la flexión

3.1. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la flexión al día 7 de evaluación

3.1.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

H1. No existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la flexión del diseño analizado en el día 7 de evaluación.

H0. Existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la flexión del diseño analizado en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. *Pruebas de normalidad de la resistencia a la flexión del concreto en el día 7 de evaluación*

MR (kg/cm ²)	Diseño	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	Muestra patrón	0,923	3	0,463
	Concreto con 0,1% de grafeno	0,750	3	0,637
	Concreto con 0,2% de grafeno	0,923	3	0,463
	Concreto con 0,3% de grafeno	0,987	3	0,780
	Concreto con 0,4% de grafeno	0,893	3	0,363

En la tabla se observa que, según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para todos los diseños evaluados hay significancias superiores a 0,05. Ello indica que existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la flexión de todos los diseños en el día 7 de evaluación.

3.1.2. Prueba de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. No existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la flexión en el día 7 de evaluación.

H0. Existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la flexión en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. *Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la flexión del concreto en el día 7 de evaluación*

	Estadístico de			
	Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0,364	4	10	0,829
Se basa en la mediana	0,095	4	10	0,982
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,095	4	8,425	0,982
Se basa en la media recortada	0,335	4	10	0,848

En la tabla se muestra que la significancia fue 0,829. Lo cual es superior a 0,05, de forma que indica que existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la flexión en el día 7 de evaluación. De manera que se puede utilizar la prueba paramétrica de ANOVA para evaluar si al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

3.1.3. Prueba de ANOVA

H1: Al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

H0: Los diseños no son diferentes entre sí de acuerdo a sus resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. *Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la flexión del concreto en el día 7 de evaluación*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	71,811	4	17,953	368,890	0,000
Dentro de grupos	0,487	10	0,049		
Total	72,297	14			

En la tabla de la prueba de ANOVA se aprecia una significancia de 0,000. Ello indica que, al ser menor que 0,05, se rechaza la H0. Por lo cual al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

3.1.4. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey

Tabla. *Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la flexión del concreto en el día 7 de evaluación*

(I) Diseño	(J) Diseño	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
------------	------------	------	-------------------------------

		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Concreto con 0,1% de grafeno	-0,70000*	0,18012	0,020	-1,2928	-0,1072
	Concreto con 0,2% de grafeno	-2,30000*	0,18012	0,000	-2,8928	-1,7072
	Concreto con 0,3% de grafeno	-3,90000*	0,18012	0,000	-4,4928	-3,3072
	Concreto con 0,4% de grafeno	-6,03333*	0,18012	0,000	-6,6261	-5,4405
Concreto con 0,1% de grafeno	Muestra patrón	0,70000*	0,18012	0,020	0,1072	1,2928
	Concreto con 0,2% de grafeno	-1,60000*	0,18012	0,000	-2,1928	-1,0072
	Concreto con 0,3% de grafeno	-3,20000*	0,18012	0,000	-3,7928	-2,6072
	Concreto con 0,4% de grafeno	-5,33333*	0,18012	0,000	-5,9261	-4,7405
Concreto con 0,2% de grafeno	Muestra patrón	2,30000*	0,18012	0,000	1,7072	2,8928
	Concreto con 0,1% de grafeno	1,60000*	0,18012	0,000	1,0072	2,1928
	Concreto con 0,3% de grafeno	-1,60000*	0,18012	0,000	-2,1928	-1,0072
	Concreto con 0,4% de grafeno	-3,73333*	0,18012	0,000	-4,3261	-3,1405
Concreto con 0,3% de grafeno	Muestra patrón	3,90000*	0,18012	0,000	3,3072	4,4928
	Concreto con 0,1% de grafeno	3,20000*	0,18012	0,000	2,6072	3,7928
	Concreto con 0,2% de grafeno	1,60000*	0,18012	0,000	1,0072	2,1928
	Concreto con 0,4% de grafeno	-2,13333*	0,18012	0,000	-2,7261	-1,5405
Concreto con 0,4% de grafeno	Muestra patrón	6,03333*	0,18012	0,000	5,4405	6,6261
	Concreto con 0,1% de grafeno	5,33333*	0,18012	0,000	4,7405	5,9261
	Concreto con 0,2% de grafeno	3,73333*	0,18012	0,000	3,1405	4,3261
	Concreto con 0,3% de grafeno	2,13333*	0,18012	0,000	1,5405	2,7261

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de Post-Hoc de comparaciones múltiples de HDS Tukey muestra que en todas las comparaciones de los diseños existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig<0,05).

Interpretación

La prueba de Post-Hoc de comparaciones múltiples de Dunn-Bonferroni muestra que no hay significancias menores a 0,05 entre los diseños evaluados. Solamente existen diferencias significativas entre la muestra patrón y el concreto con 0,4% de grafeno (Sig.<0,05).

Tabla. *Medias de las resistencias a la flexión del concreto en el día 7 de evaluación de acuerdo a la prueba HSD Tukey*

Diseño	N	1	2	3	4	5
Muestra patrón	3	19,07				
Concreto con 0,1% de grafeno	3		19,77			
Concreto con 0,2% de grafeno	3			21,37		
Concreto con 0,3% de grafeno	3				22,97	
Concreto con 0,4% de grafeno	3					25,10

En la tabla se observa que las medias de las resistencias a la flexión del concreto en el día 7 de evaluación de acuerdo al grupo patrón y a los grupos con adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4%. Ello demuestra que la adición de grafeno aumenta significativamente la resistencia a la flexión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con la muestra patrón.

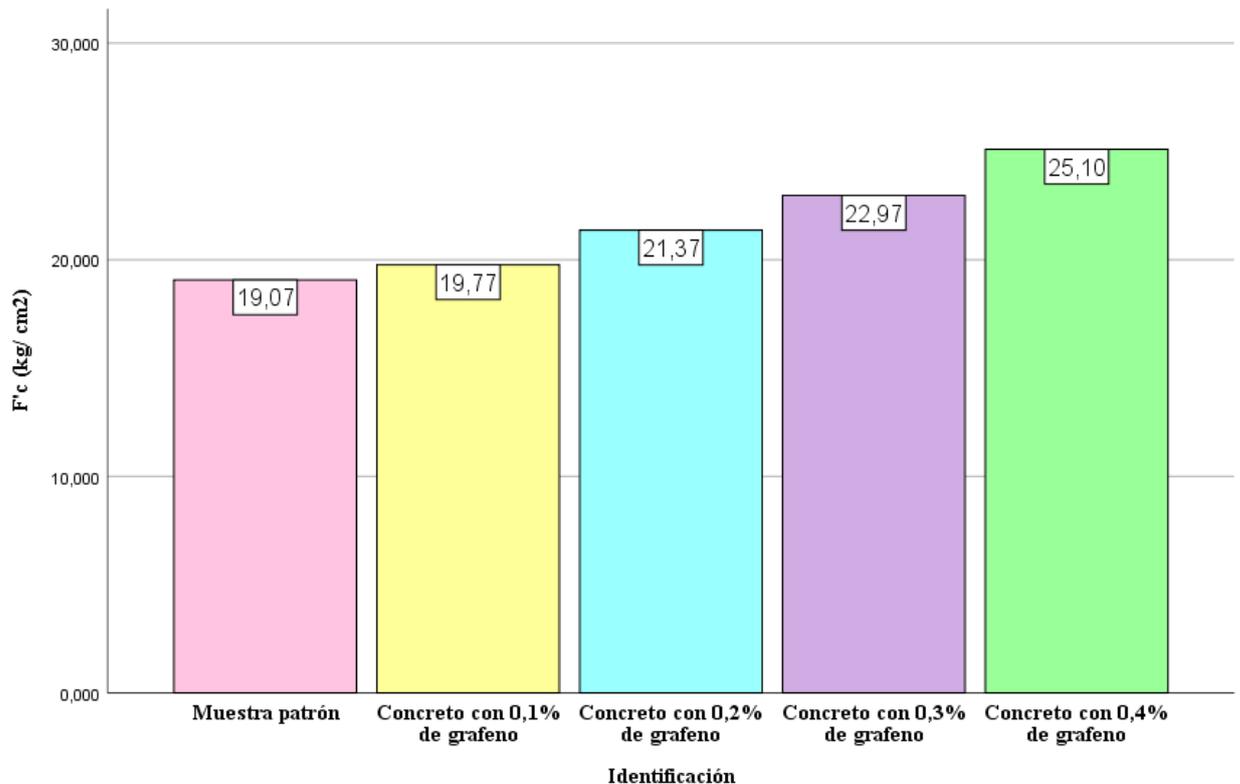


Figura. Medias de las resistencias a la flexión del concreto en el día 7 de evaluación

En la figura se muestra que, de manera descriptiva, el mayor promedio de resistencias a la flexión del concreto en el día 7 de evaluación, es para el concreto con 0,4% de adición de grafeno, con un promedio de 25,10 kg/cm². Mientras que, por el contrario, en menor medida se encuentra la muestra patrón, con 19,07 kg/cm².

4. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la tracción

4.1. Análisis de los diseños sobre la resistencia a la tracción al día 7 de evaluación

4.1.1. Prueba de normalidad

Hipótesis

H1. No existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la tracción del diseño analizado en el día 7 de evaluación.

H0. Existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la tracción del diseño analizado en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si $\text{Sig.} < 0,05$ la H0 se rechaza.

Si $\text{Sig.} > 0,05$ la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. Pruebas de normalidad de la resistencia a la tracción del concreto en el día 7 de evaluación

Diseño	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Muestra patrón	0,893	3	0,363
Concreto con 0,1% de grafeno	0,750	3	0,637
Concreto con 0,2% de grafeno	0,893	3	0,363
Concreto con 0,3% de grafeno	0,987	3	0,780
Concreto con 0,4% de grafeno	0,750	3	0,298

En la tabla se muestra que, según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para todos los diseños evaluados hay significancias superiores a 0,05. Ello indica que existe normalidad en la distribución de valores de resistencia a la tracción de todos los diseños en el día 7 de evaluación.

4.1.2. Prueba de Homocedasticidad

Hipótesis

H1. No existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la tracción en el día 7 de evaluación.

H0. Existe homocedasticidad entre los diseños de acuerdo a sus resistencias a la tracción en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la tracción del concreto en el día 7 de evaluación

	Estadístico de			
	Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0,653	4	10	0,638
Se basa en la mediana	0,105	4	10	0,978
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,105	4	7,763	0,977
Se basa en la media recortada	0,583	4	10	0,682

En la tabla se aprecia que la significancia fue 0,638. Lo cual es superior a 0,05, de manera que indica que existe homocedasticidad entre los diseños según sus resistencias a la tracción en el día 7 de evaluación.

Por lo cual se puede emplear la prueba paramétrica de ANOVA para evaluar si al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

4.1.3. Prueba de ANOVA

H1: Al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

H0: Los diseños no son diferentes entre sí de acuerdo a sus resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

Nivel de significancia

0,05

Consideraciones para la interpretación

Si Sig.<0,05 la H0 se rechaza.

Si Sig.>0,05 la H0 no se rechaza.

Estadístico

Tabla. Prueba de ANOVA sobre la resistencia a la tracción del concreto en el día 7 de evaluación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	60,696	4	15,174	229,909	0,000
Dentro de grupos	0,660	10	0,066		
Total	61,356	14			

En la tabla de la prueba de ANOVA se aprecia una significancia de 0,000. Ello indica que, al ser menor que 0,05, se rechaza la H0. Por lo cual al menos un diseño es diferente al de los demás de acuerdo a sus resistencias a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el día 7 de evaluación.

4.1.4. Prueba Post-Hoc de HDS Tukey

Tabla. Comparaciones múltiples de la prueba HSD Tukey sobre la resistencia a la tracción del concreto en el día 7 de evaluación

(I) Diseño	(J) Diseño	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Concreto con 0,1% de grafeno	-0,66667	0,20976	0,060	-1,3570	0,0237
	Concreto con 0,2% de grafeno	-1,70000*	0,20976	0,000	-2,3903	-1,0097
	Concreto con 0,3% de grafeno	-4,06667*	0,20976	0,000	-4,7570	-3,3763
	Concreto con 0,4% de grafeno	-5,26667*	0,20976	0,000	-5,9570	-4,5763
Concreto con 0,1% de grafeno	Muestra patrón	0,66667	0,20976	0,060	-0,0237	1,3570
	Concreto con 0,2% de grafeno	-1,03333*	0,20976	0,004	-1,7237	-0,3430
	Concreto con 0,3% de grafeno	-3,40000*	0,20976	0,000	-4,0903	-2,7097
	Concreto con 0,4% de grafeno	-4,60000*	0,20976	0,000	-5,2903	-3,9097
Concreto con 0,2% de grafeno	Muestra patrón	1,70000*	0,20976	0,000	1,0097	2,3903
	Concreto con 0,1% de grafeno	1,03333*	0,20976	0,004	0,3430	1,7237
	Concreto con 0,3% de grafeno	-2,36667*	0,20976	0,000	-3,0570	-1,6763
	Concreto con 0,4% de grafeno	-3,56667*	0,20976	0,000	-4,2570	-2,8763
Concreto con 0,3% de grafeno	Muestra patrón	4,06667*	0,20976	0,000	3,3763	4,7570
	Concreto con 0,1% de grafeno	3,40000*	0,20976	0,000	2,7097	4,0903
	Concreto con 0,2% de grafeno	2,36667*	0,20976	0,000	1,6763	3,0570
	Concreto con 0,4% de grafeno	-1,20000*	0,20976	0,001	-1,8903	-0,5097
Concreto con 0,4% de grafeno	Muestra patrón	5,26667*	0,20976	0,000	4,5763	5,9570
	Concreto con 0,1% de grafeno	4,60000*	0,20976	0,000	3,9097	5,2903
	Concreto con 0,2% de grafeno	3,56667*	0,20976	0,000	2,8763	4,2570
	Concreto con 0,3% de grafeno	1,20000*	0,20976	0,001	0,5097	1,8903

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

La prueba de Post-Hoc de comparaciones múltiples de HSD Tukey indica que solamente no existen diferencias significativas entre la muestra patrón y la muestra de concreto con 0,1% de grafeno. En todas las demás comparaciones de los diseños, existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia ($Sig < 0,05$).

Tabla. *Medias de las resistencias a la tracción del concreto en el día 7 de evaluación de acuerdo a la prueba HSD Tukey*

Diseño	N	1	2	3	4
Muestra patrón	3	20,40			
Concreto con 0,1% de grafeno	3	21,07			
Concreto con 0,2% de grafeno	3		22,10		
Concreto con 0,3% de grafeno	3			24,47	
Concreto con 0,4% de grafeno	3				25,67

En la tabla se observan los promedios de las resistencias a la tracción del concreto en el día 7 de evaluación de acuerdo a los grupos con adición de grafeno en proporciones de 0,1%, 0,2%, 0,3% y 0,4% y grupo control. Ello indica que la adición de grafeno aumenta de forma significativa la resistencia a la tracción del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en comparación con la muestra patrón; con excepción del diseño con 0,1% de grafeno. Siendo el diseño con 0,4% de grafeno el que mejor rendimiento tiene.

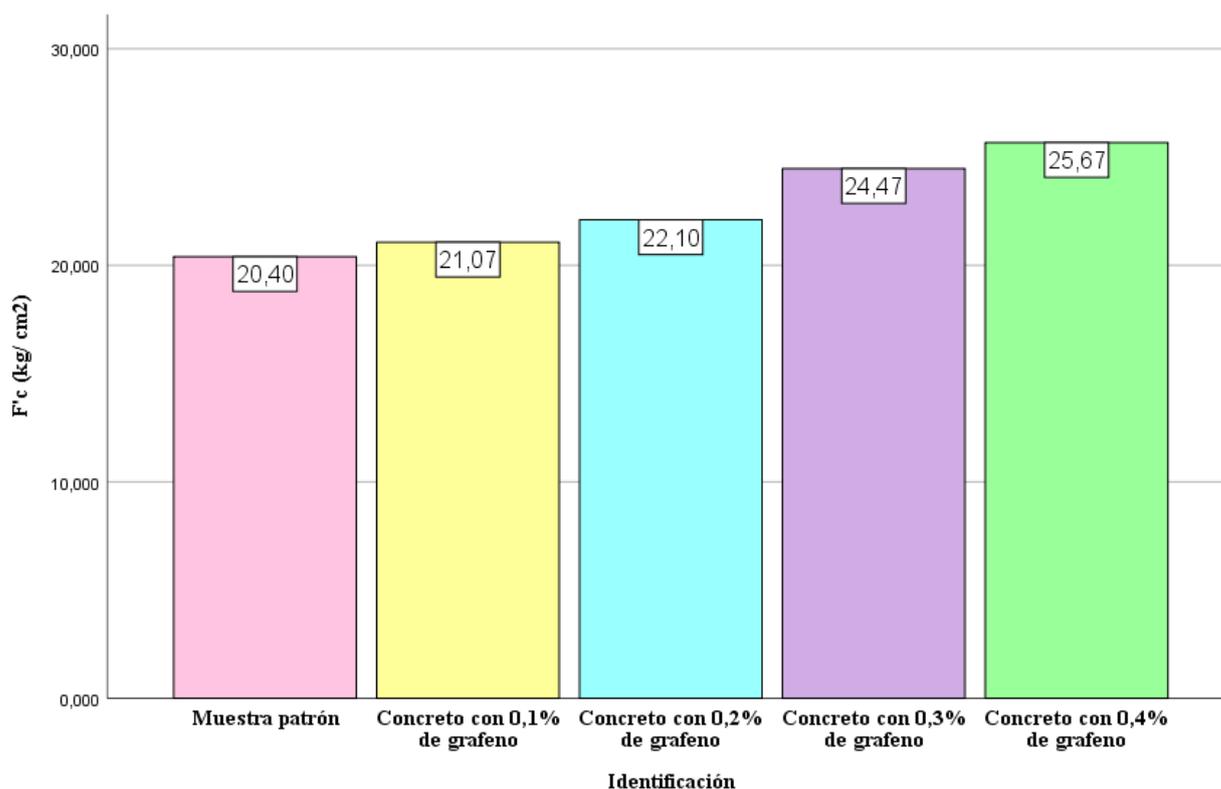


Figura. *Medias de las resistencias a la tracción del concreto en el día 7 de evaluación*

En la figura se observa que, de forma descriptiva, la mayor de las medias de resistencias a la tracción del concreto en el día 7 de evaluación, es para el concreto con 0,4% de adición de grafeno, con una media de $25,67 \text{ kg/cm}^2$. Mientras que, por el contrario, en menor medida se encuentra la muestra patrón, con $20,40 \text{ kg/cm}^2$.