



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

David Enrique Bartra Chujutally

**ASESOR:**

Mg. Eduardo Pinchi Vasquez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**TARAPOTO – PERÚ**

**2019**

## Página del Jurado

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don David Enrique Bartra Chujutally cuyo título es: **EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL GRAFENO COMO ADITIVO NANOTECNOLÓGICO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 TARAPOTO, 2018.**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (Quince).

Tarapoto 18 de julio del 2018

  
 \_\_\_\_\_  
**MG. JUAN FREDI SEGUNDO SOTA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I. N° 57777**

Ing. Mg. Juan Fredi Segundo Sota  
PRESIDENTE

  
 \_\_\_\_\_  
**Ing. Artemio del Águila Panduro**  
**C.I.P. N° 69678**  
**INGENIERO CIVIL**

Ing. Artemio del Águila Panduro  
SECRETARIO

  
 \_\_\_\_\_  
**Ing. M.Sc. Eduardo Pinchi Vázquez**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP: 55689**

Ing. M.Sc. Eduardo Pinchi Vázquez  
VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

## **Dedicatoria**

Agradezco a las personas que me apoyaron incondicionalmente en el trayecto de mi formación académica y a Dios quien supo guiarme por el buen camino para seguir adelante sin desmayar frente a las adversidades.

A mis padres por haberme forjado como persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se las debo a ustedes entre los que incluye este, pero al final todo eso me motivaron contantemente para lograr alcanzar mis metas en esta vida.

## **Agradecimiento**

A todos los docentes de la universidad de César Vallejo en especial a los ingenieros de la facultad de ingeniería civil quienes nos brindaron las enseñanzas y conocimientos para fortalecer mi formación académica durante mi formación profesional.

A mi familia, amigos y personajes especiales en mi vida, quienes me brindaron su apoyo incondicional durante mi formación académica.

Agradezco también a mi asesor de tesis el Ing. Eduardo Pinchi Vásquez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme guiado durante todo el desarrollo de la tesis.

## Declaratoria de Autenticidad

Yo, David Enrique Bartra Chujutally, identificado con DNI N° 45633291, estudiante del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: "Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm2 Tarapoto, 2018";

### **Declaro bajo juramento que:**

La tesis es de mi autoría.

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 29 de noviembre de 2019



.....  
David Enrique Bartra Chujutally

DNI: 45633291

## Presentación

Señores miembros del jurado calificador, cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo, pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada: “**Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f<sup>c</sup> 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018**”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

La investigación está dividida en siete capítulos:

- I. INTRODUCCIÓN.** Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.
- II. MÉTODO.** Se menciona el diseño de la investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.
- III. RESULTADOS.** En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.
- IV. DISCUSIÓN.** Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.
- V. CONCLUSIONES.** Se considera en enunciados corto, teniendo en cuenta los objetivos planteados.
- VI. RECOMENDACIONES.** Se precisa en base a los hallazgos encontrados.
- VII. REFERENCIAS.** Se consigna todos los autores de la investigación.

## Índice

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Presentación.....	vi
Índice .....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1 Realidad problemática.....	12
1.2 Trabajos previos. ....	13
1.3 Teorías relacionadas al tema. ....	16
1.4 Formulación del problema. ....	43
1.5 Justificación del estudio. ....	43
1.6 Hipótesis.....	43
1.7 Objetivos .....	44
<b>II. MÉTODO. ....</b>	<b>45</b>
2.1 Diseño de la investigación.....	45
2.2 Operacionalización de variables.....	45
2.3 Población muestra y muestreo.....	46
2.4 Técnicas de recolección de datos e instrumentos .....	47
2.5 Técnica de análisis de datos .....	47
2.6 Aspectos éticos.....	47
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
3.1 Resultados de ensayos.....	48
3.2 Resumen de ensayos.....	64
3.3 Costos.....	66
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>73</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Tipos de cementos.....	20
Tabla 2 : Requisitos de granulometría .....	22
Tabla 3: Porcentaje que pasa por los tamices normalizados .....	23
Tabla 4 : Equivalencias.....	27
Tabla 5 : Tamaño de muestra .....	31
Tabla 6 : Tamices agregados finos .....	37
Tabla 7: Tamices agregados gruesos .....	37
Tabla 8: Resistencia a la compresión promedio .....	39
Tabla 9: Selección de Asentamientos .....	40
Tabla 10 : Selección de Volumen unitario .....	41
Tabla 11: Contenido de aire .....	41
Tabla 12: Relación de fluido y cemento.....	42
Tabla 13 : Contenido de agregado grueso .....	42
Tabla 14 : Determinación de % de Humedad Natural – Agregado Grueso .....	48
Tabla 15 : Determinación de % de Humedad Natural – Agregado Fino.....	49
Tabla 16 : Peso específico y absorción de agregado Grueso.....	50
Tabla 17 : Peso específico y absorción del material fino.....	51
Tabla 18 : Peso unitario agregado grueso.....	52
Tabla 19 : Peso unitario material fino.....	53
Tabla 20 : Granulometría agregado grueso.....	54
Tabla 21 : Granulometría agregado fino .....	55
Tabla 22 : Registro de probetas diseño patrón .....	61
Tabla 23 : Registro de probetas diseño 1.00% Grafeno.....	62
Tabla 24 : Registro de probetas diseño 1.50% Grafeno.....	63
Tabla 25 : Registro de probetas diseño 2.00% Grafeno.....	64
Tabla 26 : Comparación de resistencias en el tiempo .....	65
Tabla 27 : Costo de Concreto Patrón .....	66
Tabla 28 : Costo de Concreto con 1.00% Grafeno .....	66
Tabla 29 : Costo de Concreto con 1.50% Grafeno .....	67
Tabla 30 : Costo de Concreto con 2.00% Grafeno .....	67



## Índice de figuras

Figura 1 : Método de cuarteo.....	32
Figura 2 :Presencia de Humedad en el agregado grueso .....	48
Figura 3 : Contenido de Humedad agregado fino. ....	49
Figura 4 : Absorción agregado grueso .....	50
Figura 5 : Absorción de material fino .....	51
Figura 6 : Peso Unitario agregado Grueso.....	52
Figura 7 : Peso Unitario agregado Fino .....	52
Figura 8 : Granulometría agregado grueso .....	53
Figura 9 : Granulometría agregado fino .....	54
Figura 10 : Evolución de diseño patrón .....	61
Figura 11 : Evolución de diseño 1.00% Grafeno.....	62
Figura 12 : Evolución de diseño 1.50% Grafeno.....	63
Figura 13 : Evolución de diseño 2.00% Grafeno.....	64
Figura 14 : Comparación de resistencias en el tiempo .....	66
Figura 15 : Diferencia de Precios .....	67

## RESUMEN

La siguiente investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico en el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> buscando mejorar sus propiedades en el estado fresco y endurecido.

Para eso se realizó el estudio y análisis de los materiales que conforma el concreto así obteniendo los valores importantes para el diseño de mezcla de concreto de resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Durante la investigación se realizó cuatro diseños de mezclas, el primero se desarrolló un diseño de mezcla patrón sin contenido de grafeno, esto a su vez nos sirvió para realizar el comparativo entre los tres diseños que se adiciono porcentajes de grafeno al 1.00%, 1.50% y 2.00% del peso total del cemento, el concreto patrón se diseñó para alcanzar una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Al haber adicionado grafeno al concreto se evaluó que en su estado fresco no causa alteraciones en la trabajabilidad que esto será una buena alternativa para el avance tecnológico del concreto.

Se obtuvo resultado que el grafeno aumenta la resistencia del concreto con respecto al concreto patrón, mediante se va aumentando de porcentaje de grafeno mejora la resistencia.

Con respecto a los resultados también se determinó la evolución del efecto de resistencia se da en el menor tiempo posible acelerando el fraguado a su temprana edad.

**Palabras claves:** Resistencia a la compresión, grafeno, aditivo nanotecnológico.

## ABSTRACT

The main objective of the following research is to determine the influence of graphene as a nanotechnological additive in concrete  $f_c$  210 kg / cm<sup>2</sup>, seeking to improve its properties in the fresh and hardened state.

For this purpose, the study and analysis of the materials that make up the concrete was carried out, thus obtaining the important values for the design of the concrete mezcál design of resistance  $f_c$  210 kg / cm<sup>2</sup>.

In the research four mix designs were made, the first one was made a pattern mix design without graphene content, this in turn served to make the comparison between the three designs that added graphene percentages to 1.00%, 1.50% and 2.00% of the total weight of the cement, the concrete pattern was designed to reach a resistance of 210 kg / cm<sup>2</sup> after 28 days.

Having added graphene to the concrete it was evaluated that in its fresh state it does not cause alterations in the workability that this will be a good alternative for the technological advance of the concrete.

It was obtained that graphene increases the resistance of the concrete with respect to the concrete pattern, by increasing the percentage of graphene improves the resistance.

With regard to the results, the evolution of the resistance effect was also determined in the shortest time possible, accelerating the setting at an early age.

**Keywords:** Compressive strength, graphene, nanotechnological additive.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad problemática.**

La manufactura encargada que regula las edificaciones, en la actualidad, son acciones de gran necesidad en el crecimiento economía en nuestra ciudad. Teniendo en cuenta que, en otras actividades, la ejecución de la construcción es fundamental para aumentar el desarrollo social, crecimiento demográfico y financiero de la ciudad.

La cual generara nuevas oportunidades para aumentar el índice de construcción de viviendas, y diferentes tipos de edificaciones modernas y especiales, ya sea para entidades públicas o privadas que generaran una mejor calidad y seguridad para los usuarios.

El concreto en gran parte es un material con alto índice de uso empleado por el hombre en el mundo de la construcción. En la cual sustenta su utilidad por su gran facilidad en la trabajabilidad en su estado fresco, durabilidad y resistencia que demuestra en sus diferentes estados físicos y mecánicos.

En esta ocasión el concreto es empleado en diferentes contextos de edificaciones, principalmente las edificaciones grandes son los edificios, puentes, obras de arte, obras hidráulicas, etc.

Los diseños estructurales son cada vez más complejos y exigen mayor resistencia y a la ves flexibilidad, la búsqueda de diseños más innovadores en este sector se ve en la necesidad por apostar en nuevas e innovadoras materias que permitan encontrar estas cualidades sin afectarlas económicamente y que sean acordes con el cuidado del medio ambiente.

Las grandes cantidades volumétricas de concreto se desarrollan en el rubro de la construcción civil, esto hace que se realicen, la gran mayoría de países se aplica el concreto común, en nuestro caso en la ciudad no se ve su aplicación en dichas magnitudes, pero si se encuentra investigación sobre la aplicación de concretos reforzados inclusive con fibra de acero, cuestiones de construcción de pisos, losas además del reforzamiento de aquellas construcciones.

En la actualidad se ha realizado muchas investigaciones sobre cómo aumentar la resistencia y el acelerado de fraguado en el concreto por lo cual se incorporó los aditivos al concreto para así tener un mejor resultado.

Las edificaciones son cada vez más grandes y se encuentran en su auge, pero ello implica contar con mejores materiales que puedan servir para construir, el grafeno se presenta como una alternativa

Las investigaciones de las propiedades del grafeno en el rango nanotecnológico, afirma que la finalidad con la que se trabaja con la nanotecnología es la de desarrollar a nivel molecular, es decir átomo con átomo, la generación de grandes estructuras mediante su organización molecular.

Esto constituye un foco importante de investigación, la comprensión de esta característica permite el control de sus propiedades macroscópicas.

## **1.2 Trabajos previos.**

### **A nivel internacional.**

- NAVARRO, Ellerly. Menciona en la tesis de título: *Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con Nanotubos de Carbono, Bogotá 2015.* (Tesis Pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá 2015, llego a las siguientes conclusiones:
  - Para la implementación se realiza en nanotubos hecho en carbono con las mezclas a base de concreto es un tema poco conocido y además que no se abarca mucho en Colombia, se podría decir que tenemos una nueva área de investigación y desarrollo, con esta nueva investigación se pretende estudiar nuevos materiales para el concreto en este caso vendría ser los nanotubos de carbono (NTC), de tal manera se busca un nuevo camino y un buen mejoramiento para la relación con el concreto convencional incursionando en la aplicación de nanotecnología, buscando mejorar sus propiedades iniciando de las partículas más pequeñas.
  - La incorporación de los nanotubos de carbono es la unión o mejor dicho la mezcla de concreto de esta manera mejorando la capacidad de resistir la fuerza de compresión tiene el porcentaje 11.7% y también con un mejoramiento de 0.3 % de nanotubos con respecto a la masa total de cemento del diseño de mezclas propuesto, un 10.2% aumento de resistencia al 0.5% de nanotubos, de este modo se puede comparar los respectivos resultados con una muestra patrón de este modo obtener una resistencia a la compresión de 0.3 % se debe realizar muestras que permitan tener un alcance más seguro.

- La implementación de nanotubos de carbono de una forma muy directa en la mezcla de concreto, ha generado que esta pierda la manejabilidad al momento de realizar el vaciado en las respectivas de muestras de cilindro, esto se puede explicar por el área de contacto que poseen estos nanotubos de 165 m<sup>2</sup>/g, esto causa que las moléculas de agua tengan que hidratar una superficie mayor en la mezcla de concreto.
- El uso de acero en la realización de mezcla para construcción es una actividad que permite el fortalecimiento de la construcción de un edificio, la dureza de esta mezcla les da mayor resistencia a las edificaciones, obteniendo la larga duración del mismo.
- Los Nanotubos permiten mejorar de manera sustancial la capacidad de resistencia de la mezcla, permitiendo desarrollar proyectos de gran magnitud, pero sobre todo trabajar en menor tiempo los proyectos.
- RAMÍREZ, Cristina. *Materiales Multifuncionales De Nitruro De Silicio Con Nanoestructuras Reforzantes Basadas En Grafeno, Madrid 2017*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma De Madrid, Madrid 2014, llevo a las siguientes conclusiones:
  - El respectivo proceso de sintetización por spark plasma un respectivo resultado el cual es efectivo y de este modo se ha logrado granular las nanoplaquetas y nanocintas descantado el óxido de grafeno, además reforma de forma aceptable la condición del grafeno, y haciendo innecesariamente el tramo preliminar de descuento la que deteriora la calidad de descongestión en nanoestructuras con el mesclado de polvos cerámicos.
  - Para un contenido de lo que viene hacer las nanoestructuras, el respectivo reforzamiento mecánico de lo que viene hacer los insumos tiene dependencia de los diámetros y medidas que ostentan las nanoestructuras en grafeno obteniendo de tal manera la plaqueta de rGO teniendo como máximo valor de 10.4 MPam<sup>1/2</sup> en comparación con el valor adquirido a través de métodos por la que se obtienen transformaciones favorables a la fase  $\beta$  y en el desarrollo de tamaño del grano. La condición que ha adquirido tiene que ser adecuado a un proceso de punteo por el cual una capacidad de resistencia con una potencia de 20 GPa muy por encima de las de GNP, por tal razón tenemos ampliamente mientras mayor tamaño mayor volumen de

nanoestructuras en el lugar de puenteo, la principal plataforma del respectivo apoyo vertical a la transferencia agrietada es y la aparición de microondulaciones.

La correspondiente traza de las nanoplaquetas y la nanocintas ocasionar de una manera el natural tangible monolítico incrementado la conducción de los componentes de más de diez de magnitud ordenes 10 de trascendencia en magnitud en donde se ha alcanzado la percolación eléctrica.

La investigación tiene un enfoque preponderante en el uso de nanoplaquetas, que fortalecen la mezcla, con el grafeno que permite la resistencia de las infraestructuras que se construyen con ello.

### **A nivel Nacional**

- CCOPA, Heber. *Efecto del Grafeno Como Aditivo Nanotecnológico En La Resistencia Del Concreto, Puno 2017*. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, llego a las siguientes conclusiones:

- La excelente mejora que produce el concreto adicionándole el grafeno, respectivamente al concreto patrón, es de un promedio del 26 % de acuerdo de la resistencia para llegar a compresión, incrementado de esta manera su resistencia y acelera muy rápido su tiempo de fragua.
- El concreto si se complementa con el grafeno mejora de manera muy importante la trabajabilidad de esta, refiriéndose al ensayo de asentamiento subiendo de 4.40 pulg a 5.50 pulg.
- En lo referente al concreto con el grafeno se incrementa en un 47% en contraste con los concretos patrones para una dosis adecuada es 0.5% con grafeno, pero la utilidad obtenida de la tal forma habrá obtenido la resistencia del concreto mayor ha 210kg/cm<sup>2</sup>.
- En cuanto a la resistencia a presión que puede adquirir un concreto se genera de acuerdo al tiempo o edad que esta pueda llegar a tener.
- Todos los materiales que se va a utilizar pueden ser encontrados en la zona tales como los agregados, aditivos, cemento y aguaya que son convencionales.

## **A nivel local**

- García, Roger. *Diseño de mezcla de concreto de  $f'c = 280 \text{ Kg./cm}^2$  utilizando aditivos, Tarapoto 2011* (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, llego a las siguientes conclusiones:

- Son concretos alta en resistencia buscan la mejor proporción óptima de agregados a utilizar, de eso depende su diseño al 100%.
- La alta resistencia en un concreto sufre cambios relativos para su elaboración de los mismos, al incrementar el microsílces en la mezcla su peso disminuye en 2-3% de su peso absoluto originado así un concreto más liviano.
- Utilizando el Método del ACI, podemos estudiar y determinar las imperfecciones granulométricas de los agregados, y por lo tanto modificar la producción de los mismos y perfeccionarla calidad del concreto.
- La alta resistencia de los concretos destaca por aquellos aditivos y adicionales incorporados en el diseño, de ahí la importancia a los superplastificantes, el microsílces y una buena proporción de agregados gruesos y finos.
- La combinación granulométrica más adecuada del material grueso y el fino tanto de los ríos Huallaga y del Parapapura respectivamente para obtener una alta resistencia en los concretos teniendo para ello la peculiaridad de cómo se encuentra al inicio de la preparación es decir freso y también después como queda el endurecimiento es de 45% de arena y 55% de piedra.

## **1.3 Teorías relacionadas al tema.**

### **1.3.1. El concreto.**

Lo encuentra preparado mediante composiciones de agregado grueso o también piedras, además de los agregados finos o la arena, aguas, también cementos y algún aditivo.

Con los morteros que están compuestos por agua y arena, y su función primordial es unir diversas partículas de agregado grueso llenado de esta forma los espacios vacíos que puede haber en la mezcla. El mortero debe cubrir la brecha o espacios del volumen entre las partículas.



Si se quiere obtener un adecuado concreto no solo se considera insumos de calidad que este mezclado en proporciones exactas y correctas. Es de mucha importancia considerar las condiciones en que estos interactúan, la mezcla, transporte a obra y su vertido o también emplazado y fraguado.

### **1.3.2. Cemento.**

La obtención del cemento es cuando se ejecuta la trituración del Clinker con que se realiza tras la cauterización y mezcla derivada de componentes arcillosos y calcáreos. El cemento considerado como adicionado según la norma ASTM C595 como el cemento Extra fuerte tipo Ico es el cemento que se utilizará para la investigación de la marca Pacasmayo fabricado por la empresa Cementos Selva S.A., este es ubicado en la vía Fernando. B. T. Km. 468 en la localidad de Elías Soplin Vargas - Rioja departamento de San Martín, el cemento que se utilizará es de uso general recomendado para columnas vigas y cimentaciones en suelos no salitrosos y tiene propiedades altamente resistentes que le brindan cuyas características de describirá a continuación.

#### **1.3.2.1. Materias Primas**

Los principales materiales primas son las siguientes:

a) **Materiales Calcáreos**

Son materias que tienen una la cantidad necesaria de carbonato de calcio ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) que son entre 60% y 80% y no tienen más de **1.5% de magnesia.**

b) **Materiales arcillosos**

Son materiales que contienen entre 60% y 70% de dióxido de silicio de aluminio o alúmina, esto se obtiene en la piedra pizarra.

c) **Minerales de fierro**

Estos materiales se encuentran en la arcilla.

d) **Yeso**

Esto brinda el sulfato de calcio que, al añadir al Clinker para poder fortalecer el secado, que sin esto el cemento secaría muy

rápido debido a la hidratación violenta del aluminio tricálcico y el ferro aluminato tetracálcico.

### 1.3.2.2. Tipo de cementos

#### a) Cementos puros

Son aquellos que tienen un bajo contenido de calcio (yeso). Aquí tenemos según las Normas Técnicas:

- ✓ Tipo I: Están destinados, fundamentalmente a obras de concreto en general
- ✓ Tipo II: con media tenacidad ante los sulfatos, es el cemento Portland se utiliza en todo tipo de construcciones la manera de ser hidratado es de manera regular, tal como lo indica sus condiciones.
- ✓ Tipo III: Capacidad total de resistencia, tiene la capacidad de secado rápido y el desencofrado es inmediato, requiere poco tiempo para retirar los moldes.
- ✓ Tipo IV: Se aplica en el momento que se desea bajar la temperatura de hidratación.

#### b) Tipo V: Se emplea se requiere sulfatos de alta resistencia.

#### Cementos portland adicionados.

Contiene yeso y además de cemento, de dos a varias constituciones los cementos pueden ser inorgánicos forjarían a contribuir las respectivas condiciones de cemento (Ejm.: puzolanas, escorias granuladas de altos hornos, componentes calizos, sulfato de calcio, incorporadores de aire). Según lo establecido en la Norma Técnica Peruana 334.044 de cemento Portland.

- ✓ Cemento Portland Puzolánico Tipo IP: tiene una composición de puzolania entre porcentajes de 15 y 40.
- ✓ Cemento Portland Puzolánico Modificado tipo I (PM): tiene una proporción de puzolania no menor a un porcentaje de 15%.
- ✓ Cementos Portland de escoria.

- ✓ Cemento Portland de escoria Tipo (IS): Su porcentaje tiene un contenido que va desde porcentajes de 25 y 70.
- ✓ Cemento Portland de escoria modificado Tipo I SM: El porcentaje de escoria que posee es debajo el 25%.
- ✓ Cementos Portland Compuesto Tip. 1 Co:
- ✓ Esta variedad de cemento es adicionada y se obtiene por la pulverización en conjunto, Clinker Portland y materiales calizos (travertino), hasta un 30% de peso.
- ✓ Cementos de especificaciones de la performance (NTP 334.082).
- ✓ Este tipo de cemento adicionado tiene un tipo de aplicación de forma general y especiales, donde no habrá limitación en su composición de cemento y sus constituyentes. Sus tipos son:
  - GU: De uso general. Se aplica cuando no es requerida propiedades que son especiales.

Se aplica cuando no son necesarios propiedades especiales

- HH: de una elevada resistencia inicial.
- MS: de una prudente resistencia a los sulfatos.
- HS: de una elevada resistencia a los sulfatos.
- MH: su calor de hidratación es moderado
- LH: su calor de hidratación es bajo

Estos cementos se diferencian por las adiciones que se le agrega a su composición, lo cual les genera cambio, en el secado, el endurecimiento, la densidad, cuestiones que ayudan a mejorar los acabados de la edificación, su resistencia también aquellas condiciones relacionadas a su flexibilidad permitiendo un buen performance con su entorno.

### 1.3.2.3. Cementos en el Perú

*Tabla 1: Tipos de cementos*

Empresa	Tipos de cemento que producen
Cementos Lima S.A.	Sol I, Sol II, Supercemento Atlas IP
Cementos Pacasmayo S.A.	Pacasmayo I, Pacasmayo II, Pacasmayo V, Pacasmayo MS-ASTM C-1157, Pacasmayo IP, Pacasmayo ICo (COMPUESTO)
Cemento Andino S.A.	Andino I, Andino II, Andino V, Andino IPM
Cementos Selva S.A.	Cemento Pórtland Tipo I, Tipo II, Tipo V, Puzolanico 1P, Compuesto 1Co
Yuras A.	Yura I, Yura IP, Yura IPM, Cemento de Albañilería marca Estuco Flex
Cemento Sur S.A.	Rumi I, Inti IPM, Portland tipo II, Portland Tipo V.
Cemento Rioja S.A.	Cemento Portland Tipo IPM

**Fuente:** Curso básico de tecnología del concreto. Universidad nacional de ingeniería.

Lima, 2004.

### 1.3.3. Agregado

Se puede definir al agregado como un conjunto de partículas las cuales son orgánicas y su origen puede ser natural como artificial sus límites y dimensiones están fijados en la **NTP 400.011**.

El agregado viene hacer una etapa disgregada del concreto, los agregados adheridos en la mezcla y ocupan un setenta cinco por ciento de volumen en unidades cubicas de mescla

El agregado es un conjunto de insumos que tienen componentes orgánicos, así como también partículas de distintos materiales inorgánicos con la finalidad de incrementar su capacidad de resistencia.

- **Tamaño Máximo**

Se refiere a uno de los tamices que se usa en la granulometría la cual se utiliza como muestra del mezclado.

- **Tamaño Nominal Máximo**

Se refiere procesos de tamizado más fino en la que la muestra colocada queda retenida.

- **Módulo de Fineza**

Esta pauta se establece halla por los años 1925 por Duff Abrams, realizando la cual se desarrolla mediante la siguiente formula que nos permita encontrar una fineza promedio:

$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos}(1\ 1/2", 3/4, 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50 \text{ y } N^{\circ}100)}{100}$$

*Fuente:* Ricardo Palma 2009.p 80.

La fórmula nos brinda un porcentaje de del material que se encuentra fino, ello permite conocer si la mezcla será pareja, para ello se hace una sumatoria de todos los porcentajes utilizados, y luego se divide entre cien, el porcentaje obtenido nos brindará el alcance más claro, de acuerdo a ello se hará uso del agua, o aumento de graba, o de arena dependiendo del uso de la mezcla en el tipo de usos que se requieren hacer.

#### **1.3.4. Agregado fino**

Se puede decir que el cuándo se habla de ello también tenemos material grueso, lo cuales a ser mezclados por su composición se vuelven concretos altamente eficientes, porque a estas no les afecta la intervención del agua, dicho agregado tiene que tener las condiciones de sea durable, estar totalmente limpio y además libre de toda impureza de materiales que contengan impurezas tales como: polvo, materia orgánica, limo pizarras, álcalis, entre otros. No debe poseer más del 5% de limo y barro no más del 1.5 % de componentes orgánicos. La partícula tiene que tener un tamaño la cual no debería ser menor a la de 1/4" y su sucesión debe satisfacer lo referente y establecido en la norma. ASTM-C-33-99<sup>a</sup>, esto se puede observar en el cuadro de requisitos de piedra pequeña y delgada fina.

**Tabla 2 : Requisitos de granulometría**

<b>Requisitos granulométricos que deben ser satisfechos</b>	
<b>por el agregado fino</b>	
<b>Tamiz estándar</b>	<b>% en peso del material que pasa el tamiz</b>
3/8"	100
#4	95 a 100
#8	80 a 100
#16	50 a 85
#30	25 a 60
#50	10 a 30
#100	2 a 10

*Fuente:* TEODORO E. Harmsen – 2005.

### **1.3.5. Agregado grueso**

El agregado grueso tiene una composición las cuales son: las rocas sintéticas, dioríticas y graníticas. Puede hacer uso debido la piedra la cual es triturada en la chancadora y piedra pasada por zaranda de las orillas de los ríos y los yacimientos naturales. El agregado delgado no posee más del 1.5 % de materiales orgánicos, así como el carbón entre otros, también ni más del 5% de finos y arcilla.

Se puede usar tamaños de mayor envergadura según el juicio del ingeniero experto en el área, de modo que no se encontrara de vacíos o cangrejeras. Lo mismo pasa con la arena, en la norma ASTM-C-33-99 a de define una serie de acciones para la mezcla. Se puede observar en el siguiente cuadro que la piedra tiene una clasificación por el tamaño máximo del agregado.

**Tabla 3: Porcentaje que pasa por los tamices normalizados**

Tamaño Nominal (mm)	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
	100 Mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm
90.0 a 37.5 (3 ½" a 1 ½")	100	90-100		25-60		0-15		0-5					
63.0 a 37.5 (2 ½" a 1 ½")			100	90-100	35-75	0-15		0-5					
50.0 a 25.0 (2" a 1")				100	90-100	35-70	0-15		0-5				
50.0 a 4.75 (2" a #4")				100	95-100		35-70		10-30		0-5		
37.5 a 19.0 (2½" a 3/4")					100	90-100	20-55	0-15		0-5			
37.5 a 4.75 (1 ½" a #4")					100	90-100		35-70		10-30	0-5		
25.0 a 12.5 (1" a 1 ½")					100	90-100	20-55	0-10	0-5				
25.0 a 9.50 (1" a 3/8")						100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5		
25.0 a 4.75 (1" a #4")						100	95-100		25-60		0-10	0-5	
19.0 a 9.50 (3/4" a 3/8")							100	90-100	20-55	0-15	0-5		
19.0 a 4.75 (1/4" a #4")							100	90-100		20-55	0-10	0-5	
12.5 a 4.75 (½" a #4")								100	90-100	40-70	0-15	0-5	
9.50 a 2.36 (3/8" a #8")									100	85-100	10-30	0-10	0-5

Fuente: TEODORO E. Harmsen – 2005

### 1.3.6. Agua

Es un elemento necesario para la vida cotidiana y en diferentes actividades realizadas por las personas uno de ellos viene a ser en el proceso constructivo donde debe ser usada de una forma adecuada estar limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos y materia orgánica, para su respectivo uso en la mezcla. En general y

primordialmente el agua tiene las condiciones favorables para el final del concreto. La funcionalidad de echar agua al cemento, gracias a ella podemos darle una mejor trabajabilidad a la mezcla. Se podría usar agua sin tratar en el desarrollo y ejecución de la mezcla siempre que se fácil de manejar y se llegue una mezcla uniforme.

En el uso se realiza la fabricación de cubos de mortero elaborados con ella y su ensayo se utiliza las normas ASTM-C-1091109M-99. Si se obtiene una resistencia entre los siete y veintiocho por lo menos de noventa por ciento de lo esperado en morteros que fueron realizados con agua potable (ACI-3.4.3).

Es necesario realizar una verificación y ver que no contengas agentes que reaccionen negativamente con el esfuerzo.

### **1.3.7. Aditivos**

Esta sustancia, si se le aplica al concreto, para poder alterar las condiciones en el estado sólido o en estado fresco. La composición que posee son la de aditivos minerales y también químicos. Entre las primeras se tiene lo que son los plastificantes y súper plastificantes. Lo que viene a ser el incorporador de aire y el controlador de fragua. Las normas ASTM C-260-00 y C-101711017M-98 tienen especificaciones acordes con los aditivos.

Aquellos componentes aditivadores de aire se encuentran definidos por las normas ASTM- 10 1711 0 17M-98 la cual incluye las condiciones y métodos de uso en la mezcla que se puede aplicar con bombas, que incluyen químicos con plastificantes y con propiedades retardadores, existe también aditivos de composición natural:

Son aquellos que se encuentra en su estado natural, ceniza volante, residuos sobrantes de acero su escoria, en el acatamiento de las leyes establecidas en ASTM-C-618-99 y C-989-99. Aquellos aditivantes plásticos que se aplican para tener un concreto más trabajable y plástico su principal función es la disminuir la proporción líquido en el concreto, por la cual se tiene establecido la determinada suma de cementos, la resistencia del concreto va aumentar. Si la relación agua-cemento no tiene una variación, si se tiene una disminución en la cantidad de agua se podrá observar una disminución de la cantidad de cemento, de esta manera obtendremos la mezcla con similar resistencia, pero con bajo porcentaje en medida de cemento,



es posible que podamos reducir hasta un quince por ciento de este elemento sin perder las propiedades de resistencia.

Los aditivos super-plastificantes permiten una respectiva reducción del uso del agua que puede ser entre 3 y 4 veces usando los plastificantes. Esta disminución puede llegar a tener una variación entre el 20 y 25% del porcentaje de agua.

Estos aditivos permiten la mezcla de concreto de una alta resistencia, otro beneficio importante que presenta es la acelerada hidratación, obtener mayor resistencia desde el día uno hasta el día siete.

También se aplican super plastificantes con la finalidad de retardar el tiempo de secado para poder ser utilizados con las máquinas de bombeo, de tal manera que sean manejables en las edificaciones.

Los aditivos tales como los incorporadores de aire se usan para añadir a la mezcla burbuja de aire uniformes.

Se puede decir que el incorporador de aire tiene una función la cual se enfoca en ayudar al manejo adecuado de la mezcla, existen diferentes materiales químicos que nos permiten ello como son: el detergente sintético, la sal de resina de madera, la sal de ácido de petróleo, el ácido resinoso, etc.

“los aditivadores controladores de secado pueden acelerar el proceso o por el contrario retardarlos, siendo los primeros los que ayudan a realizar un secado rápido de la mezcla, por lo cual esta velocidad reducir el tiempo de encofrados, de curado es decir reduce el tiempo de la construcción, generalmente se utiliza en la fábrica con construcciones de piezas ya definidas y se requiere poco tiempo de secado, sin embargo el segundo que es un retardador del proceso de secado de la mezcla, con la finalidad de utilizarla en áreas de gran magnitud por que se requiere trabajar la mezcla con mas tiempo y por el cual se pueda manejar” (Teodoro E. Harmsen, 2002, p.15).

### **1.3.8. Grafeno**

El grafeno se encuentra conformado de carbono puro, a través de átomos listos en patrón regula hexagonal, con un parecido al grafito, pero del espesor de una hoja de átomo, siendo un alótropo del carbono, un teselado hexagonal plano conformado por átomos de carbono y también enlaces covalentes los cuales se desarrollan a partir de la superposición de loa híbridos  $sp^2$  de los carbonos enlazados. El grafeno en su composición es común para el ámbito científico, pero su composición ha sido

cada vez más común en la industria y ahora se está aplicando a las edificaciones de estructuras grandes.

Los últimos años se ha realizado un avance constante de la nanotecnología, gracias a esta ha habido un estímulo, de un sin número de materiales con propiedades sorprendentes.

La nanotecnología, comprobada más de una vez, al disminuir al reducir la cantidad de los materiales a escala nanométrica. (Un nanómetro es equivalente a una parte millonésima del milímetro). Este material también posee propiedades físicas y químicas, pero de un mayor tamaño.

La nanotecnología, tiene propiedades físicas y químicas además se puede decir es una millonésima parte de un milímetro, estos objetos, tiene una masa más pequeña y sus dimensiones están entre 1-100 nanómetros tienen una denominación de nanomateriales. Ejemplos claros de nanomateriales son los nanotubos de carbono, puntos cuánticos de semiconductores, nanofibras, nanoesferas metálicas, nanocintas, etc.

El grafeno se podría decir que es un nanomaterial de un recién descubrimiento y tiene viables aplicaciones. El año 2010 Geims A. y Novoselov, Konstantin. Estos personajes fueron acreedores del premio nobel de física, debido a que en los 6 años antes, obtuvieron a esta materia que se encuentra en la naturaleza y que tiene propiedades altamente interesantes. Este es un componente del grafito que comúnmente se usa para la elaboración del centro del lápiz.

El grafeno se podría especificar que es un material mayor resistencia cuando se extrae del grafito, de una tiene una gran capacidad para el calor, también aguanta la más alta densidad de electricidad, además es impenetrable a los gases, que permite la perfecta de portadores de carga, y propiedades tan alucinantes como que sus electrones se manifiestan como partículas sin masa.

Las perspectivas del grafeno son muy voluminosas tiene una posición multifuncional, debido que reúne las propiedades presentes en los diferentes materiales y posee y una mejora muy buena.

### **1.3.9. Nanotecnología**

El término "nanotecnología" se usa exclusivamente para definir la ciencia y método que son aplicados a un rango de nano serie, esto son dimensiones perfectamente diminutas, "nanos" estos ayudan en su mayoría contribuyen a la manipulación de

la estructura molecular y sus átomos. En resumen, se fabricará máquinas y materiales a partir de la organización de átomos y moléculas. Se tiene por conocimiento además que la respectiva equivalencia de un nanómetro en escala equivale la billonésima parte de un metro.

*Tabla 4 : Equivalencias*

---

• Milímetro: 1 mm = 1,000,000 nm
• Micrómetro: 1 $\mu\text{m}$ = 1,000 nm
• Angstrom: 1 $\text{Å}$ = 1/10 nm
• Pacómetro: 1 pm = 1/1000 nm

---

*Fuente:* NANOMATERIALES,-unam 2012

La nanotecnología se refiere al estudio de diseño, de creación, manipulación, síntesis y aplicación mediante un vigilancia de la materia de manoescala y la explotación de fenómenos y lo que son propiedades de la nanoescala y su materia. Al haber la respectiva manipulación de los átomos y moléculas se tiende a demostrar propiedades totalmente de innovación. Los científicos emplean la nanotecnología para poder relajar la creación de materiales, sistemas novedosos y aparatos y de poco costo con características y propiedades únicas.

La nanotecnología está agrupada exclusivamente a la “fabricación molecular”. Debido a esto tiene un impacto global importante, en la vida en general, muy pronto en la economía en un futuro no muy lejano. Por otro lado tenemos importantes aportaciones en la biología, medicina, a informática, la construcción y el medioambiente. En el presente se puede distinguir diversos avances de mucha importancia en el área de nanopartículas, nanotubos. Se cuestionan los progresos en materia de nanorobots y autoreproducción por el cual los expertos tienen ideas encontradas. La cual se puede recalcar que la innovación empezó. Y también el respectivo debate sobre el riesgo y sus beneficios.

### **1.3.10. Utilidad del grafeno**

Para visualizar desde más cerca en cuantos campos se podría emplear el grafeno, es muy importante mirar el entorno por el cual estamos rodeados, desde los automóviles, computadores celulares, equipos de sonido, existen muchos artículos donde el grafeno tendría un buen uso.

Los componentes que posee el grafeno sirven como un material en la respectiva fabricación de automóviles, satélites espaciales, aviones, haciendo más seguro. También en la edificación de las construcciones ya que le da mayor resistencia

También destacan de forma muy significativa su aplicación en la producción de artículos electrónicos, teniendo una gran capacidad para obtener y concentrar energía, dándole durabilidad a las baterías, y para ser más efectivo un menor tiempo de carga, establecer también conexiones de mayor rapidez, también contribuir para así dar una mejora al medio ambiente, reemplazando de gran manera materiales que tienen una contaminación que hoy en la actualidad nos vemos con la necesidad de utilizar.

Por tal motivo, no es muy impresionante menciona que también que la utilización es prácticamente ilimitada y no existe fronteras establecidas en su aplicación son productos de la capacidad imaginaria de las personas.

Su aplicación en la generación de electricidad sería uno de sus descubrimientos más importantes y recientes tomado en cuenta el déficit energético en muchas localidades del país y de zonas alejadas de la urbe, inclusive que los paneles solares actuales, que también con el uso de la lluvia, lo cual sería una nueva generación de paneles que no necesiten la luz solar para generar energía.

### **1.3.11. Procedimientos aplicados para el estudio**

#### **1.3.11.1.Extracción y preparación de muestras**

La extracción y la preparación de las muestras de recurrió a la norma técnica peruana 400.010 y la norma ASTM D75(Muestreo de agregados)

### **1.3.12. Procedimientos**

#### **1.3.12.1.Muestreo de la descarga de agregado (recipiente de descarga).**

El método aleatorio fue la técnica empleada para la selección de las unidades, de acuerdo a la Norma ASTM D3665, a partir de la producción. Obtener por lo menos 3 incrementos aproximadamente iguales, elegidas al azar de la unidad a realizarse el muestreo y son ajustados para constituir una muestra de campo donde las masas sean iguales sin exceder al mínimo recomendado. Se deberá tomar cada aumento de la sección de material tal como esta es descargada.

Para la obtención de esto es usualmente obligatorio el empleo del dispositivo que sea ajustado a la necesidad. Tal dispositivo es una cacerola de tamaño proporcional que permita recolectar la cantidad de material sin que esta se desborde.

#### **1.3.12.2. Muestreo desde la banda de transporte o acarreo.**

Para la selección de unidades se utiliza el método al azar, similar a la Norma ASTM D 3665, a partir de la producción. Se obtiene por lo menos tres muestras de manera uniforme, luego se hace una selección del muestreo y se realiza la mezcla para obtener la muestra de campo, cada masa tiene que tener el mismo peso o con exceso mínimo. Se recomienda para las maquinarias, para detener la banda de transporte para obtener la muestra, luego se debe insertar 2 plantillas en el sistema de manera que entre el chorro de mezcla y el material obtenido se tenga la proporción homogénea, la muestra recolectada tanto finos y polvo, serán puestas en el receptáculo.

#### **1.3.12.3. Muestreo desde el almacenamiento o unidades de transportación.**

Para obtener un buen muestreo se debe tomar en cuenta el uso de mezcla uniforme, que no contenga material muy grueso ni tampoco demasiado fino, sobre todo cuando la muestra va ser estudiada por sus propiedades la manera como se elija influirá en los resultados que se desean obtener, en todo caso de tomarse la muestra solo de agregado que es grueso, se tiene que tomar en cuenta en realizarlo desde la base de la pila, otra muestra mas desde el intermedio y después desde la parte superior final, para hacerlo del agregado fino se toma también 5 muestras con tubos de 30 mm de diámetro por 2 metros de longitud, en este caso se hace en lugares de forma aleatoria, para el caso de tomar muestras de las unidades transportadas, se hace una excavación de trincheras de 0.3 metros de espesor y de profundidad bajo la superficie, se considera recabar tres muestras en la extensión de la trinchera.

#### **1.3.12.4. Muestreo de autopistas (Bases y Sub-base).**

Para poder obtener los materiales en conformidad con la norma ASTM D3665, desde lo que son las construcciones pueda obtener al menos lo que son 3 crecimientos aproximadamente de una manera igual, se hace una selección al azar desde cada unidad, para tomar las masas de manera uniforme sin sobrepasar el mínimo definido. Tomar también todo lo que son incrementos desde lo que es la autopista en todo lo que son espesor del material. Se tendrá que tener un cuidado con excluir lo que son las capas subyacentes del material. Marcar claramente las áreas específicas para cualquier incremento que debe ser extraído.

#### **1.3.12.5. Toma de muestra y transporte**

Para poder tomar lo que son el número de las muestras del campo requeridas va depender de lo que son las propiedades que vamos a querer obtener. Se tendrá que realizar una especificación de cada unidad de cualquiera de las muestras del campo para poder ser obtenidas antes de lo que son el muestreo. El número de lo que son las muestras del campo de lo que es la producción tendrá que ser lo suficiente para obtener un resultado confiable.

#### **1.3.13. Transporte**

Para poder transportar lo que son los agregados se necesitara de los sacos u otros como el recipiente construido para poder prevenirla la pérdida o la contaminación de algunas partes de lo que son las muestras.

Se tiene que considerar la entrega de los siguientes documentos: cada muestra tiene que encontrar debidamente rotulada, con el adjunto de los reportes realizados en campo, además de los informes de laboratorio y finalmente el informe de ensayo.

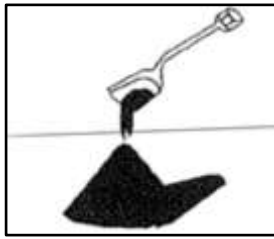
**Tabla 5 : Tamaño de muestra**

<b>Tamaño de Muestra</b>	
<b>Tamaño máximo nominal del agregado</b>	<b>Tamaño mínimo aproximado de muestras de campo (kg)</b>
<b>Agregado Fino</b>	
N° 8 (2.36 mm)	10
N° 4 (4.75 mm)	10
<b>Agregado Grueso</b>	
3/8" (9.50 mm)	10
1/2" (12.50 mm)	15
3/4" (19.00 mm)	25
1" (25.00 mm)	50
1 1/2" (37.50 mm)	75
2" (50.00 mm)	100
2 1/2" (63.00 mm)	125
3" (75.00 mm)	150
3 1/2" (90.00 mm)	175

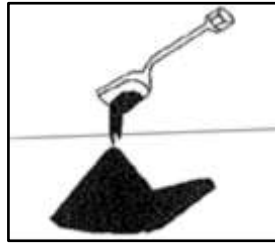
*Fuente:* Norma ASTM D75

#### **1.3.13.1. Reducción de muestra**

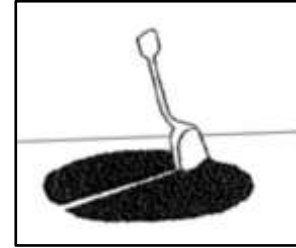
Para poder realizar la reducción de lo que es la muestra se va tomar el método de lo que es el cuarteo en la cual va consentir en poder homogenizar la muestra, este proceso se va llamar también el cuarteo tipo B, el cual va consistir en poder homogenizar la muestra en un apilamiento tipo cónico y luego con ayuda de un dispositivo para enrasar grande se reduce su altura hasta obtener un círculo, el cual después se va separar en cuartos y cada uno luego se va tener que separar de una manera igual en unas porciones tales que al realizar una combinación dos opuestas formarán la submuestra, tal como se explica en el método B del estándar AASHTO T 248.



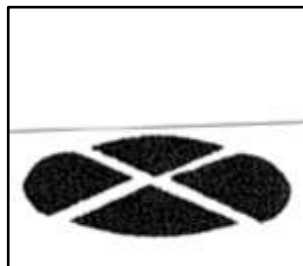
Sobre superficie dura y limpia hacer un cono



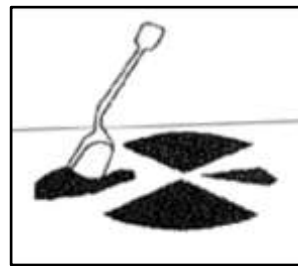
Homogenizar de nuevo y volver a formar el cono



Enrasar y dividir la muestra



Muestras divididas en cuartos



Escoger cuartos opuestos y descartar los otros dos

*Figura 1 : Método de cuarteo*

*Fuente:* Norma ASTM D75

### 1.3.13.2. Peso unitario.

La NORMA NTP 400.017 y la ASTM C29, el peso que en este que el peso de la masa que tiende a ocupar un volumen de patrón que es único entre si lo que viene hacer su la condición de volumen de vacío propio del agregado que viene a ocupar una parte del volumen unitario patrón.

El peso en este caso que es unitario, tiene una definición idéntica a lo que vendría hacer el peso unitario simple, se refiere al peso que se divide por el volumen, pero la diferencia que en este caso es fundamental la cantidad en peso específico, el volumen viene hacer el aparente, en pocas palabras el volumen incluye los vacío, el peso no se tiende a diferir.



El peso específico unitario, es el peso de la muestra sobre un volumen definido del molde, viene a ser a la vez una constante de cada material, que tiene un uso que es para transformar pesos y volúmenes y viceversa, principalmente en la dosificación del hormigón

#### **1.3.14. Procedimiento**

La muestra de arena es expuesta al sol, posterior a ello se realiza el pesado, teniendo en cuenta la proporción y medidas anotadas, calculando el peso del recipiente, con los utensilios como el cucharón se toma la muestra y coloca en el recipiente, se lo deja caer a menos de cinco centímetros. Desde la superficie, llenado el recibiendo luego con una regle hacer el proceso de enrazado, el peso que se adquiere es de cinco kilos, luego separar la arena del recipiente, nuevamente se repite la operación y se realiza el pesado el cual debe contener los cinco kilos.

##### **1.3.14.1. Contenido de humedad**

Se encuentra definido en la norma ASTM D 2216, el índice expresado por la humedad del suelo, en una cantidad de masa del suelo, la cantidad de agua se compone en el suelo.

El secado del suelo se mide con el operativo de suelo húmedo, en lo que es un horno, el peso constante, a  $110 \pm 5$  °C. Para conocer cual es el peso del suelo se procesa las partículas en el horno, con el secado luego se pesa la tierra y se resta del peso inicial y eso es el peso, es decir el peso perdido es considerado como el peso que tenía el agua, bajo este método podemos encontrar los resultados adecuados, pero con hornos con una medición menor a 110°C no se encuentra resultados equivalentes.

La confianza del suelo llega a tener yeso además de minerales que llegan a contener cantidades enormes de agua que se hidratan en su suelo más húmedo se tiene que utilizar el horno a 60° o en todo un descantándose que pueda estar con la temperatura del ambiente, para poder pesar y obtener el peso del agua,

El horno que seca termostáticamente está bajo control mantiene las temperaturas de 100°C como también las de 5°C siguiendo la siguiente

Aproximación: desde 0,01 g con las muestras inferiores a 200 g. De 0,1 g para las muestras superiores a 200 g.

### **1.3.15. Materiales**

Son depósitos apropiados anticorrosión y la variación de peso cuando se le somete a altas y bajas temperaturas continuas, limpieza y exposición a materiales de pH variable.

Debe ser hermético desde las tapas, de esta manera no hay fuga de la forma natural de humedad, desde el pesado con el que se inicia, con la cual se previene la absorción de nuestro medio ambiente es decir la atmosfera, después del secado se debe utilizar otro deposito.

#### **1.3.15.1. Análisis Granulométrico**

La granulometría del agregado se interpreta haciendo todo un procedimiento mecánico o manual, este procedimiento sirve para separar las partículas constitutivas del agregado según el tamaño, esto nos da como resultado conocer el peso según tamaño que aporta el peso total. Para separar las partículas por tamaños de utiliza los tamices de diferentes aberturas en la cual separan el tamaño máximo del agregado. Los ensayos realizados en laboratorio los pesos retenidos en el tamiz de cada tamaño se expresan en porcentajes con respecto a la suma total de las muestras.

La cantidad de material retenido expresado en porcentaje se calculan los porcentajes parciales y acumulados en cada tamiz, con estos datos se graficará los valores del material.

Existe dos tipos de procedimientos para este método, el primero usando agua para realizar el lavado del material, el siguientes utilizando humectantes que ayudan a separar el agregado más pequeño con la malla # 200. No especifica en la norma por qué método ensayar así que el procedimiento que deberá ser utilizado es el que usa solamente agua. En algunos casos, lo que viene hacer el material fino esta adherido a las partículas finas y las grandes, tal como revestimientos de distintos materiales en algunos casos hechos de arcilla, o materiales que son más

finos, por lo cual tienen formas de separarse con un agente que humecte en el agua.

En el desarrollo de esta práctica se utiliza el material más fino que de 75mm, el cual será separado de manera más óptima de los materiales gruesos, siendo este inclusive en tamizado húmedo, es de mayor facilidad que el caso del tamizado seco, en ese contexto se requiere del tamizado muy fino inclusive que la malla de 75 mm con el uso del material fino (ASTM C 136). Por la necesidad de material más fino a 75 mm de malla, en material fino o grueso, se practica este método previamente en la muestra tamizada en seco. (norma ASTM C 136).

Los resultados encontrados en este tipo de método con el cálculo y análisis por los materiales tamizados, de y agregado fino y grueso (ASTM C 136), y la cantidad del material de forma total los cuales se ven con el ensayo del C 136, obtenidos de la misma muestra.

En consecuencia, de hacer el ensayo para obtener la muestra de material el cual se encuentra en función nominal.

#### **1.3.15.2. Módulo de fineza**

El método que en este caso es finura, también llamado módulo granulométrico por algunos autores, viene hacer un índice de la granulometría, ya que un número infinito de tamizados da el mismo valor para el módulo de finura.

Sin embargo, da una idea del respectivo grosor o la finura del agregado, por este motivo se prefiere manejar el respectivo término del módulo de la finura.

Lo que viene hacer el módulo de finura se calcula sumando y los respectivos porcentajes que ya son retenidos y se acumulan en el tamiz estándar (nombrados más abajo) y dividiendo la suma entre 100.

Los cambios que son significativos en lo que es granulometría de la arena tiende a tener una repercusión que es importante en la demanda de agua y en consecuencia en la trabajabilidad del hormigón, por lo que si hubiese

una variación significativa en la granulometría de la arena deben hacerse ajustes en el contenido de cemento y agua para conservar la resistencia del hormigón.

Para no tener que recalcular lo que es la dosificación del hormigón el módulo de finura del agregado fino, lo que son envíos sucesivos no tiene que variar en más del  $\pm 0.2$ .

El tamiz especificado que se tiene que usar en lo que es el cálculo del módulo de la fineza es:

- ✓ Tamiz numero 100
- ✓ Tamiz numero 50
- ✓ Tamiz numero 30
- ✓ Tamiz numero 16
- ✓ Tamiz numero 8
- ✓ Tamiz numero 4
- ✓ Tamizador de 3/8"
- ✓ Tamizador de 3/4"
- ✓ Tamizador de 1 1/2"
- ✓ Tamizador de 3"
- ✓ Tamizador de 6"

y el módulo de fineza será:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenido acumulado}(6+3 + 1\frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

**Fuente:** Norma ASTM C33

En la siguiente imagen se presenta un ejemplo de graduación y cálculo del módulo de fineza del agregado fino y grueso.

## Cálculo del agregado fino

*Tabla 6 : Tamices agregados finos*

<b>TAMIZ N°</b>	<b>ABERTURA (MM)</b>	<b>REQUISITO DE % QUE PASA</b>
3/8"	9.525	100
4	4.750	95 a 100
8	2.360	80 a 100
16	1.180	50 a 85
30	0.600	25 a 60
50	0.355	10 a 30
100	0.150	2 a 10
Bandeja		

**Fuente:** Norma ASTM C3.

## Cálculo del agregado grueso

*Tabla 7: Tamices agregados gruesos*

<b>Tamiz N°</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Requisito de % que pasa</b>
1 1/2"	37.500	100
1"	25.000	95 a 100
3/4"	19.000	-
1/2"	12.500	25 a 60
3/8"	9.500	-
4	4.750	0 a 10
8	2.360	0 a 5
Bandeja		

**Fuente:** Norma ASTM C33

### 1.3.16. Grafeno

El Grafeno es un tipo de material nanotecnológico que tiende a representar, ante Todo, lo que es un tema interesante de investigación, porque ocasiona un novedoso arquetipo entre la máquina que es una partícula, en lo que es la ciencia y evolución y los componentes.

Debido a la naturaleza que tiene el Grafeno, las partículas de carbono están fusionados hexagonalmente, se ha extendido de un modo el cual es hexagonal y se expande en el espacio de un modo bidimensional, similar al panal de abejas.

Explicado de otra forma: es un elemento que llevan la forma de cristales y su componente principal es el carbono.

Los últimos años se ha realizado un avance constante de la nanotecnología, gracias a esta ha habido un estímulo, de un sin número de materiales con propiedades sorprendentes.

La nanotecnología, comprobada más de una vez, al disminuir al reducir la cantidad de los materiales a escala nanométrica. (Un nanómetro es equivalente a una parte millonésima del milímetro). Este material también posee propiedades físicas y químicas, pero de un mayor tamaño.

La nanotecnología, tiene propiedades físicas y químicas además se puede decir es una millonésima parte de un milímetro, estos objetos, tiene una masa más pequeña y sus dimensiones están entre 1-100 nanómetros tienen una denominación de nanomateriales. Ejemplos claros de nanomateriales son los nanotubos de carbono, puntos cuánticos de semiconductores, nanofibras, nanoesferas metálicas, nanocintas, etc.

El grafeno se podría decir que es un nanomaterial de un recién descubrimiento y tiene viables aplicaciones. El año 2010 Geims A. y Novoselov, Konstantin. Estos personajes fueron acreedores del premio nobel de física, debido a que en los 6 años antes, obtuvieron a esta materia que se encuentra en la naturaleza y que tiene propiedades altamente interesantes. Este es un componente del grafito que comúnmente se usa para la elaboración del centro del lápiz.

El grafeno se podría especificar que es un material mayor resistencia cuando se extrae del grafito, de una tiene una gran capacidad para el calor, también aguanta la más alta densidad de electricidad, además es impenetrable a los gases, que permite la perfecta de portadores de carga, y propiedades tan alucinantes como que sus electrones se manifiestan como partículas sin masa.

Las perspectivas del grafeno son muy voluminosas tiene una posición multifuncional, debido que reúne las propiedades presentes en los diferentes materiales y posee y una mejora muy buena.

### **1.3.17. Agua**

En nuestros diseños de mezcla, y mezcla de prueba se empleó el AGUA POTABLE, este tipo de agua es la más usada en las construcciones, ya que se adapta al tipo de

agua ideal que se debe de usar en la preparación del concreto (siempre y cuando los ácidos y sales se encuentren dentro de los valores máximos admisibles).

El agua que se utilizó para la siguiente investigación es el agua potable de la Universidad Cesar Vallejo – Filial Tarapoto.

### 1.3.18. Resistencia a la compresión promedio

En el estudio no se va tener que contar con lo que es una desviación estándar por lo general allí resistencia promedio requerirá deberá ser determinado empleando a la siguiente tabla de la norma ASTM

*Tabla 8: Resistencia a la compresión promedio*

$f'_c$	$f'_{cr}$
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Fuente: American Concrete Institute

### 1.3.19. Selección del tamaño máximo nominal

La norma NTP 400.037 se define el tamaño máximo que pueda corresponder a un menor tamiz por la cual pasa toda la muestra del agregado grueso.

La norma NTP 400.037 define el tamaño máximo nominal que va a corresponder al menor tamiz de la serie que será utilizada que produce el primer retenido según el contenido de la tabla 2

### 1.3.20. Selección de asentamiento

La trabajabilidad es un atributo del concreto en su estado trabajable que viene a definir el porcentaje de humedad de la pasta y se clasifican en:

- ✓ Mezclas secas.
- ✓ Mezclas plásticas.
- ✓ Mezclas fluidas.

El método en si que tiene el laboratorio que se va usar en la siguiente investigación para poder determinar la consistencia de lo que viene hacer la mezcla de concreto se realiza a través del cono de Abrams el cual nos llegara a brindar una buena idea de lo que son las características de la mezcla bajo condiciones de la obra. Para poder hacer la selección de un asentamiento se podrá efectuar según lo recomendado de lo que dice la norma NTP 339.035 o ASTM C 143 que se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 9:** Selección de Asentamientos

<b>Tipo de Construcción</b>	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>
Zapatas y Muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones Simples	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

*Fuente:* Comité 211 del ACI.

### 1.3.21. Volumen unitario de agua

La selección de lo que viene hacer el vol. unitario de líquido o agua se va referir a lo que es la determinación en cantidad del líquido o agua emplear que se podrá ser añadido a la mezcla para poder obtener lo que es la consistencia cuando el agregado se encuentra en un estado seco.

Se empleará la siguiente tabla que pueda corresponder al valor máximo de un agregado grueso de perfil angular y granulometría comprendida dentro de los límites de la norma ASTM C33.



**Tabla 10 :** Selección de Volumen unitario

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)	AGUA EN LITROS/M3.								
	10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1 1/2")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")	
<b>CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO</b>									
30 A 50 (1" A 2")	207	199	190	179	166	154	130	113	
80 A 100 (3" A 4")	228	216	205	193	181	169	145	124	
150 A 180 (6" A 7")	243	228	216	202	190	178	160	---	
Cantidad aproximada de aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
<b>CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO</b>									
30 A 50 (1" A 2")	181	175	168	160	150	142	122	107	
80 A 100 (3" A 4")	202	193	184	175	165	157	133	119	
150 A 180 (6" A 7")	216	205	197	184	174	166	154	---	
Contenido total de aire incorporado (%) en función del grado de exposición	Exposición suave	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
	Exposición moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
	Exposición severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

*Fuente:* Norma ASTM C 33.

### 1.3.22. Contenido de aire

**Tabla 11:** Contenido de aire

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

*Fuente:* Norma ASTM C 33 y la NTP 400.037.

### 1.3.23. Relación agua/cemento.

*Tabla 12: Relación de fluido y cemento*

$f'_{cr}$ (28 días)	RELACIÓN AGUA-CEMENTO DISEÑO EN PESO	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con Aire incorporado
<b>150</b>	0.80	0.71
<b>200</b>	0.70	0.61
<b>250</b>	0.62	0.53
<b>300</b>	0.55	0.46
<b>350</b>	0.48	0.40
<b>400</b>	0.43	0.40
<b>450</b>	0.38	0.40

Fuente: Norma ASTM C 33.

### 1.3.24. Factor de cemento

El factor del cemento se obtiene dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación de agua y cemento.

### 1.3.25. Contenido de agregado grueso

*Tabla 13 : Contenido de agregado grueso*

Tamaño Agregado Grueso	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Norma ASTM C 29.

### 1.3.26. Cálculos de volúmenes absolutos

De una vez calculado el peso del cemento, el agua, el agregado grueso, como también el volumen de aire, se pasa a calcular la suma de los volúmenes absolutos.

## **1.4 Formulación del problema.**

### **1.4.1. Problema general**

¿Cómo influye el grafeno en la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> como aditivo nanotecnológico en Tarapoto – 2018.?

### **1.4.2. Problema específico**

¿Cómo influye el grafeno en el estado fresco del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

¿Cómo influye el grafeno en el estado endurecido del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

## **1.5 Justificación del estudio.**

### **Justificación teórica.**

Se justifica porque se buscó conocer el porcentaje de grafeno que se añadirá a la mezcla para mejorar la resistencia.

### **Justificación practica**

En esta justificación los datos resultantes de la investigación servirán como antecedente para diseños de mezcla de concreto utilizando grafeno.

### **Justificación por conveniencia**

A su tiempo se justifica que tendrá una mayor resistencia de acuerdo a los diseños especificados.

### **Justificación social**

Se demuestra que con la demostración de los resultados se minimizará el uso del cemento se esa manera de minimizar su uso para así no seguir contaminando el ambiente a gran escala.

### **Justificación metodológica**

Se justifica ya que se elaboró un diseño de mezcla dando a conocer el porcentaje adecuado para su uso del grafeno en concreto.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

El grafeno influye en la resistencia y trabajabilidad del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> como aditivo nanotecnológico usado en la ciudad de Tarapoto – 2018

### **1.6.2. Hipótesis específica**

Mejorar la resistencia mediante los cambios en los porcentajes de grafeno mejora la resistencia del concreto.

Los cambios de porcentaje de grafeno en la mezcla de concreto influyen en la resistencia y trabajabilidad del concreto.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General.**

Determinar la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en Tarapoto - 2017.

### **1.7.2. Objetivo Específicos**

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.
- Obtener la variación de cambios en la resistencia del concreto al aumentar el porcentaje de grafeno.
- Evaluarla trabajabilidad del concreto con la mezcla de grafeno.
- Conocer el porcentaje del grafeno optimo a emplear en el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Comparación de Costos.
- Difundir las propiedades del grafeno como aditivo del concreto.

## II. MÉTODO.

### 2.1 Diseño de la investigación

La indagación diseñada a elaborar fue del tipo experimental, apropiado ya que se elaboró un diseño de mezcla para conseguir resultados; de tipo aplicada.

$$V_1 \leftarrow \text{-----} r \text{-----} \rightarrow V_2$$

$V_{(1)}$  = V. Independiente

$V_{(2)}$  = V. Dependiente

R = Relación

### 2.2 Operacionalización de variables

- Var. Independiente  
Evaluación de la influencia del grafeno
- Var. Dependiente  
Resistencia del concreto

## Operacionalización de variables

### 2.3 Población muestra y muestreo

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Evaluación de la influencia del grafeno	Es compuesto más fuerte que el acero, es muy utilizado para equipos electrónicos, tienen distintas presentaciones.	Se elaborará un prototipo de mezcla de concreto patrón y luego agregando sus respectivas dosificaciones y se evaluará cada uno de los diseños.	Dosificación de Grafeno en el concreto al 1 % del peso del cemento.	Continua
			Dosificación de Grafeno en el concreto al 1.5 % de peso del cemento.	
Resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	El concreto es una mezcla homogénea de piedras, arena, agua cemento y aire que al solidificarse en conjunto de los materiales alcanza su máxima resistencia para trabajos estructurales en la construcción.	La resistencia del concreto es muy importante, para eso se realiza los ensayos de granulometría pasando a través de los tamices tanto del agregado fino y agregado grueso, y para la ruptura de probetas se elabora la mezcla de concreto y se extraerá las muestras llenando los moldes de probetas y después realizar el fraguado para su respectiva ruptura.	Ensayo de granulometría.	
			Ensayo de ruptura a compresión de probetas.	Razón

#### Población

Se hizo el estudio con una población finita, con un número que determinó, susceptible para contabilizarlo. En este caso, se elaborará 36 probetas.

#### Muestra

Acorde con las condiciones de estudio de la presente investigación la cual estuvo formada con un porcentaje del 100% de población para su desarrollo.

## 2.4 Técnicas de recolección de datos e instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Estudio de las propiedades físicas y mecánico de los agregados	Formato del test granulométrico, mecánica de suelos	Norma Técnica Peruana, ASTM
Diseño de mezcla	Formatos de diseño de mezcla,	Norma Técnica Peruana (NTP), ASTM

### Validez y confiabilidad

La comprobación de los equipos y herramientas estuvo a cargo de profesionales del campo de la ingeniería civil, con la respectiva colegiatura y habilitación por el colegio de ingenieros de San Martín.

## 2.5 Técnica de análisis de datos

Después de hacer las aplicaciones de los ensayos se obtendrá datos en bruto que estarían siendo trabajados en gabinete para obtener el porcentaje adecuado de grafeno que se aplicara en el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> como aditivo.

## 2.6 Aspectos éticos

La indagación actual se desarrolló bajo los estándares estrictos de lo que es una investigación de tesis además de utilizar la información bajo el cuidado de la referenciación con respeto a los autores y el reglamento establecido por la universidad, bajo todos los preceptos de derecho de autoría para la sustentación de la misma.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Resultados de ensayos

##### 3.1.1. Ensayos Preliminares

##### 3.1.1.1. Presencia de humedad en el Agregado Grueso



*Figura 2 :Presencia de Humedad en el agregado grueso*

*Fuente:* Datos obtenidos en lab. de mecánica de suelos UCV a través de ensayos.

*Tabla 14 : Determinación de % de Humedad Natural – Agregado Grueso*

LATA	UNIDAD	1	2	3
Peso de recipiente	<b>grs</b>	86.60	79.80	84.40
Peso de material húmedo	<b>grs</b>	646.80	650.80	650.00
Peso del material seco	<b>grs</b>	644.60	645.50	645.60
Presencia de agua	<b>grs</b>	2.20	5.30	4.30
Peso del material seco	<b>grs</b>	558.00	565.70	561.30
% de humedad	<b>%</b>	0.39	0.94	0.77
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>		<b>0.70%</b>		

*Fuente:* Datos obtenidos en lab. de mecánica de suelos UCV realizados a través de ensayos.



### 3.1.1.2. Contenido de Humedad agregado fino



*Figura 3 : Contenido de Humedad agregado fino.*

*Fuente:* Resultados de ensayos de laboratorio de mecánica de suelo.

*Tabla 15 : Determinación de % de Humedad Natural – Agregado Fino*

<b>LATA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de recipiente	<b>grs</b>	86.70	93.50	81.40
Peso de material húmedo	<b>Grs</b>	303.30	302.10	303.6
Peso del material seco	<b>Grs</b>	298.50	297.80	299.10
Presencia de agua	<b>Grs</b>	4.80	4.30	4.50
Peso del material seco	<b>grs</b>	211.80	204.30	217.70
% de humedad	<b>%</b>	2.27	2.10	2.07
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>			<b>2.15%</b>	

*Fuente:* Datos obtenidos en laboratorio de mecánica de suelo UCV

### 3.1.1.3. absorción agregado grueso



*Figura 4 : Absorción agregado grueso*

*Fuente:* Datos obtenidos en laboratorio de mecánica de suelo UCV

*Tabla 16 : Peso específico y absorción de agregado Grueso*

ITEM	PROCEDIMIENTO	UNIDAD	PESOS
1	Peso de extracto secada al horno	[gr]	1495.0
2	Peso de extracto saturada con superficie seca	[gr]	1502.0
3	Peso de extracto saturada dentro del agua	[gr]	920.2
4	Peso específico de masa	[gr/cc]	2.57
5	P. E. de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.58
6	Peso específico simulado	[gr/cc]	2.60
<b>Porcentaje de absorción</b>		<b>[%]</b>	<b>0.47</b>

*Fuente:* Datos Obtenidos en lab. de mecánica de suelo UCV. a través de ensayos.

### 3.1.1.4. Absorción agregado fino



*Figura 5 : Absorción de material fino*

**Fuente:** Datos Obtenidos en lab. de mecánica de suelo UCV. Realizado a través de ensayos.

*Tabla 17 : Peso específico y absorción del material fino*

ITEM	PROCEDIMIENTO	UNIDAD	PESOS
1	P. de arena s.s.s. + peso de fiola + peso del agua	[gr]	963.86
2	P. de arena s.s.s. + peso de la fiola	[gr]	660.40
3	P. Agua	[gr]	303.46
4	P. de arena secada en estufa + peso de la fiola	[gr]	652.07
5	P. de la fiola	[gr]	160.40
6	P. de arena secada en estufa	[gr]	491.87
7	P. de arena s. s. s.	[gr]	500.00
8	Volumen del balón	[cc]	500.00
9	P. específico de masa	[gr/cc]	2.50
10	P. específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.54
11	P. específico simulado	[gr/cc]	2.61
<b>12</b>	<b>Porcentaje de absorción</b>	<b>%</b>	<b>1.69</b>

**Fuente:** Datos obtenidos en ensayos realizados en lab. de mecánica de suelo UCV.

### 3.1.1.5. Peso Unitario agregado Grueso



*Figura 6 : Peso Unitario agregado Grueso*

*Fuente:* Resultados de ensayos de laboratorio de mecánica de suelo

*Tabla 18 : Peso unitario agregado grueso*

ITEM	PROCEDIMIENTO	UNIDAD	P.U.S.		P.U.C.	
1	P. molde + material	[kg]	17.788	17.838	19.404	19.387
2	P. molde	[kg]	4.902	4.902	4.902	4.902
3	P. de material	[kg]	12.886	12.936	14.502	14.485
4	Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093
5	P. unitario	[kg/m <sup>3</sup> ]	1386.00	1391.00	1559.00	1558.00
<b>Peso unitario promedio</b>		<b>[kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>1389.00</b>		<b>1559.00</b>	

*Fuente:* Datos obtenidos de ensayos realizados en lab. de mecánica de suelo UCV

### 3.1.1.6. Peso unitario agregado fino



*Figura 7 : Peso Unitario agregado Fino*

*Fuente:* Datos Obtenidos en lab. de mecánica de suelo UCV. Realizados a través de ensayos.

*Tabla 19 : Peso unitario material fino*

ITEM	PROCEDIMIENTO	UNIDAD	P.U.S.		P.U.C.	
1	P. molde + material	[kg]	5.716	5.711	6.370	6.366
2	P. molde	[kg]	1.647	1.647	1.647	1.647
3	P. de material	[kg]	4.069	4.064	4.723	4.720
4	Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112
5	P. unitario	[kg/m <sup>3</sup> ]	364.00	364.00	423.00	423.00
<b>Peso unitario promedio</b>		<b>[kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>364.00</b>		<b>423.00</b>	

*Fuente:* Datos obtenidos de ensayos realizados en lab. de mecánica de suelo UCV

### 3.1.1.7. Granulometría agregado grueso



*Figura 8 : Granulometría agregado grueso*

*Fuente:* Datos obtenidos en lab. de mecánica de suelo UCV. Realizado a través de ensayos.

**Tabla 20 : Granulometría agregado grueso**

Peso Inicial Seco, [gr]		5000.00						
		4999.60						
Tamiz	Apertura [mm]	P.retenido [grs]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800						Diámetro nominal máximo.	3/4"
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00			Módulo de finura.	-
1"	25.400	0.00	0.00	100.00			P. específico seco (gr/cc)	2.57
3/4"	19.050	3410.90	68.20	31.80	100	100	Absorción (%)	0.47
1/2"	12.700	1570.40	99.60	0.40	90	100	Humedad (%)	2.00
3/8"	9.525	14.70	99.90	0.10	35	70	P. unitario suelto (Kg/m3)	1389.0
Nº 4	4.760	0.70	99.90	0.10	0	15	P. unitario compact. (Kg/m3)	1559.0
< Nº 4	0.000	2.90	100.00	0.00				
		4999.60						
			4984.90					

**Fuente:** Resultados obtenidos en ensayos de laboratorio de mecánica de suelo

### 3.1.1.8. Granulometría agregado fino



**Figura 9 : Granulometría agregado fino**

**Fuente:** Datos obtenidos en lab. de mecánica de suelos UCV. Realizados a través de ensayos.

**Tabla 21 : Granulometría agregado fino**

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent. Ret. [%]	Porcent. Ret. Acumulado [%]	Porcent. Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas
P. Lavado y Seco, [gr]		700.00						
Peso Inicial [gr]		670.00		622.80				
3/8"	9.525	0			100.00	100	100	Diámetro nominal máximo.
N° 4	4.760	40.50	5.80	5.80	94.20	95	100	Módulo de
N° 8	2.360	52.20	7.50	13.30	86.70	80	100	finura.
N° 16	1.180	60.80	8.70	22.00	78.00	50	85	Peso específico seco (gr/cc)
N° 30	0.600	145.00	20.70	42.70	57.30	25	60	Absorción (%)
N° 50	0.300	183.60	26.20	68.90	31.10	5	30	Humedad (%)
N° 100	0.150	140.70	20.10	89.00	11.00	0	10	Peso unitario suelto (Kg/m3)
<N° 100	0.000	47.10	6.70	95.70	4.30			Peso unitario compactado (Kg/m3)
		669.90			4.30			

**Fuente:** Resultados obtenidos en ensayos de laboratorio de mecánica de suelo UCV.

### 3.1.2. Concreto patrón

Se muestra el resultado del concreto patrón:

#### Especificaciones

- Diseño de mezcla método ACI
- $f_c$  28 días = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Condiciones normales

#### Materiales

##### Cemento

- Portland compuesto tipo Ico
- Peso del material específico 3.15

##### Agua

- Se utilizó del servicio de red público de la Universidad César Vallejo

### **Agregado Fino**

- Peso específico : 2.34
- Porcentaje de absorción (%) : 1.69%
- Contenido de humedad (%) : 3.80%
- P. unitario suelto : 364.00 Kg/m<sup>3</sup>
- P. unitario compactado : 423.00 Kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de fineza : 2.40

### **Agregado Grueso**

- Peso específico : 2.57
- Perfil : Angular
- Porcentaje de absorción (%) : 0.47%
- Contenido de humedad (%) : 2.00%
- P. unitario suelto seco : 1389.00 Kg/m<sup>3</sup>
- P. unitario compactado seco : 1559.00 Kg/m<sup>3</sup>
- T.M.N. (NTP) : 3/4"

### **Determinación de la resistencia promedio**

Conociendo que la resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Entonces tomando el segundo caso de la tabla 8 tenemos:

Datos:

Calculando el  $f'_{cr}$  tenemos:

210 kg/cm<sup>2</sup>

$$f'_{cr} = 210 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### **Identificación del tamaño máximo nominal del agregado**

Para el cálculo en este caso se tomará el material grueso de 3/4".

### **Selección del asentamiento**

El concreto se trabajará en una condición plástica que corresponde a un asentamiento de 3" a 4" según tabla 9.



### **Volumen Unitario del agua**

Se determina que el volumen de agua necesario para el diseño de mezcla según tabla 10, cuyo asentamiento es de 3" a 4" en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado grueso tiene tamaño máximo de 3/4" es de 205 l/m<sup>3</sup>.

### **Contenido de aire**

Se calcula según la tabla # 11, el contenido de aire atrapado para el agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4" es de 2.00 %.

### **Relación agua/cemento**

No presentándose en este caso problemas de intemperismo ni de ataques de sulfato, u otro tipo de acciones que pudieran dañar el concreto, se seleccionará la relación agua/cemento únicamente por resistencia según tabla 12.

$$250 = 0.62$$

$$294 = x$$

$$300 = 0.55$$

$$X = \text{La relación de agua/cemento} = 0.56$$

### **Factor cemento**

El factor de cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento:

$$\text{Factor del cemento} = 205/0.56 = 366 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cantidad en bolsas de cemento} = 366/42.5 = 8.61 \text{ bol/m}^3$$

### **Contenido de agregado grueso**

Se determina el contenido de agregado grueso según tabla 13 empleando el método ACI con un módulo de finura de 2.40 y un tamaño máximo nominal de 3/4" encontrándose un valor = 0.66 m<sup>3</sup> de material grueso compactado por elemento en volumen de material.

$$P. \text{ del material grueso} = 0.66 \times 1559 = 1029 \text{ kg/cm}^2$$

### **Cálculos de volúmenes absolutos**

Conocidos el peso del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen del aire, se calculará la suma de los volúmenes absolutos.

Volumen absoluto de:

➤ Cemento	$366 / (3.15 \times 1000)$	$= 0.116 \text{ m}^3$
➤ Agua	$205 / (1 \times 1000)$	$= 0.205 \text{ m}^3$
➤ Aire	2.0%	$= 0.020 \text{ m}^3$
➤ Agregado Grueso	$1029 / (2.57 \times 1000)$	$= 0.400 \text{ m}^3$
➤ Suma de Volúmenes conocidos		$= 0.741 \text{ m}^3$

### **Contenido de agregado fino**

El volumen absoluto de agregados fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por el peso específico.

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 1 - 0.741 = 0.259 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino seco} = 0.259 \times 2.50 \times 1000 = 648 \text{ kg/m}^3$$

### **Valores de diseño**

La proporción de material a emplear en el diseño:

✓ Cemento	=	366 Kg/m <sup>3</sup> .
✓ Agua de diseño	=	205 Lts/m <sup>3</sup> .
✓ Agregado fino	=	648 Kg/m <sup>3</sup> .
✓ Agregado grueso	=	1029 Kg/m <sup>3</sup> .

### **Corrección por humedad del agregado**

Peso húmedo de los materiales.

✓ Material Fino		
648 x 1.038	=	673 Kg/m <sup>3</sup> .
✓ Agregado Grueso		
1029 x 1.020	=	1050 Kg/m <sup>3</sup> .

Calculando la humedad superficial del material.

- ✓ Material fino  $3.80 - 1.69 = +2.11 \text{ Kg/m}^3$ .
- ✓ Material grueso  $2.00 - 0.47 = +1.53 \text{ Kg/m}^3$ .

Las contribuciones de los agregados serán:

- ✓ Agregado fino (648 x 0.0211) = 14 Lts/m<sup>3</sup>.
- ✓ Material grueso (1029 x 0.0153) = 16 Lts/m<sup>3</sup>.
- ✓ Aportes de humedad del agregado = 30 Lts/m<sup>3</sup>.
- ✓ Agua efectiva 205 – 30 = 175Lts/m<sup>3</sup>.

Los pesos de los materiales corregidos por humedad.

- ✓ Cemento  $366 \text{ kg/m}^3$
- ✓ Agua afectiva  $175 \text{ l/m}^3$
- ✓ Material fino  $673 \text{ kg/m}^3$
- ✓ Material Grueso  $1050 \text{ kg/m}^3$

### Proporción en peso

Proporciones en peso de los materiales sin corregir y corregidos.

$$\frac{366}{366} : \frac{648}{366} : \frac{1029}{366} = 1 : 1.77 : 2.98/23.8 \text{ l/bol.}$$

$$\frac{366}{366} : \frac{673}{366} : \frac{1050}{366} = 1 : 1.84 : 3.04/20.3 \text{ l/bol.}$$

$$\text{Relación agua/cemento de diseño} = 205/366 = 0.56$$

$$\text{Relación agua/cemento efectivo} = 175/366 = 0.48$$

### Pesos por tanda de una bolsa

La cantidad de materiales que se necesita por tanda de una bolsa.

- ✓ Cemento  $1 \times 42.5 = 42.5 \text{ kg/bolsa}$
- ✓ Agua afectiva = 20.3 l/bolsa
- ✓ Agregado fino  $1.84 \times 42.5 = 78.2 \text{ kg/bolsa}$
- ✓ Agregado Grueso  $3.04 \times 42.5 = 129.2 \text{ kg/bolsa}$

### 3.1.3. Concreto con 1.00% de grafeno

La cantidad de materiales que se necesita por tanda de una bolsa.

✓ Cemento	1 x 42.5	=	42.5 kg/bolsa
✓ Agua afectiva		=	20.3 l/bolsa
✓ Material fino	1.84 x 42.5	=	78.2 kg/bolsa
✓ Material Grueso	3.04 x 42.5	=	129.2 kg/bolsa
✓ Aire 1.00%		=	0.43 kg/bolsa

### 3.1.4. Concreto con 1.50 % de grafeno

✓ Cemento	1 x 42.5	=	42.5 kg/bolsa
✓ Agua afectiva		=	20.3 l/bolsa
✓ Material fino	1.84 x 42.5	=	78.2 kg/bolsa
✓ Material Grueso	3.04 x 42.5	=	129.2 kg/bolsa
✓ Aire 1.50%		=	0.64 kg/bolsa

### 3.1.5. Concreto con 2.00% de grafeno

✓ Cemento	1 x 42.5	=	42.5 kg/bolsa
✓ Agua afectiva		=	20.3 l/bolsa
✓ Material fino	1.84 x 42.5	=	78.2 kg/bolsa
✓ Material Grueso	3.04 x 42.5	=	129.2kg/bolsa
✓ Aire 2.00%		=	0.85 kg/bolsa

### 3.1.6. Registro de probetas

Tabla 22 : Registro de probetas diseño patrón

N° Probetas	Peso(g)	Edad (días)	Lectura (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia fc=Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño fc=Kg/cm <sup>2</sup>	% Resistencia
1	3795	7	13120	78.54	167.05	210	79.55%
2	3792	7	12110	78.54	154.19	210	73.42%
3	3788	7	13110	78.54	166.92	210	79.49%
					<b>162.72</b>		<b>77.49%</b>
4	3808	14	16020	78.54	203.97	210	97.13%
5	3796	14	16300	78.54	207.54	210	98.83%
6	3792	14	16100	78.54	204.99	210	97.62%
					<b>205.50</b>		<b>97.86%</b>
7	3766.3	28	17040	78.54	216.96	210	103.31%
8	3770.2	28	17050	78.54	217.09	210	103.37%
9	3779	28	16970	78.54	216.07	210	102.89%
					<b>216.71</b>		<b>103.19%</b>

Fuente: Datos calculados de ensayos realizados en lab. de mecánica de suelo UCV.

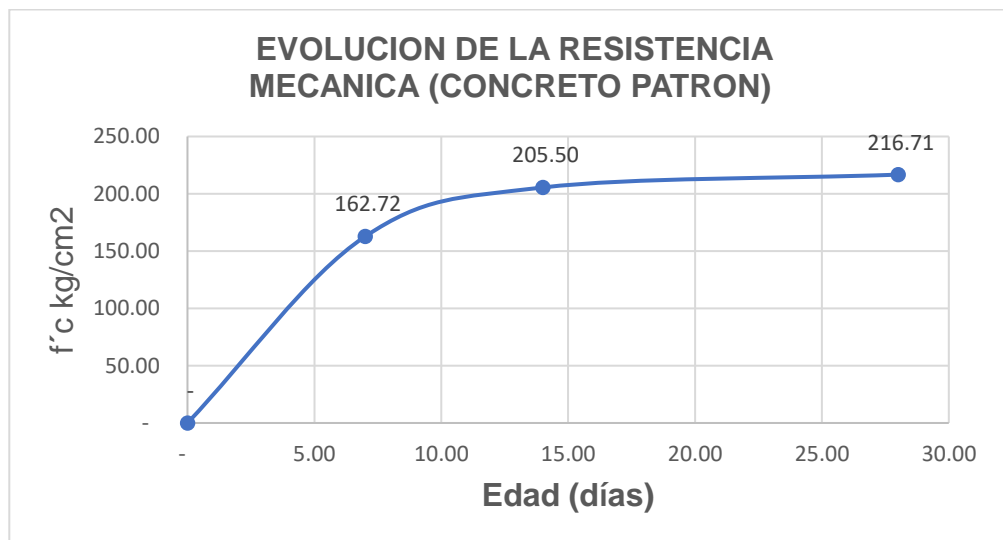


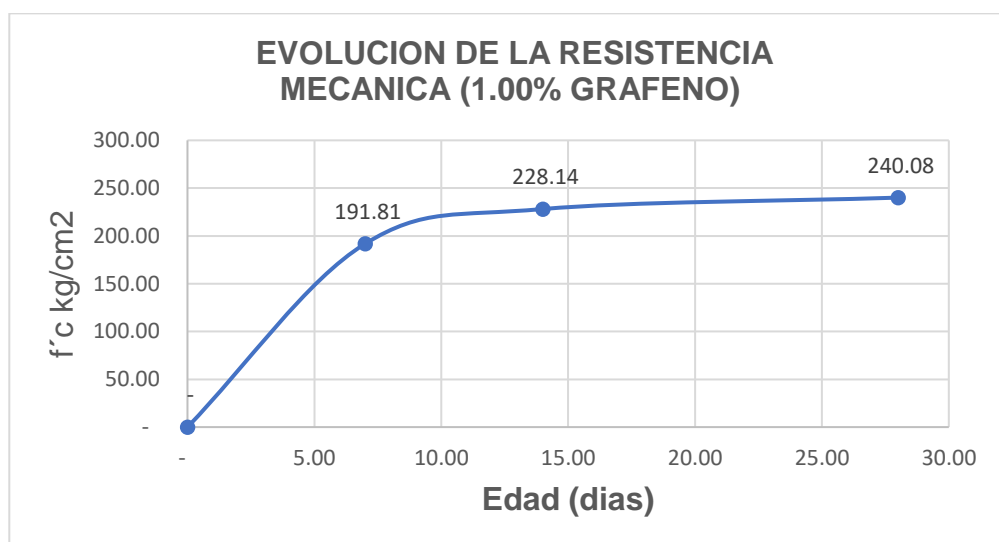
Figura 10 : Evolución de diseño patrón

Fuente: Datos obtenidos de ensayos en lab. de mec. de suelos UCV.

**Tabla 23 :** Registro de probetas diseño 1.00% Grafeno

N° Probetas	Peso(g)	Edad (días)	Lectura (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia fc=Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño fc=Kg/cm <sup>2</sup>	% Resistencia
1	3684.7	7	15042	78.54	191.52	210	91.20%
2	3702.5	7	15221	78.54	193.80	210	92.29%
3	3727.4	7	14930	78.54	190.09	210	90.52%
					<b>191.81</b>		<b>91.34%</b>
4	3738	14	18122	78.54	230.74	210	109.87%
5	3732	14	18402	78.54	234.30	210	111.57%
6	3722	14	17230	78.54	219.38	210	104.47%
					<b>228.14</b>		<b>108.64%</b>
7	3768	28	19112	78.54	243.34	210	115.88%
8	3776	28	18532	78.54	235.96	210	112.36%
9	3771	28	18924	78.54	240.95	210	114.74%
					<b>240.08</b>		<b>114.32%</b>

**Fuente:** Datos obtenidos de ensayos en lab. De mecánica de suelos UCV.



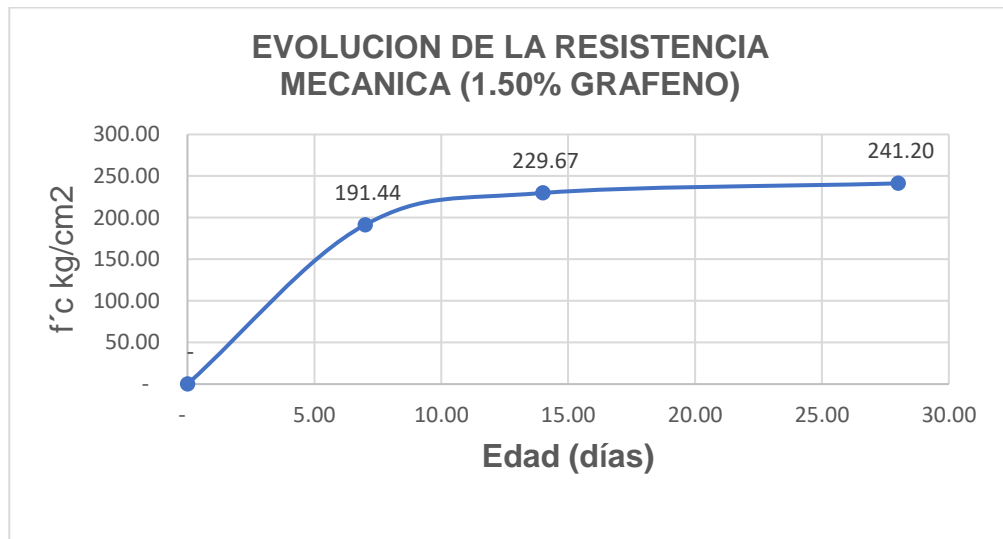
**Figura 11 :** Evolución de diseño 1.00% Grafeno

**Fuente:** Datos calculados en lab. de mecánica de suelos UCV.

**Tabla 24 :** Registro de probetas diseño 1.50% Grafeno

N° Probetas	Peso(g)	Edad (días)	Lectura (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia fc=Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño fc=Kg/cm <sup>2</sup>	% Resistencia
1	3773.7	7	14630	78.54	186.27	210	88.70%
2	3749.2	7	14846	78.54	189.03	210	90.01%
3	3734.1	7	15630	78.54	199.01	210	94.77%
					<b>191.44</b>		<b>91.16%</b>
4	3732	14	18245	78.54	232.30	210	110.62%
5	3744	14	17856	78.54	227.35	210	108.26%
6	3742	14	18014	78.54	229.36	210	109.22%
					<b>229.67</b>		<b>109.37%</b>
7	3784.1	28	19105	78.54	243.25	210	115.83%
8	3784.3	28	18724	78.54	238.40	210	113.52%
9	3785.85	28	19002	78.54	241.94	210	115.21%
					<b>241.20</b>		<b>114.86%</b>

**Fuente:** Datos obtenidos en lab. de mecánica de suelos UCV. Realizados a través de ensayos.



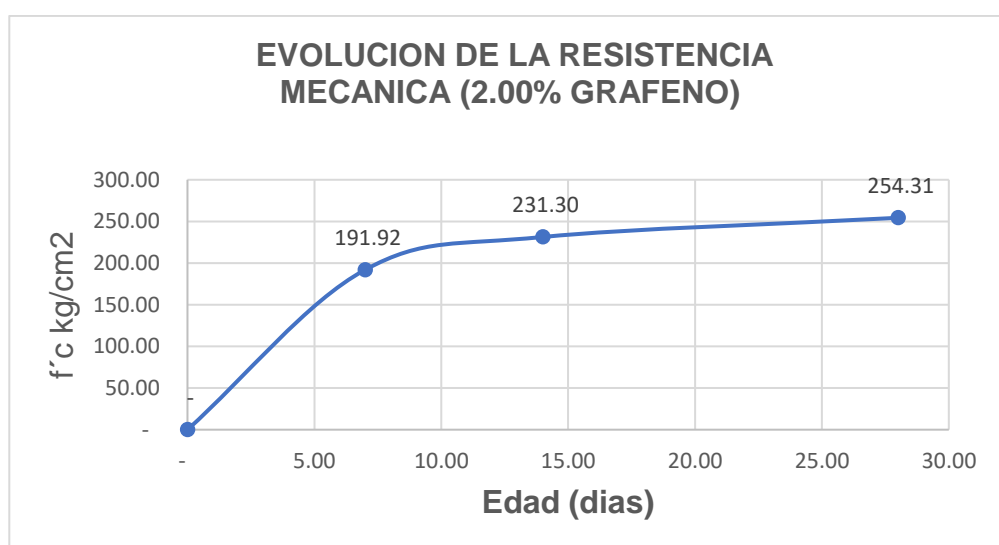
**Figura 12 :** Evolución de diseño 1.50% Grafeno.

**Fuente:** Resultados calculados en de lab. de mecánica de suelo.

*Tabla 25 : Registro de probetas diseño 2.00% Grafeno*

N° Probetas	Peso(g)	Edad (días)	Lectura (Kg)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia fc=Kg/cm <sup>2</sup>	Diseño fc=Kg/cm <sup>2</sup>	% Resistencia
1	3766.7	7	14979	78.54	190.72	210	90.82%
2	3768.8	7	15360	78.54	195.57	210	93.13%
3	3765.6	7	14880	78.54	189.46	210	90.22%
					<b>191.92</b>		<b>91.39%</b>
4	3759	14	18243	78.54	232.28	210	110.61%
5	3742	14	17850	78.54	227.27	210	108.23%
6	3717	14	18405	78.54	234.34	210	111.59%
					<b>231.30</b>		<b>110.14%</b>
7	3774	28	20714	78.54	263.74	210	125.59%
8	3782	28	19452	78.54	247.67	210	117.94%
9	3762.7	28	19754	78.54	251.52	210	119.77%
					<b>254.31</b>		<b>121.10%</b>

*Fuente:* Datos calculados de ensayos realizados en lab. de mecánica de suelo UCV.



*Figura 13 : Evolución de diseño 2.00% Grafeno*

*Fuente:* Datos calculados en lab. de mec. De suelos UCV.

### 3.2 Resumen de ensayos

El resultado del análisis de los diferentes ensayos ejecutados en el lab. de mecánica de suelos de la UCV – Filial Tarapoto donde se hizo la indagación de “Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la



resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2017”, en la cual se empleó los siguientes materiales.

- ✓ Agr. grueso (piedra chancada del Huallaga)
- ✓ Agr. fino (arena gruesa del Cumbaza)
- ✓ Cemento Pacasmayo Extrafuerte Tipo Ico
- ✓ Grafeno
- ✓ Agua potable de red de servicio público de la UCV.

Para iniciar el procedimiento de los ensayos se hizo cálculos preliminares de los agregados encontrando sus propiedades físicas, donde se encontró que llegan a cumplir con la Norma NTP 400.012.

Se realizó el ensayo patrón obteniendo valores en la edad de 7, 14 y 28 días con los valores siguientes de 162.72, 205.5 y 216.71 kg/cm<sup>2</sup>.

En el ensayo con 1.00% de grafeno se obtuvieron valores en la edad de 7, 14 y 28 días con los valores siguientes de 191.81, 228.14 y 240.08 kg/cm<sup>2</sup>.

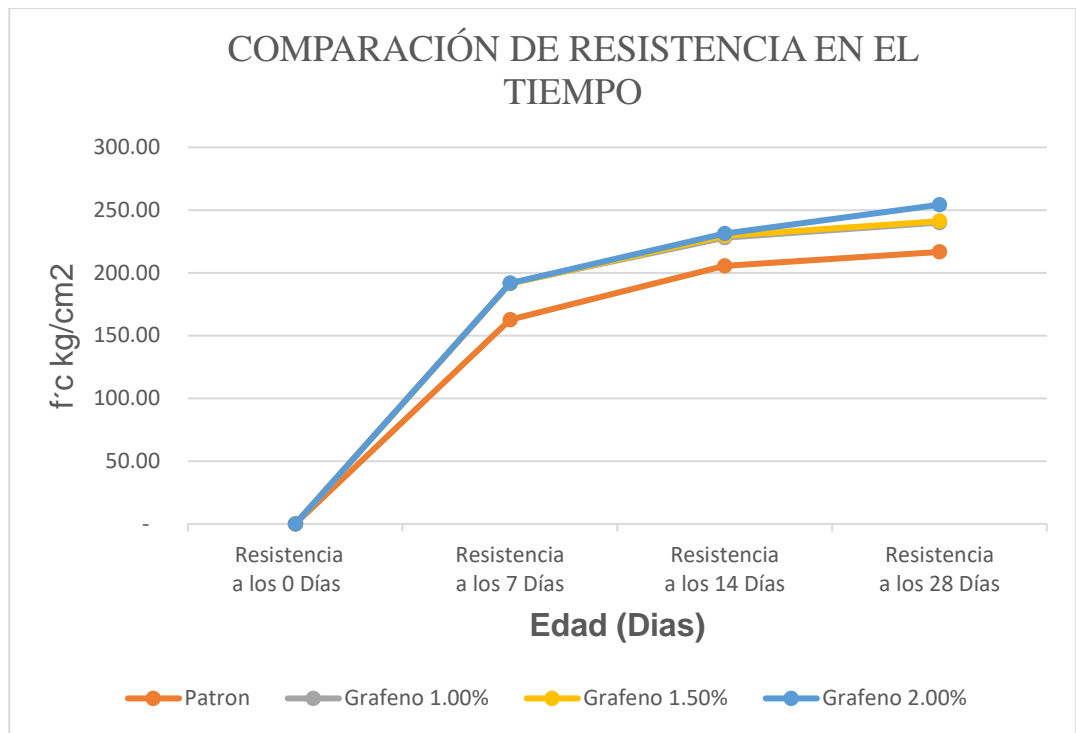
En el ensayo con 1.50% de grafeno se obtuvieron valores en la edad de 7, 14 y 28 días con los valores siguientes de 191.44, 229.67 y 241.20 kg/cm<sup>2</sup>.

En el ensayo con 2.00% de grafeno se obtuvieron valores en la edad de 7, 14 y 28 días con los valores siguientes de 191.92, 231.30 y 254.31 kg/cm<sup>2</sup>. En dichos ensayos se observó el incremento a los 7, 14 y 28 días todo esto debido a que se adicione el 1.00, 1.50, y 2.00% del peso del cemento.

**Tabla 26 :** Comparación de resistencias en el tiempo

<b>Diseño</b>	<b>Resistencia a los 0 Días</b>	<b>Resistencia a los 7 Días</b>	<b>Resistencia a los 14 Días</b>	<b>Resistencia a los 28 Días</b>
Patrón	-	162.72	205.50	216.71
1.00%	-	191.81	228.14	240.08
<b>1.50%</b>	-	191.44	229.67	241.20
2.00%	-	191.92	231.30	254.31

**Fuente:** Datos calculados en lab. de mecánica de suelos UCV.



**Figura 14 :** Comparación de resistencias en el tiempo

**Fuente:** Datos calculados en lab. de mecánica de suelos UCV

Dicho grafico nos representa el incremento de la resistencia debido a la adición de grafeno con respecto al concreto patrón.

### 3.3 Costos

**Tabla 27 :** Costo de Concreto Patrón

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	KG/M3	CANT./M3	PRECIO	TOTAL
001	Agregado Grueso	Kg	1,050.00	0.61	65.00	39.61
002	Agregado Fino	Kg	673.00	0.39	45.00	17.58
003	Cemento	Kg	366.00	8.61	24.50	210.95
004	Agua	Lt	175.00	0.18	20.00	3.50
<b>TOTAL, DE CONCRETO PATRON</b>						<b>271.63</b>

**Fuente:** Datos obtenidos en lab. de mecánica de suelos UCV.

**Tabla 28 :** Costo de Concreto con 1.00% Grafeno

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	KG/M3	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
001	Agregado Grueso	Kg	1,050.00	0.61	65.00	39.61
002	Agregado Fino	Kg	673.00	0.39	45.00	17.58
003	Cemento	Kg	366.00	8.61	24.50	210.95
004	Agua	Lt	175.00	0.18	20.00	3.50
005	Grafeno 1.00%	kg		3.66	32.00	117.12
<b>TOTAL DE CONCRETO CON 1.00% GRAFENO</b>						<b>388.75</b>

**Fuente:** Datos Obtenidos en lab. de mecánica de suelos UCV.

**Tabla 29 : Costo de Concreto con 1.50% Grafeno**

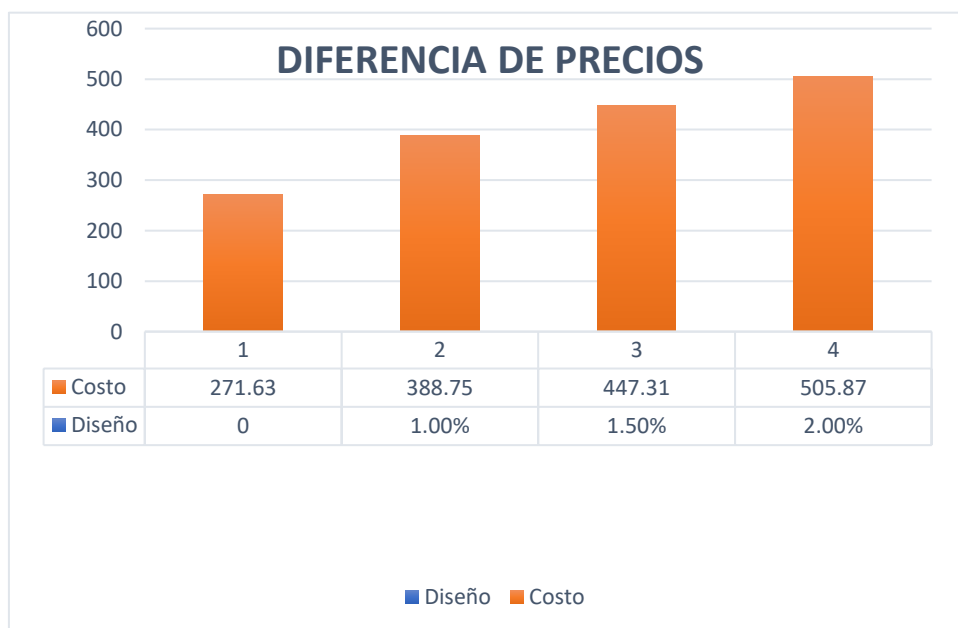
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	KG/M3	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
001	Agregado Grueso	Kg	1,050.00	0.61	65.00	39.61
002	Agregado Fino	Kg	673.00	0.39	45.00	17.58
003	Cemento	Kg	366.00	8.61	24.50	210.95
004	Agua	Lt	175.00	0.18	20.00	3.50
005	Grafeno 1.00%	kg		5.49	32.00	175.68
<b>TOTAL DE CONCRETO CON 1.50% GRAFENO</b>						<b>447.31</b>

**Fuente:** Datos calculados en lab. de mecánica de suelos UCV.

**Tabla 30 : Costo de Concreto con 2.00% Grafeno**

ITE M	DESCRIPCION	UNIDAD	KG/M3	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
001	Agregado Grueso	Kg	1,050.00	0.61	65.00	39.61
002	Agregado Fino	Kg	673.00	0.39	45.00	17.58
003	Cemento	Kg	366.00	8.61	24.50	210.95
004	Agua	Lt	175.00	0.18	20.00	3.50
005	Grafeno 1.00%	kg		7.32	32.00	234.24
<b>TOTAL DE CONCRETO CON 2.00% GRAFENO</b>						<b>505.87</b>

**Fuente:** Datos calculados en lab. de mecánica de suelos UCV.



**Figura 15 : Diferencia de Precios**

**Fuente:** Datos calculados de ensayos realizados en lab. de mec.de suelos UCV.

#### IV. DISCUSIÓN

La investigación permitió obtener resultados en la cual nos sirvió como el diseño maestro con un asentamiento de 3.8” consistencia adecuada para el tipo de concreto.

Luego de haber realizado el diseño se obtuvieron los ensayos a compresión, elaborados a una propuesta de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia aumento en acuerdo a los porcentajes del peso del cemento, evaluados en proporciones de 1.00%, 1.50% y 2.00%.

Con respecto a la resistencia de concreto adicionado el 1.00% grafeno llego a una resistencia de 91.34% a los 7 días, 108.64% a los 14 días y 114.32% a los 28 días alcanzando su mayor resistencia de diseño. Con respecto a la resistencia de concreto adicionado el 1.50% grafeno llego a una resistencia de 91.16% a los 7 días, 109.37% a los 14 días y 114.86% a los 28 días alcanzando su mayor resistencia de diseño. Con respecto a la resistencia de concreto adicionado el 2.00% grafeno llego a una resistencia de 91.39% a los 7 días, 110.14% a los 14 días y 121.10% a los 28 días alcanzando su mayore resistencia de diseño. Al igual que Ccopa Mamani Heber con el título de sus tesis “Efecto del Grafeno como Aditivo Nanotecnológico en la Resistencia del Concreto” se consta que la resistencia de concreto adicionado el 1.00% grafeno llego a una resistencia de 86.80% a los 7 días, 110.80% a los 14 días y 118.20% a los 28 días alcanzando su mayore resistencia de diseño obteniendo un aumento de 15.35% con respecto al concreto patrón. Con respecto a la resistencia de concreto adicionado el 1.50% grafeno llegó a una resistencia de 91.20% a los 7 días, 112.60% a los 14 días y 118.60% a los 28 días alcanzando su mayore resistencia de diseño obteniendo un aumento de 15.81% vcon respecto al concreto patrón.

## **V. CONCLUSIONES**

- 5.1.** El grafeno mejora las propiedades físicas del concreto tanto en el estado fresco y seco.
- 5.2.** La mejora del concreto con 1.00% de grafeno con respecto al concreto patrón es de 10.79%.
- 5.3.** La mejora del concreto con 1.50% de grafeno con respecto al concreto patrón es de 11.30%.
- 5.4.** La mejora del concreto con 2.00% de grafeno con respecto al concreto patrón es de 17.35%.
- 5.5.** La resistencia del concreto aumenta relativamente con mayor crecimiento a los 7 días.
- 5.6.** La trabajabilidad sube un 2.8% con respecto al estado plástico.
- 5.7.** El costo del concreto con grafeno incrementa en un 43.12% en un porcentaje de 1.00% del peso del cemento.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

- 6.1.** El costo del concreto con grafeno incrementa en un 43.12% en un porcentaje de 1.00% del peso del cemento.
- 6.2.** Realizar un buen ensayo de los materiales ya que de eso dependerá que se realice un buen diseño de mezcla.
- 6.3.** Realizar correcciones de humedad ya que esto te proporcionara resultados más exactos.
- 6.4.** Tener bastante cuidado al adicionar el grafeno ya que este es un producto muy fino y podría ocasionar problemas respiratorios.
- 6.5.** Realizar más investigaciones sobre nanotecnología para así seguir creciendo como como tecnología en la industria de la construcción.
- 6.6.** Realizar con mucho cuidado los ensayos de peso específico del material grueso y fino ya que este proporcionara la absorción y aporte de agua en el diseño de mezcál.
- 6.7.** Utilizar los implementos de seguridad para realizar investigaciones con productos nanotecnológicos.
- 6.8.** Realizar un buen ensayo de granulometría de los agregados ya que este nos brindara el módulo de fineza del material.
- 6.9.** Revisar que los equipos de laboratorio estén bien calibrados.
- 6.10.** Copiar el número exacto de los equipos para trabajarlos en gabinete.

## VII. REFERENCIAS

- NAVARRO, Ellerly. *Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con Nanotubos de Carbono*. (Tesis Pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.  
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6265/1/NavarroJimenezEllerlyAlejandro2017.pdf>
- RAMÍREZ, Cristina. *Materiales multifuncionales De Nitruro De Silicio Con Nanoestructuras Reforzantes Basadas En Grafeno*. (Tesis Doctoral), Universidad Autónoma De Madrid, Madrid, 2014.  
<https://repositorio.uam.es/handle/10486/662461>.
- CCOPA, Heber. *Efecto del Grafeno Como Aditivo Nanotecnológico En La Resistencia Del Concreto*. (Tesis Pregrado), Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, 2017.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4534>.
- GARCIA, Roger. *Diseño de mezcla de concreto de  $f_c = 280$  kg./cm<sup>2</sup> utilizando aditivos*. (Tesis Pregrado), Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, 2011.  
<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/300>.
- TEODORO E. Harmsen. *Diseño de Estructuras de Concreto Armado 4*. Lima: Fondo Editorial, 2005.  
[https://books.google.com.pe/books?id=Gr3Ga9\\_\\_NB4C&pg=PA11&lpg=PA11&dq#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Gr3Ga9__NB4C&pg=PA11&lpg=PA11&dq#v=onepage&q&f=false).  
ISBN: 9972-42-730-7.
- CAMPOS, Ronald. *Agregados*. Capítulo II Agregados  
Disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados.shtml>.
- FANECA, Antonio. *Sistema microinformaticos y redes*. 15 de mayo del 2015.  
<http://antoniofaneca.blogspot.pe/>
- ECO AMBIENTE. Fecha de consulta 10 de octubre del 2017.  
<http://ecoambienteymas.blogspot.pe/p/tecnologia.html>.
- EURORESIDENTES. Fecha de consulta 10 de octubre del 2017.

[https://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia\\_qu  
e\\_es.htm](https://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia_qu<br/>e_es.htm).

NANOMATERIALES. Fecha de consulta 10 de octubre del 2017

<https://prezi.com/pojsj9nkdphn/nanomateriales/>

NANOTECNOLOGIA EN EL MUNDO. Fecha de consulta 10 de octubre del 2017.

Disponible en:

<http://nanotecnologiasdelmundo.blogspot.pe/2011>.

CONCLUSIONES NANOTECNOLOGICAS. Fecha de consulta 10 de octubre del 2017.

<http://nanotecnologiasdelmundo.blogspot.pe/2011/08/conclusiones-nanotecnologia.html>.

INFOGRAFENO. Fecha de consulta 10 de octubre del 2017.

<http://infografeno.com.ourssite.com/>

CEMENTOS PACASMAYO. En línea][Fecha de consulta 21 de abril del 2018].

<http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/adicionado/extraforte/>

RIVVA LOPEZ. Enrique. *Diseño de mezclas*. Lima: Fondo Editorial ICG, 2014  
2da edición. Capítulo 18. Selección de las proporciones del concreto  
Método del comité 211 del ACI.



## **ANEXOS**

**Título:** Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis		Técnica e Instrumentos
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cómo influye el grafeno en la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> como aditivo nanotecnológico en Tarapoto – 2018.?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cómo influye el grafeno en el estado fresco del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.?</p> <p>¿Cómo influye el grafeno en el estado endurecido del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto - 2018.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Obtener la variación de cambios en la resistencia del concreto al aumentar el porcentaje de grafeno.</p> <p>Evaluar la trabajabilidad del concreto.</p> <p>Realizar los ensayos al agregado fino y agregado grueso que cumplan con las especificaciones técnicas.</p> <p>Conocer el porcentaje del grafeno óptimo a emplear en el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>El Grafeno influye en la resistencia y trabajabilidad del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> como aditivo nanotecnológico usado en la ciudad de Tarapoto – 2018</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>Mejorar la resistencia mediante los cambios en los porcentajes de grafeno mejora la resistencia del concreto.</p> <p>Los cambios de porcentaje de grafeno en la mezcla de concreto influyen en la resistencia y trabajabilidad del concreto.</p>		<p><b>Técnica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis físico y mecánico del agregado.</li> <li>• Diseño de mezcla.</li> </ul> <p><b>Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formatos de diseño de mezcla.</li> <li>• Formatos de granulometría, mecánica de suelos.</li> </ul>
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones		
<p><b>Tipo de estudio:</b></p> <p>Correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>experimental</p> <p><math>V_1 \leftarrow \text{-----} r \text{-----} \rightarrow V_2</math></p> <p><math>V_1</math>=Variable independiente</p> <p><math>V_2</math>=Variable dependiente</p> <p>r=Coficiente de relación</p> <p><b>Método de estudio:</b></p> <p>Tipo descriptivo simple.</p>	<p><b>Población</b></p> <p>La población de estudio será finita, consta de un número determinado de elementos, susceptible a ser contado. En este caso, se elaborará 36 probetas.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Por las características del estudio, es un tipo de muestra probabilístico aleatorio ya que todos los individuos de la población pueden formar parte de la muestra, también por el tamaño de la población, la muestra de estudio estará integrada por el 100% de la población de estudio.</p>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	
		<p><b>V.I</b></p> <p>Evaluación de la influencia del grafeno</p>	<p>Porcentaje de empleo</p>	
		<p><b>V.D</b></p> <p>Resistencia del concreto.</p>	<p>Diseño de mezcla</p> <p>Rotura de probetas</p>	



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

Telefono: 042-582296, Anexo:3164, Correo: [jrcvalva@ucv.edu.pe](mailto:jrcvalva@ucv.edu.pe)

TARAPOTO - PERU



PROYECTO : "Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018"

UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín

SOLICITANTE : David Enrique Bartra Chujutally

CANTERAS : Arena de Cantera - Juan Guerra

FECHA : Mayo - 2018

## 1. DETERMINACIÓN DE % DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D - 2216 - N.T.P. 339.127)

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	86.70	93.90	81.40	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	303.30	302.10	303.60	grs
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	298.50	297.80	299.10	grs
PESO DEL AGUA grs	4.80	4.30	4.50	grs
PESO DEL SUELO SECO grs	211.80	204.30	217.70	grs
% DE HUMEDAD	2.27	2.10	2.07	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.16			





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Teléfono: 042-582299, Anexo:3184, Correo: jurevalsoa@ucv.edu.pe



TARAPOTO - PERU

PROYECTO "Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018"

UBICACIÓN Distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín

SOLICITANTE David Enrique Bartra Chujutally

CANTERAS Arena de Cantera - Juan Guerra

FECHA Mayo - 2018

## 1. DETERMINACIÓN DE % DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D - 2216 - N.T.P. 339.127)

LATA	1	2	3	UNIDAD
PESO DE LATA grs	86.80	79.80	84.40	grs.
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	646.80	650.80	650.00	grs.
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	644.60	645.50	645.70	grs.
PESO DEL AGUA grs	2.20	5.30	4.30	grs.
PESO DEL SUELO SECO grs	558.00	565.70	561.30	grs.
% DE HUMEDAD	0.39	0.94	0.77	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.70			%

  
INGENIERO CIVIL





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Teléfono: 042-582200, Anexo:3164. Correo: jarevalou@ucv.edu.pe  
TARAPOTO - PERU



PROYECTO : "Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018"

UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín

SOLICITANTE : David Enrique Bartra Chujutally

CANTERAS : Arena de Cantera - Juan Guerra

FECHA : Mayo - 2018

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Lavado y Seco. (gr)	700.00								
Peso Inicial (gr)	670.00	622.80							
Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Porcent.Ret. (%)	Porcent.Ret. Acumulado (%)	Porcent.Acum. Pesante (%)	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas	
3/8"	9.525	0			100.00		100	Diámetro nominal	
N° 4	4.750	40.50	5.80	5.80	94.20	55	100	Diámetro máximo	
N° 8	2.360	52.20	7.50	13.30	86.70	60	100	Módulo de finura	2.40
N° 16	1.180	60.80	8.70	22.00	78.00	50	85	Peso específico seco (gr/cc)	2.50
N° 30	0.600	145.00	20.70	42.70	57.30	25	80	Absorción (%)	1.80
N° 60	0.300	183.60	26.30	68.90	31.10	5	30	Humedad (%)	3.60
N° 100	0.150	140.70	20.10	89.00	11.00	0	70	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	364.0
<N° 100	0.000	47.10	6.70	95.70	4.30			Peso unitario compact. (Kg/m <sup>3</sup> )	423.0



### 2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

Procedimiento			
1. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola + peso del agua	[gr]	663.86	
2. Peso de arena s.s.s. + peso de la fiola	[gr]	660.40	
3. Peso Agua	[gr]	303.46	
4. Peso de arena secada al horno + peso de la fiola	[gr]	652.07	
5. Peso de la fiola	[gr]	190.40	
6. Peso de arena secada al horno	[gr]	491.67	
7. Peso de arena s. s. s.	[gr]	500.00	
8. Volumen del balón	[cc]	500.00	
9. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.50	
10. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.54	
11. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.61	
12. Porcentaje de absorción	[%]	1.85	

### 3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso del molde + material	[Kg]	5.716	5.711	6.370	6.366
2. Peso del molde	[Kg]	1.647	1.647	1.647	1.647
3. Peso del material	[Kg]	4.069	4.064	4.723	4.720
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	364.00	364.00	423.00	423.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	364.00		423.00	

Observaciones: Agregado marginal material de grano grueso a medio con un M.F. = 2.50 y con % de material fino de 6.0%





**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Telefono: 042-582200. Anexo: 3164 - Correo: jurevalou@hotmail.com

TARAPOTO - PERU



PROYECTO : "Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018"

UBICACIÓN : Distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín

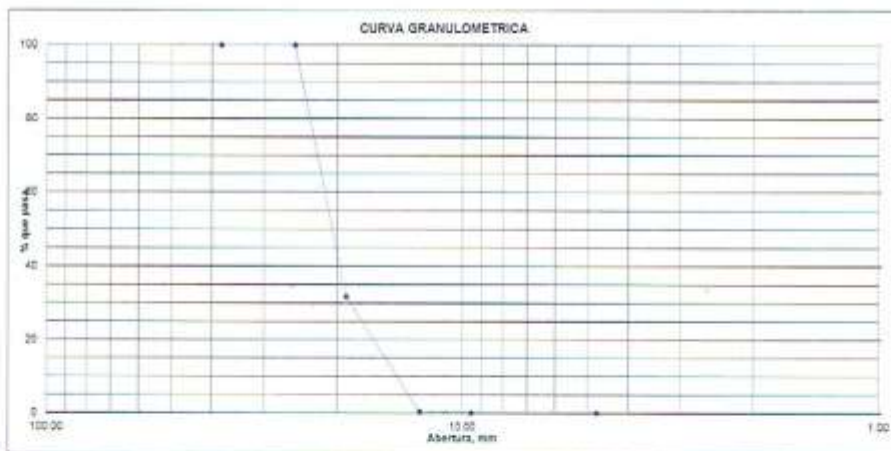
SOLICITANTE : David Enrique, Bartra Chujutally

CANTERAS : Piedra Chancada de 3/4" - Rio Hualлага

FECHA : Mayo - 2018

**1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)**

Peso Inicial Seco, [gr]		4999.00						
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800						Diámetro nominal máximo	3/4"
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00			Módulo de finura	-
1"	25.400	0.00	0.00	100.00			Peso específico seco (gr/cc)	2.57
3/4"	19.050	3410.90	68.20	31.80	100	100	Absorción (%)	0.47
1/2"	12.700	1570.40	99.60	0.40	90	100	Humedad (%)	2.00
3/8"	9.525	14.70	99.90	0.10	35	70	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1389.0
N° 4	4.750	0.70	99.90	0.10	0	15	Peso unitario compact (Kg/m <sup>3</sup> )	1559.0
< N° 4	0.000	2.90	100.00	0.00				
			4994.60					



**2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)**

Procedimiento		
1. Peso de muestra secada al horno	[gr]	1495.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	[gr]	1502.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	[gr]	920.2
4. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.57
5. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.58
6. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.90
7. Porcentaje de absorción	[%]	0.47

**3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	17.788	17.838	19.404	19.387
2. Peso molde	[Kg]	4.902	4.902	4.902	4.902
3. Peso del material	[Kg]	12.886	12.936	14.502	14.485
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1389.00	1391.00	1559.00	1558.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]		1389.00		1559.00





**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Telefono: 042-582200. Anexo: 3164 - Correo: jarevalo@hotmail.com

TARAPOTO - PERU



PROYECTO "Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018"

UBICACIÓN Distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín

SOLICITANTE David Enrique Bartra Chujutally

CANTERAS Arena de Cantera - Juan Guerra y piedra chancada de 3/4" - Rio Huallaga

FECHA Mayo - 2018

MATERIALES CEMENTO : PORTLAND TIPO I - PACASMAYO / PESO ESPECIFICO 3.11  
AGUA : AGUA POTABLE RED PUBLICA - TARAPOTO

f'c DISEÑO 210 kg/cm<sup>2</sup>

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS			
AGREGADO FINO (ARENA CANTO RODADO ZARANDEADA)		AGREGADOS GRUESO (GRAVA CHANCADA ZARANDEADA)	
PROCEDENCIA	: CANTERA RIO CUMBAZA	PROCEDENCIA	: CANTERA RIO HUALLAGA
% DE HUMEDAD NATURAL	: 3.80 %	TAMAÑO MAXIMO	: 3/4"
PESO ESPECIFICO	: 2.34	TAMAÑO MAX. NOMINAL	: 3/4"
% DE ABSORCION	: 1.69 %	% DE HUMEDAD NATURAL	: 2.00%
PESO UNITARIO SUELTO	: 364.00 Kg/m <sup>3</sup>	PESO ESPECIFICO	: 2.57
PESO UNITARIO VARILLADO	: 423.00 Kg/m <sup>3</sup>	% DE ABSORCION	: 0.47%
MÓDULO DE FINEZA	: 2.40	PESO UNITARIO SUELTO	: 1389.00 Kg/m <sup>3</sup>
		PESO UNITARIO VARILLADO	: 1559.00 Kg/m <sup>3</sup>

- 1.- CALCULO DE RESISTENCIA PROMEDIO  
for = 294 kg/cm<sup>2</sup>
- 3.- TAMAÑO MAXIMO NOMINAL  
TMN 3/4"
- 5.- CANTIDAD DE AIRE (TABLA 3)  
Aire 2.00 %
- 7.- CALCULO DE LA REL. A/C POR DURABILIDA  
No existe
- 9.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO (TABLA 5)  
A. Grueso 1,029.94 kg/m<sup>3</sup>

- 2.- CONSISTENCIA (DE ACUERDO A LA ZONA)  
3" - 4" - Plastica
- 4.- CALCULO DE AGUA (TABLA 2)  
Agua = 205 l/m<sup>3</sup>
- 6.- CALCULO DE LA RELACION A/C (TABLA 4)  
Rel. A/C = 0.56
- 8.- FACTOR CEMENTO  
366.07 kg/m<sup>3</sup>      8.61 bol/m<sup>3</sup>
- 10.- CANTIDAD DE AGREGADO FINO  
Agua                    0.205 m<sup>3</sup>  
Aire                    0.020 m<sup>3</sup>  
Cemento              0.116 m<sup>3</sup>  
A. Grueso             0.400 m<sup>3</sup>  
                             0.741 m<sup>3</sup>  
Volumen Fino        0.259 m<sup>3</sup>  
Peso Agregado Fino    648 kg/m<sup>3</sup>

- 11.- PROPORCION INICIAL  
Cemento            366 kg/m<sup>3</sup>  
Agua                205 l/m<sup>3</sup>  
A. Grueso          648 kg/m<sup>3</sup>  
A. Fino              1029 kg/m<sup>3</sup>

- 12.- CORRECCION POR HUMEDAD  
A. Grueso            1,050 kg/m<sup>3</sup>  
A. Fino                673 kg/m<sup>3</sup>  
  
AGUA  
A. Grueso            1.53 kg/m<sup>3</sup>  
A. Fino                2.11 kg/m<sup>3</sup>  
  
Agua Corr.            175 l/m<sup>3</sup>

- 13.- PROPORCION FINAL  
Cemento            366 kg/m<sup>3</sup>  
Agua                175 l/m<sup>3</sup>  
A. Grueso          1,050 kg/m<sup>3</sup>  
A. Fino              673 kg/m<sup>3</sup>

- CANTIDAD DE MATERIALES EN VOLUMEN POR M<sup>3</sup> (CORREGIDO POR HUMEDAD)
- |           |                      |
|-----------|----------------------|
| Cemento   | 0.116 m <sup>3</sup> |
| Agua      | 0.020 m <sup>3</sup> |
| A. Grueso | 0.400 m <sup>3</sup> |
| A. Fino   | 0.259 m <sup>3</sup> |

- 14.- PROPORCION POR BOLSA (EN PESO)  
Cemento            1.00 Bolsa  
Agua                20.30 Lts  
A. Grueso          2.87 Bolsa  
A. Fino              1.84 Bolsa

- 15.- DOCIFICACION EN VOLUMEN  
CANT. DE MATERIALES POR TANDA (1 BOLSA)  
Cemento            1.00 Bol.  
Agua                20.30 Lts  
A. Grueso          121.93 kg/bolsa  
A. Fino              76.15 kg/bolsa

*Handwritten signature and notes in blue ink.*



**DOSIFICACION PARA OBRA  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

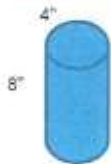
**PROPORCION EN P3**

CEMENTO	42.5	bol
A. GRUESO	2.78	p3
A. FINO	1.52	p3
AGUA	20.3	Lts
SLUMP	3" - 4"	

**PROPORCION BALDES (CALCULO CON BALDES DE 20 Lts.)**

CEMENTO	1.00	Bol.
A. GRUESO	3.87	Baldes
A. FINO	2.84	Baldes
AGUA	20.3	Lts.
SLUMP	3" - 4"	

**CALCULOS EN PROBETAS**



Diametro	:	10.20	cm
Altura	:	20.50	cm
Area	:	81.71	cm <sup>2</sup>
Volumen (cm <sup>3</sup> )	:	1675.11	cm <sup>3</sup>
Volumen (m <sup>3</sup> )	:	0.0017	m <sup>3</sup>
Desperdicio		3.00%	
Desperdicio		50.25	cm <sup>3</sup>

<b>CANTIDAD DE PROBETAS</b>		<b>35</b>
CEMENTO	0.6222	kg
AGUA	0.2975	lts
A. GRUESO	1.7850	kg
A. FINO	1.1441	kg
		22.40 Kg
		10.71 Lts
		64.26 Kg
		41.19 Kg



*[Handwritten signature]*  
 INGENIERO CIVIL





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Teléfono: 042-5832700, Anexo: 1164, Carrero: jirrevalle@universityceva.edu.pe

TARAPOTO - PERU



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO : LMS 001 - 2018

TESIS : "Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018"

HECHO POR : David Enrique Bartra Chuajtally

SOLICITANTE : David Enrique Bartra Chuajtally

LUGAR DE EJECUCIÓN : Laboratorio de Suelos Universidad Cesa Vallejo - Tarapoto

LUGAR : Tarapoto

FECHA : 04/07/2018

ESTRUCTURA : Vigas Columnas y Muros armados

HORA : 4:00 p. m.

RESISTENCIA : 210 kg/cm<sup>2</sup>

ITEM	FEBO PROBETA	DIAMETRO (CM)	VOLUMEN PROBETA	ALTURA ESPECIMEN	CARGA Kg.f	AREA (CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	CF DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO	DATOS DE PROBETA		EDAD	ASENTAMIENTO	ESTRUCTURA	ITEM
										Fecha Moldeo	Fecha Rotura				
1	3795	10.00	785.40	20.00	13120	78.54	167.05	210	79.59%	06/06/2018	13/06/2018	7.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	1
2	3792	10.00	785.40	20.00	12110	78.54	154.19	210	73.42%	06/06/2018	13/06/2018	7.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	2
3	3788	10.00	785.40	20.00	13110	78.54	166.92	210	79.49%	06/06/2018	13/06/2018	7.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	3
4	3808	10.00	785.40	20.00	16020	78.54	203.97	210	97.13%	06/06/2018	20/06/2018	14.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	4
5	3796	10.00	785.40	20.00	16300	78.54	207.54	210	98.83%	06/06/2018	20/06/2018	14.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	5
6	3792	10.00	785.40	20.00	16100	78.54	204.99	210	97.62%	06/06/2018	20/06/2018	14.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	6
7	3766.3	10.00	785.40	20.00	17040	78.54	216.96	210	103.31%	06/06/2018	04/07/2018	28.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	7
8	3770.2	10.00	785.40	20.00	17050	78.54	217.09	210	103.37%	06/06/2018	04/07/2018	28.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	8
9	3779	10.00	785.40	20.00	16970	78.54	216.07	210	102.89%	06/06/2018	04/07/2018	28.00	3.4	Vigas Columnas y Muros armados	9

**OBSERVACIONES:**

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno
- El concreto tiene un f'c de diseño de Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

**APROBADO**

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Teléfono: 042-382298, Avenida: 106, Correo: jaramilla@univallejo.edu.pe  
 TARAPOTO - PERU

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

ASTM : C 39-2004  
 CERTIFICADO : LMS 001 - 2018  
 TESIS : "Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018"  
 HECHO POR : David Enrique Bartra Chujitally  
 SOLICITANTE : David Enrique Bartra Chujitally  
 LUGAR DE EJECUCIÓN : Laboratorio de Suelos Universidad Cesa Vallejo - Tarapoto  
 LUGAR : Tarapoto  
 FECHA : 06/07/2018  
 ESTRUCTURA : Vigas Columnas y Muros armados  
 HORA : 3:30 p. m.  
 RESISTENCIA : 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1.00 % de Grafeno

PESO PROBETA	DIAMETRO (CM)	VOLUMEN PROBETA	ALTURA ESPECIMEN	CARGA Kg.f	AREA (CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	CF DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO	DATOS DE PROBETA		EDAD	ASENTAMIENTO	ESTRUCTURA	ITEM
									Fecha Muestreo	Fecha Rotura				
3684.7	10.00	785.40	20.00	15042	78.54	191.52	210	91.20%	08/06/2018	15/06/2018	7.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	1
3702.5	10.00	785.40	20.00	15221	78.54	193.80	210	92.20%	08/06/2018	15/06/2018	7.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	2
3727.4	10.00	785.40	20.00	14930	78.54	190.09	210	90.52%	08/06/2018	15/06/2018	7.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	3
3738	10.00	785.40	20.00	18122	78.54	230.74	210	109.87%	08/06/2018	22/06/2018	14.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	4
3732	10.00	785.40	20.00	18402	78.54	234.30	210	111.57%	08/06/2018	22/06/2018	14.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	5
3722	10.00	785.40	20.00	17230	78.54	219.38	210	104.47%	08/06/2018	22/06/2018	14.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	6
3768	10.00	785.40	20.00	19112	78.54	243.34	210	115.86%	08/06/2018	06/07/2018	28.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	7
3776	10.00	785.40	20.00	18532	78.54	235.96	210	112.36%	08/06/2018	06/07/2018	28.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	8
3771	10.00	785.40	20.00	18924	78.54	240.95	210	114.74%	08/06/2018	06/07/2018	28.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	9

**OBSERVACIONES:**

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabezales neopreno
- El concreto tiene un f'c de diseño de:

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante.

LABORATORIO		APROBADO	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**  
 Teléfonos: 012-5822968, Incentivo: 2166, Correo: laboratorio@ucv.edu.pe  
 TARAPOTO - PERU

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO : LMS 001 - 2018

TESIS : \*Evaluación de la influencia del grafito como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018\*

HECHO POR : David Enrique Bartra Chujutally

SOLICITANTE : David Enrique Bartra Chujutally

LUGAR DE EJECUCIÓN : Laboratorio de Suelos Universidad Cesa Vallejo - Tarapoto

LUGAR : Tarapoto

FECHA : 08/07/2018

ESTRUCTURA : Vigas Columnas y Muros armados

HORA : 3:24 p. m.

RESISTENCIA : 210 kg/cm<sup>2</sup> con 1,50 % de Grafito.

PESO PROBETA	DIAMETRO (CM)	VOLUMEN PROBETA	ALTURA ESPECIMEN	CARGA (Kg-f)	AREA (CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	CF DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO	DATOS DE PRUEBA		EDAD	ASENTAMIENTO	ESTRUCTURA	ITEM
									Fecha Moldeo	Fecha Rotura				
3773.7	10.00	785.40	20.00	14630	78.54	186.27	210	88.70%	08/06/2018	15/06/2018	7.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	1
3749.2	10.00	785.40	20.00	14846	78.54	189.03	210	90.01%	08/06/2018	15/06/2018	7.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	2
3734.1	10.00	785.40	20.00	15630	78.54	199.01	210	94.77%	08/06/2018	15/06/2018	7.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	3
3732	10.00	785.40	20.00	18245	78.54	232.30	210	110.62%	08/06/2018	22/06/2018	14.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	4
3744	10.00	785.40	20.00	17856	78.54	227.35	210	108.26%	08/06/2018	22/06/2018	14.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	5
3742	10.00	785.40	20.00	16014	78.54	229.36	210	109.22%	08/06/2018	22/06/2018	14.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	6
3784.1	10.00	785.40	20.00	19105	78.54	243.25	210	115.83%	08/06/2018	06/07/2018	28.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	7
3784.3	10.00	785.40	20.00	18724	78.54	238.40	210	113.52%	08/06/2018	06/07/2018	28.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	8
3785.85	10.00	785.40	20.00	19002	78.54	241.94	210	115.21%	08/06/2018	06/07/2018	28.00	3.5	Vigas Columnas y Muros armados	9

**OBSERVACIONES:**

- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno
- El concreto tiene un  $f_c$  de diseño de:

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante



LABORATORIO APROBADO  
 SELLO: [Seal]  
 FIRMA: [Firma]

LABORATORIO APROBADO  
 SELLO: [Seal]  
 FIRMA: [Firma]



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

Teléfono: 012-5822066, Anexo: 1163, Carretera provincial a Tarapoto, Tarapoto, 2018.

TARAPOTO - PERU

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

ASTM : C 39-2004

CERTIFICADO : LMS 001 - 2018

TESIS : Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018.

HECHO POR : David Enrique Bartra Chujutally

SOLICITANTE : David Enrique Bartra Chujutally

LUGAR DE EJECUCIÓN : Laboratorio de Suelos Universidad Casa Vallejo - Tarapoto

LUGAR : Tarapoto

FECHA : #####

ESTRUCTURA : Vigas Columnas y Muros armados

HORA : 4:57 p. m.

RESISTENCIA : 210 kg/cm<sup>2</sup> con 2.00 % de Grafeno

PESO PROBETA	DIAMETRO (CM)	VOLUMEN PROBETA	ALTURA ESPECIMEN	CARGA Kg-f	AREA (CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	CF DISERIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% OBTENIDO	DATOS DE PROBETA		EDAD	ASENTAMIENTO	ESTRUCTURA	ITEM
									Fecha Medio	Fecha Rotura				
3766.7	10.00	785.40	20.00	14979	78.54	190.72	210	90.82%	11/06/2018	18/06/2018	7.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	1
3768.8	10.00	785.40	20.00	15360	78.54	195.57	210	93.13%	11/06/2018	18/06/2018	7.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	2
3765.6	10.00	785.40	20.00	14880	78.54	189.46	210	90.22%	11/06/2018	18/06/2018	7.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	3
3759	10.00	785.40	20.00	18243	78.54	232.28	210	110.61%	11/06/2018	27/06/2018	16.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	4
3742	10.00	785.40	20.00	17850	78.54	227.27	210	106.23%	11/06/2018	27/06/2018	16.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	5
3717	10.00	785.40	20.00	18405	78.54	234.34	210	111.59%	11/06/2018	27/06/2018	16.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	6
3774	10.00	785.40	20.00	20714	78.54	263.74	210	125.59%	11/06/2018	09/07/2018	28.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	7
3782	10.00	785.40	20.00	19452	78.54	247.67	210	117.94%	11/06/2018	09/07/2018	28.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	8
3762.7	10.00	785.40	20.00	19754	78.54	251.52	210	119.77%	11/06/2018	09/07/2018	28.00	3.6	Vigas Columnas y Muros armados	9

**OBSERVACIONES:**

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno
- El concreto tiene un f'c de diseño de: Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

**APROBADO**

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO**



Yo, Tania Arévalo Lazo, docente de la Facultad y Escuela Profesional Ingeniería civil de la Universidad César Vallejo - Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL GRAFENO COMO ADITIVO NANOTECNOLÓGICO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 TARAPOTO, 2018", del estudiante David Enrique Bartra Chujutally, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto 06 de diciembre de 2019



.....

Mg. Tania Arévalo Lazo

DNI: 44086934.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**“Evaluación de la influencia del grafeno como aditivo nanotecnológico para mejorar la resistencia del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> Tarapoto, 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

David Enrique, Bartra Chujutally

**ASESOR:**

Resumen de coincidencias	
<b>19 %</b>	
1	Entregado a Universidad... Todo el estudiante 5 %
2	Entregado a Universidad... Todo el estudiante 2 %
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet 1 %
4	www.cuarepacifico.com Fuente de Internet 1 %
5	www.sistemas.net Fuente de Internet 1 %
6	Entregado a Universidad... Todo el estudiante 1 %
7	es.scribd.com Fuente de Internet 1 %
8	ecombienteymas.blog... Fuente de Internet 1 %
9	repositorio.una.edu.pe Fuente de Internet 1 %
10	Entregado a Universidad... Todo el estudiante 1 %
11	repositorio.usaf.edu.pe Fuente de Internet <1 %
12	repositorio.uca.edu.pe Fuente de Internet <1 %
13	documents.mx Fuente de Internet <1 %
14	docplayer.es Fuente de Internet <1 %
15	Entregado a Universidad... Todo el estudiante <1 %



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

Yo David Enrique Bartra Chujutally, identificado con DNI N° 45633291, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL GRAFENO COMO ADITIVO NANOTECNOLÓGICO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 TARAPOTO, 2018"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA

DNI: 45633291

FECHA: Tarapoto 04 de diciembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA LA COORDINADORA DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL:

**Mg. Tania Arévalo Lazo**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

David Enrique Bartra Chujutally

INFORME TÍTULADO:

**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL GRAFENO COMO ADITIVO  
NANOTECNOLÓGICO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C 210  
KG/CM2 TARAPOTO, 2018**

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 18 de julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 15

