



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos
rígidos con adición de nanotubos de carbono, Arequipa - 2022**

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

AUTORA:

Quispe Jacinto, Ruth Yovana (ORCID: 0000-0003-2706-7267)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Le dedico a mi padre Rene Quispe Flores, a mi madre Herminia Jacinto Ticona y hermanos Daniel y Kelly por siempre darme el apoyo incondicional en toda esta etapa de mi carrera. También a mis gatitos por alegrarme y acompañarme cuando llego a casa

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, mi familia, mis amigos, a una persona especial y a mi asesoría Dr. Ing. Omar Tello Malpartida por guiarme para el desarrollo de mi tesis y ser paciente con mi persona.

Índice de contenidos

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos	29
3.7. Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS	31
Resistencia a la compresión	
Resistencia a la flexo tracción	
Resistencia por permeabilidad bajo presión de agua	
Resistencia por desgaste ala abrasión	
V. DISCUSIÓN	43
Indicador Resistencia a la compresión	
Indicador Resistencia a la flexotraccion	
Indicador Resistencia por permeabilidad bajo presión de agua	
Indicador Resistencia por desgaste ala abrasión	
VI. CONCLUSIONES	45

VII. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS	60
TURNITIN	66

Índice de tablas

Tabla 1.	Granulometría de agregado fino.....	19
Tabla 2.	Datos del Agregado fino.....	19
Tabla 3.	Granulometría de agregado Grueso.....	20
Tabla 4.	Datos del Agregado Grueso.....	20
Tabla 5.	Datos del diseño.....	20
Tabla 6.	Resultados de compresión de diseño 0%.....	30
Tabla 7.	Resultados de compresión de 5%NTC.....	31
Tabla 8.	Resultados a la compresión de 10% NTC.....	32
Tabla 9.	. Resultados de compresión de 15% NTC.....	34
Tabla 10.	Resultados de flexotraccion al 0%.....	35
Tabla 11.	Resultados de flexotraccion al 5%.....	38
Tabla 12.	Resultados de flexotraccion al 10%.....	40
Tabla 13.	Resultados de flexotraccion al 15%.....	41
Tabla 14.	Resultados de ensayo de permeabilidad bajo presión de agua.....	42
Tabla 15.	Resultados de ensayo al desgaste por abrasión.....	43

Índice de gráficos y figuras

Figura 1.	Nanotubos de carbono.....	09
Figura 2.	Secciones tipas de Nanotubos de Carbono de pared Múltiple.....	09
Figura 3.	Partes de un Pavimento Rígido.....	12
Figura 4.	Visita a la cantera.....	18
Figura 5.	Los nanotubos de Carbono de multipared.....	19
Figura 6.	Cuarteo de Agregado Fino.....	19
Figura 7.	Cuarteo de Agregado Grueso.....	20
Figura 8.	Contenido de Humedad.....	20
Figura 9.	Peso unitario suelto.....	21
Figura 10.	Peso unitario compactado.....	21
Figura 11.	Peso Específico.....	22
Figura 12.	Gravedad Especifica.....	22
Figura 13.	Granulometría.....	23
Figura 14.	Curva granulométrica del agregado fino.....	24
Figura 15.	Curva de granulometría del agregado grueso.....	25
Figura 16.	Diseño de Mezcla.....	26
Figura 17.	Pesado de los materiales.....	27
Figura 18.	Preparado de mezcla.....	27
Figura 19.	Slump.....	28
Figura 20.	Muestras.....	28
Figura 21.	Ensayos a la Resistencia a la Compresión, flexo-tracción, Permeabilidad y abrasión.....	29
Figura 22.	Resistencia a la compresión por edades al 0%.....	31
Figura 23.	Resistencia a la compresión por edades al 5%.....	32
Figura 24.	Resistencia a la compresión por edades al 10%.....	33
Figura 25.	Resistencia a la compresión por edades al 15%.....	34
Figura 26.	Resistencia a la flexo-tracción por edades al 0%.....	35
Figura 27.	Resistencia a la flexo-tracción por edades al 5%.....	36
Figura 28.	Resistencia a la flexo-tracción por edades al 10%.....	37
Figura 29.	Resistencia a la flexo-tracción por edades al 15%.....	38
Figura 30.	Permeabilidad con adición de NTC al 0%,5%,10%,15.....	40
Figura 31.	%NTC VS desgaste por abrasión.....	41

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo establecer la influencia de los nanotubos de carbono en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022. La metodología es de tipo aplicado de enfoque cuantitativo de diseño experimental –cuasi experimental de tipo de investigación es descriptiva – explicativo el estudio, la población y muestra son infinitas con dosificaciones de 0%, 5%, 10% y 15% con adición de NTC (80 muestras) con un diseño de $f'c=280$ kg/cm², se realizó ensayos de resistencia a la compresión, flexotracción, permeabilidad y abrasión De los resultados obtuvimos que en la resistencia al compresión con una dosificación del 5%,10%y 15% de adición de NTC obtuvimos 326.0kg/cm², 345.0 kg/cm² y 320.33 kg/cm² un incremento del 7.24%, 13.49% y 5.4% respecto al diseño patrón, para la flexo-tracción alcanzo una resistencia de a los 28 días de curado de 93.47kg/cm², 119.91kg/cm² y 110.13kg/cm² con un incremento de 82.09%, 93.53% y 77.91% por encima de la muestra patrón, en la permeabilidad se obtuvo un profundidad de penetración de 3,287cm, 2.254cm, 3.432cm y 2.533cm con la dosificación 3(10%) aumenta en un 4.4% por encima de concreto patrón pero con la dosificación 2(5%) disminuye en un 31% por debajo del concreto patrón, por último en la abrasión influye en 0.01% al diseño patrón disminuyendo, siendo estas las mejores proporciones 5% y 15% con adición de NTC. Se concluye que esta innovación de adición de nanotubos de carbono al concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² mejora considerablemente las propiedades mecánicas y físicas para un pavimento rígido.

Palabras clave: Nanotubos de Carbono, pavimento rígido, Resistencia por desgaste a abrasión, Resistencia a la permeabilidad bajo presión de agua

ABSTRACT

The research aims to establish the influence of carbon nanotubes in improving the physical and mechanical properties of hydraulic concrete $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ in rigid pavements, Arequipa - 2022. The methodology is of an applied type with a quantitative approach. experimental design -quasi-experimental type of research is descriptive - explanatory the study, the population and sample are infinite with dosages of 0%, 5%, 10% and 15% with addition of NTC (80 samples) with a f_c design $=280\text{kg/cm}^2$, compressive strength, flexo-traction, permeability and abrasion tests were carried out. From the results we obtained that in the compressive strength with a dosage of 5%, 10% and 15% addition of NTC we obtained 326.0kg/cm^2 , 345.0 kg/cm^2 and 320.33 kg/cm^2 an increase of 7.24%, 13.49% and 5.4% with respect to the standard design, for flexotraction it reached a resistance of 93.47kg/cm^2 , 119.91kg/cm^2 and 28 days of curing. 110.13kg/cm^2 with an increment of 82.09%, 93.53% and 77.91% above the standard sample, in permeability a penetration depth of 3,287cm, 2,254cm, 3,432cm and 2,533cm was obtained with dosage 3 (10%) increases by 4.4% by above standard concrete but with dosage 2(5%) it decreases by 31% below the standard concrete, finally in abrasion it influences 0.01% to the standard design decreasing, these being the best proportions 5% and 15% with addition of NTC. It is concluded that this innovation of adding carbon nanotubes to hydraulic concrete $f_c=280\text{kg/cm}^2$ considerably improves the mechanical and physical properties for a rigid pavement.

Keywords: Carbon nanotubes, rigid pavement, Abrasion wear resistance, Permeability resistance under water pressure

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día a nivel internacional, la Asociación del Cemento Portland (PCA) reportó que en el período 2005, se fabricaron un aproximado de 2,310 millones de toneladas en lo global y como resultante se emitieron 2088 millones de toneladas de CO₂. En ello se alcanzó una mejora sustancial en la durabilidad o en los procedimientos de fabricación mitigaría de forma anual cierto a una cantidad considerable de las emisiones. Por lo tanto, la resistencia o capacidad de carga se forma base a los rangos más destacables cuando se construye, no habiéndose profundizado de forma agresiva para comprender a fondo, de cómo funciona el concreto como un sistema para desarrollar no solo su desempeño sino alcanzar mejores resultados.

En dicho contexto, se tiene el diseño y destino de una mezcla se relaciona esencialmente en la parte estructural, donde se indaga primordialmente para satisfacer los requerimientos del servicio, vida útil del elementos y costos necesarios. Por lo tanto, los retos de los cuales los diseñadores, así como los constructores se enfrentan en la actualidad, se ven limitados a un conjunto de propósitos que se requiere satisfacer para la obtención del diseño del proyecto, aunado a un conjunto de restricciones que se deben considerar en el proceso constructivo y la vida útil de la obra.

Además, se debe referir que es un diseño de un procedimiento ciclo que iniciar de una hipótesis general, así como a lo largo para el desarrollar como recopila información básica que nos brinda ensayar hasta alcanzar una propuesta que cumpla con los propósitos, asimismo que la combinación de los materiales principales que sustentan a la estructura, donde se responde al indicador costo beneficio, donde a lo largo de la vida de la misma, con la sola acción de pensar que es una estructura versátil, que logra satisfacer cualquier condición, se le alcanzar a realizar las adecuaciones mayores que suelen afectar su durabilidad y desempeño.

Considerando la importancia del pavimento rígido en la sociedad, buscando optimizar continuamente el diseño de pavimento rígido mediante el estudio del pavimento rígido, su composición y características para obtener un hormigón más económico con mejor rendimiento mecánico, mayor durabilidad, que es

consistente con la sostenibilidad. El concreto definitivamente no es un producto sostenible, porque la fabricación de cemento Ataque a materias primas que consumen mucha energía y procesamiento. Diferentes ecosistemas, entre las principales características de un pavimento rígido, tenemos, el módulo de rotura, que es el valor de la tensión próxima de resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión, el valor de la resistencia próxima a la carga estática es este un parámetro excelente para determinar la calidad del concreto (Cubas & Tafur, 2019)

En Perú la capacidad de producción de los CNT está en aumento de forma exponencial, debido al sintaxis de dicho compuesto ha mejorado de forma notable, además que la caracterización es denominada por casi todos los estudiosos. En ello. se considera como el material de soñado, además, a lograr ser un material más destacable del mundo real, debido que se encuentra en diversos ambientes la cual da como resultado mayor demanda, que trajo como consecuencia la caída abrupta en relación a su costo. Los CNT lo perciben como una sorprendente variedad no solamente por sus propiedades sino también en diversos ámbitos tales como el de medicina, energía, electrónica y medioambientales, etc.

En Lima metropolitana, el Ing. Néstor Huamán (experto en pavimentos del Instituto Peruano de Ingeniería) menciona que el pavimento actual Los baches ,hoyos y deformaciones provocados por un mala gestión municipal promueven la “reparación” como mantenimiento de carreteras si de igual forma, los municipios no aplican el espesor de capa requerido (Fernandez, 2013)

En la región de Arequipa, los elementos estructurales poseen la resistencia normal de todo diseño de mezcla en estructuras. Sin embargo, no es lo suficiente para los grandes soportes de esfuerzos, por lo que la investigación propone una alternativa de mejora de las propiedades del concreto hidráulico con la incorporación de nanotubos de carbono.

Se plantearán los **problemas**, como general ¿Cómo influye los nanotubos de carbono en la mejora de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022? y los problemas específicos son: ¿En

qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la abrasión del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022?, ¿En qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la permeabilidad del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022?, ¿En qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la resistencia a la compresión del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022? y ¿En qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la resistencia a la flexo tracción del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022?

La justificación de la investigación busca proporcionar información acerca de utilizar nanotubos de carbono para incrementar las propiedades físicas y mecánicas. Por ende, se busca utilizar estos elementos, no solo en el concreto, sino que en otros elementos y en referencia a la **justificación teoría** se estudiará a mayor precisión las variables de la presente investigación, relacionada a los nanotubos de carbono en la incorporación en el diseño de concreto, esto permitirá mejorar sus propiedades. Así mismo, la investigación surge de la necesidad de mejorar las propiedades del concreto incorporando elementos de materia de carbono.

Como **justificación metodológica**, la investigación nace la necesidad de poner en práctica utilizar los nanotubos de carbono al añadir al diseño de concreto para mejorar las propiedades física-mecánicas. En la investigación se designan otros estudios que utilizan métodos similares, éstas se pueden incorporar la parte analítica, equipamientos y evaluaciones. La **justificación técnica** de la investigación busca proporcionar información relevante para los avances tecnológicos en el diseño de concreto para proyectos ingenieriles, además se utilizarán laboratorios para obtener resultados relevantes; y como **justificación social** la presente investigación busca el uso de nanotubos de carbono para las propiedades del concreto. Lo cual previene 2 factores importantes, ambiental y económico, es por eso que puede ser material aceptable.

Por lo tanto, **objetivo general**, Establecer la influencia de los nanotubos de carbono en la mejora de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022. Y como **objetivos específicos**: Determinar en qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la

abrasión del $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa – 2022; Especificar en qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la permeabilidad concreto hidráulico $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa – 2022; Establecer en qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la resistencia a la compresión del concreto hidráulico $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa – 2022; Verificar en qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la resistencia a la flexo tracción del concreto hidráulico $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022.

Una vez planteados los problemas y objetivos, se realiza **la hipótesis general**. Los nanotubos de carbono influyen positivamente en la mejora de las propiedades del concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa – 2022., y **las hipótesis específicas son** : La incorporación de nanotubos de carbono influye de manera significativa en la mejora de la abrasión del $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa – 2022; La incorporación de nanotubos de carbono influye significativamente en la mejora de la permeabilidad del concreto hidráulico $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa – 2022; La incorporación de nanotubos de carbono influye significativamente en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa – 2022; La incorporación de nanotubos de carbono mejorara la resistencia a la flexo tracción del concreto hidráulico $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos, Arequipa - 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, según Llanos (2017) en su investigación titulada “Los nanotubos de carbono como nueva alternativa de aplicación para mejorar la resistencia a la fatiga o reducir fisuramiento en diseño de pavimentos rígidos con concreto hidráulico” que tuvo como objetivo el diseñar una mezcla de hormigón con incorporación de nanotubos de carbono de pared múltiple, para analizar el efecto en la resistencia a la tracción de concreto por flexión y mejorar la durabilidad del hormigón al agrietamiento por fatiga. Concluyo que los NTCPM cambian la estructura del hormigón convirtiéndole más resistente a la flexión por tracción llegando hasta 46.70% con PHS-n-f- +0.5250%NCPM y 62.61% con NSS-f+0.0875%NCPM.

Según Evaluación Botto y Santa Cruz (2017) En su investigación titulada analizo y realizo el ensayo de permeabilidad en concreto fresco y duro con una adición de 10% y 15% de nano compuestos de carbono , obteniendo como resultado que el concreto en estado duro c“Evaluación De Las Propiedades En Estado Fresco Y Endurecido De Un Concreto Para Uso En Pavimento Rígido, Adicionado Con Nanocompuestos De Carbono”, Con adición de 10% de NTC es más permeable por ende menos durable con un cambio % de 83.11 respecto a la muestra patrón con una profundidad de penetración de 11.2 cm.

Según Narendrabhai (2016) en su investigación titulada “A study on usage of polipropileno fiber in cement concrete pavement”, donde realizo investigación con las dosificaciones del 0.5%,1%,1.5%,2%,2.5% concluye que incrementa en un 5.56% respecto a la muestra patrón siendo la más óptima el porcentaje de 1.5%. con la adición de esta fibra.

A nivel nacional,

Según Ayacila (2020) en su investigación titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibra de carbono en pavimento rígido en Asia” donde se analizo el efecto de las fibras de carbono en las propiedades mecánicas del concreto teniendo con diseño patrón $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ se adición los porcentajes de 0.5% (0.3 kg/m³), 2%(0.5 kg/m³) y 5% (0.7kg/m³) respecto al volumen del cemento para las edades de 7 y 28 días de curado

,obteniendo como resultado para un ensayo de resistencia a la compresión con la dosificación del 0.7kg/m³ a los 7 días de curado obteniendo como resistencia es de 287 kg/cm² y a los 28 días de curado es de 384kg/cm² una resistencia de 21% y 8%.

Según Galán y Nieto (2020) tuvieron como objetivo aminorar la permeabilidad de las estructuras, que logran incidir en las zonas de salpicaduras y mareas, bajo el enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo correlacional de diseño experimental considerando una población conformada por 4 muestras con diferentes cantidades de NTC. Entre los resultados señalan que dicha tendencia de reducción del asentamiento estudiado, se tiene que el comportamiento se encuentra abajo el área específica del nanotubo, permitiendo obtener gran capacidad de absorción del agua, que al incremento la cantidad de nanotubo en la mezcla se origina la pérdida de asentamiento. Concluyo que la adición de NTC aminora la mayor permeabilidad de las estructuras lo que se relaciona en la baja penetración de agua bajo presión, así como el incremento de su vida útil.

Según Figueroa (2018) en su investigación titulado “Análisis de la resistencia a la abrasión del concreto con el uso de encofrado metálico en comparación al encofrado tradicional de madera”, Obtuvo resultados con respecto a la relación de agua cemento de 0.65 en encofrados metálicos, obteniendo menor desgaste de huella de 110.13mm³ y pérdida de peso de 4gr, por lo contrario con el encofrado de madera obtuvo una huella de 151.27mm³ y perdida de 5gr.

En cuanto a los enfoques conceptuales, se considera las siguientes definiciones para la investigación:

Cemento Portland

El cemento se obtiene por el producto de calentar granos entre elementos calcáreos y de arcilla a una temperatura promedio de 1550 ° C, ello da como resultado el Clinker mediante las reacciones. Este elemento es transportado a un molino donde, en conjunto con el sulfato de calcio, generan el cemento Portland. El cemento Portland denominado como material inorgánico fino fragmentado, que

añadido con agua forma una pasta plástica, el cual se hidrata, se fragua y se endurece.

Existen diferentes tipos de Cemento Portland

- C.P. Tipo I (Normal): Para trabajos en general.
- C. P. Tipo II: Protege de los sulfatos y de la hidratación.
- C.P. Tipo III: Para temperaturas bajas el tiempo de curado disminuye, la resistencia es alta al inicio.
- C.P. Tipo IV: Para controles cuidadosos en hidratación.
- C.P. Tipo V: Resistencia elevada para sulfatos.
- C.P. Puzolánico Tipo IP: Combinación entre puzolanico (15%-20%) y Clinker.
- C.P. Puzolánico Modificado Tipo I(PM): Combinación entre puzolanico (menor a 15%) y Clinker.
- C.P. de Escoria Tipo IS: Combinación entre Clinker y escoria (25% - 70%).
- C.P. de Escoria Modificado Tipo I(SM): Combinación entre Clinker y escoria (< 25%).
- C.P. Tipo Ico: Producto de materias calizas y/o inertes (<30%). La resistencia compresiva, plasticidad, trabajabilidad, resistencia promedio a los sulfatos, cloruros, disminuye las fisuras, grietas en el concreto y elevada impermeabilidad.

Aditivo

Son elementos que admiten mejorías en las características del combinado de manera controlada y prevista del concreto, son agregados en pequeñas proporciones. Así mismo, existen desventajas y condiciones en la incorporación del cemento:

Propiedades del aditivo

- Incrementa la propiedad de trabajabilidad sin incrementar la relación a/c.
- Incrementa herméticamente el agua y produce un incremento en la resistencia al penetrar la humedad y sales.
- Incrementa la resistencia a los sulfatos, cloruros y salitres.
- Incrementa la resistencia a la flexión y compresión.
- Incolora e insípida con el agua potable.

Agregados

Los agregados grueso y fino corresponden al 60% al 75% del total del concreto e intervienen en las características en estado endurecido y fresco. Los agregados finos básicamente radican en arena de origen natural o piedra machacada menor que 5 milímetros. Para el caso de agregados gruesos es la agrupación de piedras trituradas o gravas mayores a 5 mm y generalmente entre 9.5 milímetros y 37.5 milímetros.

Los agregados de origen natural (arena y grava) usualmente son excavaciones del lago, minas, ríos o lechos marinos. Las gravas son producto del triturado de la piedra grandes de cantera.

Todos los agregados deben estar establecidos bajo la norma ASTM C 33 para su empleo óptimo, el cual se analiza particularidades como: limpieza de partículas, dureza, resistencia, durabilidad y otros productos químicos absorbidos, recubrimiento de arcilla y otros materiales en condiciones finas que hidraten y adhieren en la pasta cementante.

Mezclado

Se debe tener en cuenta el mezclado de los elementos (agua, cemento y agregados) para este sea homogénea. El orden en el que se emplea los elementos puede ser un factor importante para el producto culminado, pero puede modificarse y convertirse en un concreto de calidad buena. Se requerirá ajustes en la incorporación de agua, el tiempo de mezclado y la velocidad en las revoluciones. Los excelentes aparatos pueden garantizar la homogeneidad del mezclado para el concreto.

Sangrado y Asentamiento

La exudación, o también llamado sangrado se denomina por generar agua en el en la superficie del concreto colocado en el molde. Originada por sedimentar agregados y el cemento portland de la masa de características plásticas.

Luego de que todo el líquido de la exudación esté evaporado, la superficie se endurece y disminuirá mientras se va colocando, esta operación denomina retracción sedimentaria por la puesta y colocación del molde. Así mismo, el sangrado depende de la cantidad de agua inicial, la altura y presión del concreto;

algunos aditivos y tipos de materiales en la mezcla del concreto disminuye la oxidación (sangrado).

Nanotubos de Carbono (CNT)

En los últimos años, se observó que con los componentes de los nanotubos de carbono contienen micrómetros de extensión y entre 1 y 50 nanómetros de radio por este motivo constituyen una elevada proporción longitud/radio. Los primeros tipos de nanotubos fueron las de paredes compuestas (MWCNT), representados por grupo de cilindros concéntricos separadas a 0,34 nanómetros aprox. En cambio, los nanotubos de paredes simples (SWCNT) son desarrollados por una capa de grafeno (capa de grafito) enrollada. Los nanotubos son formados por los extremos de una capa de grafito, estas uniones pueden ser de muchas formas, las que pueden determinar las propiedades físicas de los nanotubos de carbono.

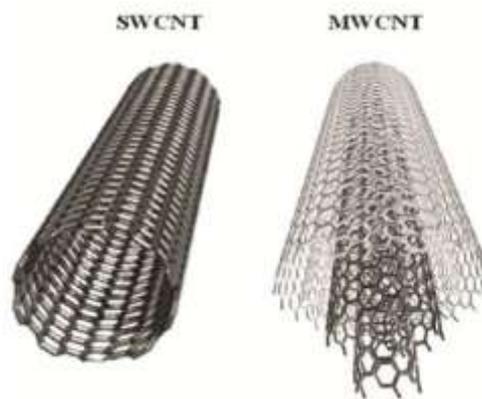


Figura 1. Nanotubos de carbono

Fuente: MWCNT, 2016

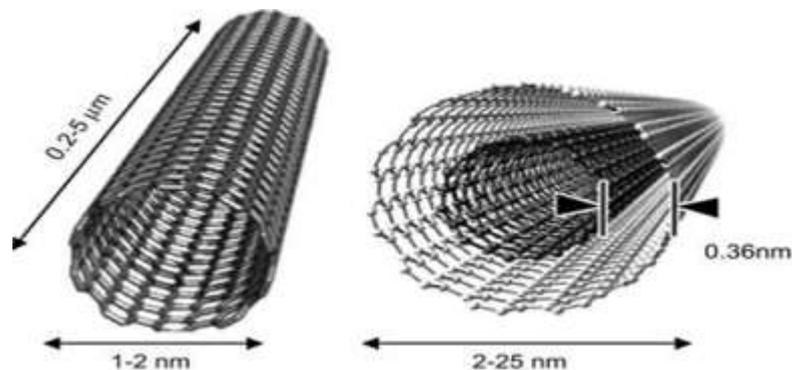


Figura 2. Secciones típicas de Nanotubos de Carbono de pared Múltiple

Fuente: (Duchitanga,2012)

Propiedades de los nanotubos de carbono

Propiedades Eléctricas

El investigador Thess estimó la resistividad de los nanotubos de carbono de acuerdo al orden con $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ a 300K, realizó calculando de manera directa con la metodología de 4 puntas. Un valor medido fue de 0.34×10^{-4} , que indicaba que los nanotubos tienen elevada conducción eléctrica similar a los metales, pero después calcularon un valor de $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$.

Propiedades Mecánicas

El enlace de carbonos de la lámina de grafeno es una de las más fuertes naturalmente, trae consigo la mejora de las propiedades mecánicas de los nanotubos de carbono debido a su elasticidad constante, módulo de Young, relación de Poisson, durabilidad, resistencia a la compresión y tensión.

La propiedad elástica de los nanotubos de carbono es estable en la orientación del eje, a diferencia del acero estos son más rígidos y son resistentes a fuerzas compresivas y traccionadas. Al apretar un extremo del nanotubo se doblará sin causar daño alguno; cuando la fuerza es retirada recobrará el estado inicial, no teniendo un valor de medible del daño causado.

Propiedades Térmicas

La conductividad térmica (K) es una característica de los elementos que tienen la capacidad de conducir el calor a través de un material el cual es elevada en metales y en general en cuerpos continuos. La propiedad es baja en gases, teniendo características iónicas y covalentes, más aún en materiales como la fibra de vidrio.

Aplicaciones de CNT

Los nanotubos de carbono se pueden aplicar en distintos sectores, como ingeniería civil, energía, medio ambiente, medicina y electrónica. También son usadas en aviones, esto con el fin de incrementar la flexibilidad y resistencia de elementos tensados, en compuesto moldeante de plástico que tengan CNT, los cuales son usados para los parachoques de los autos, y por último emplearlos en construcciones como elevadores espaciales para disminuir el costo de mano de obra y materiales.

Los nanotubos de carbono se pueden utilizar para diferentes estructuras de concreto, recientemente descubrieron que los nanotubos pueden rellenar los espacios vacíos del concreto hormigón, por el motivo que si entra agua esta genera grietas. Los nanotubos de carbono son utilizados como refuerzo para materiales con base de masas cementantes, ya que incrementa las propiedades como tenacidad al 23% y rigidez al 6%, sin alterar el resto de las propiedades, así también, estos materiales mejoran las características técnicas del concreto como resistir la penetración de los cloruros, reduciendo la permeabilidad y en algunos casos son empleados como sensores piezoeléctricos que detectan grietas en elementos estructurales.

Pavimentos Rígidos

El pavimento consiste en una losa de hormigón de cemento Portland colocada sobre una cimentación o contrapiso, en la que las tensiones se transmiten directamente al suelo en forma de miniatura. También tiene una versión, donde el hormigón proporciona mayor reflejo de la luz, en condiciones de lluvia el reflejo de la luz solar es mucho mayor, porque la superficie del hormigón no contiene un aglutinante que permita que el adhesivo “drene el agua debajo de él, creando un espejo” que refleja la luz del sol.

El pavimento solido mantiene un mejor rendimiento, por lo que es una buena opción para su uso en lugares donde el agua esta expuesta con frecuencia, como áreas bajas o áreas donde el agua es frecuente (Parera, 2019)

Grieta transversal, a causa de la excesiva longitud y excesiva anchura de la losa en sentido longitudinal, así como a la ausencia de junta longitudinal ambos casos son de mal diseño, por lo que considérelo restauración. Las losas de hormigón después de un periodo de uso se vuelven más difíciles y caras.

Grieta horizontal, debido a la excesiva longitud y excesiva anchura de la losa en sentido longitudinal, así como la ausencia de juntas longitudinal, ambos casos son de mal diseño, por lo que considérelo restauración. las losas de hormigón después de un periodo de uso se vuelven más difíciles y costosos. (Parera, 2019)

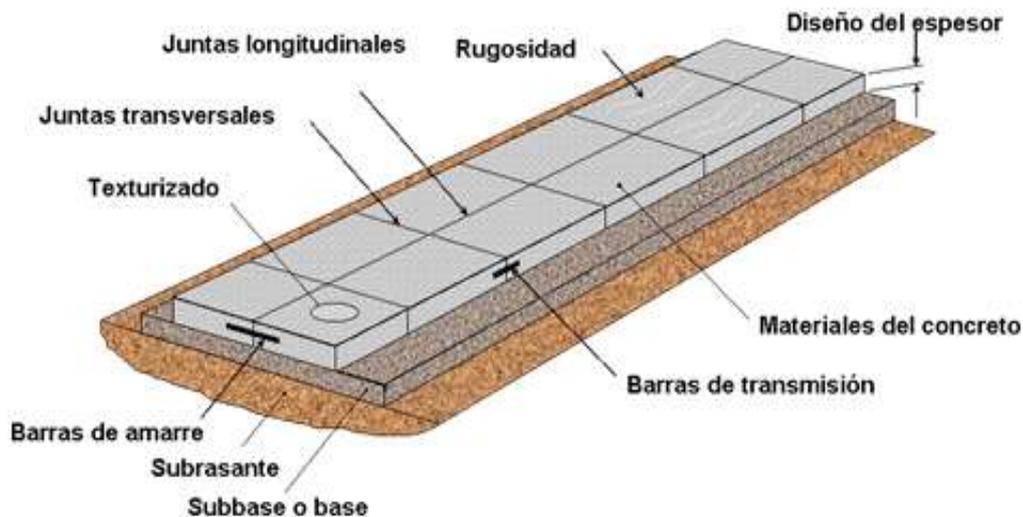


Figura 3. Partes de un Pavimento Rígido

Concreto Hidráulico

También conocido como hormigón, es cemento mezclado con agua, grava (agregado grueso), arena (agregado fino), aditivos químicos y aire, por lo que con el tiempo se endurece, creando así estructuras o parte de las que debe ser lo suficiente resistente para sus tareas requeridas. (Arieco, 2019)

El pavimento de concreto hidráulico mantiene aproximadamente un 15% más de inversión que el hormigón asfáltico, y el concreto hidráulico es más económico a largo plazo ya que no hay necesidad de excavación, contrapiso ni revestimientos para la aplicación de losas de revestimiento, drenaje superficial mejorado, mayor reflectancia de la luz, menor estructura de soporte requerida, mantenimiento mínimo, incluido el sellado rápido, todas las posibles grietas aparecen rápidamente, menor espesor para asegurar la aceptación del pavimento debido a los efectos del tráfico (Rojas, 2021)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

El método que se realizó en la investigación fue de tipo aplicativo, ya que se utilizan sustentos en investigaciones teóricas para las variables mencionadas. Así mismo, el tipo aplicado se basa en teorías investigativas conocidas como básicas y son encaminadas en la resolución de los problemas de la sociedad. (Ñaupas, 2018, p.98).

Enfoque de investigación

Según los autores Hernández y Mendoza, la investigación tiene enfoque cuantitativo, el cual está ligado a términos y técnicas numéricos, actualmente, añade alternativas en grupos con el fin de obtener hipótesis verídicas. Por lo tanto, el método cuantitativo ayuda a verificar las problemáticas planteadas al inicio de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p.71).

El diseño de la investigación

En relación al diseño, la investigación es experimental – cuasi experimental, es decir, las variables independientes son manipuladas para modificar la variable dependiente, según BERNAL (2010, p.115) dice que “en la investigación explicativa se analizan causas y efectos de la relación entre variables”, En este caso la variable independiente son los nanotubos de carbono, mientras la variable dependiente Propiedades Del Concreto Hidráulico F'c=280 Kg/Cm² En Pavimentos Rígidos.

El nivel de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo - explicativo, debido a que los resultados que se obtendrán serán explicados a través de las anomalías que suceden a las variables, así mismo describen las características de los fenómenos que suceden en toda la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p.70).

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Nanotubos de concreto

Definición Conceptual: Los nanotubos de carbono (NTCs) son alótopos del carbono, como el diamante, el grafito o los fulerenos. Existen diferentes tipos de NTC's los cuales están en función de las capas de grafito que las conforman, pueden ser de membrana sencilla (SWCNT's) y de membrana múltiple (MWCNT's) (Marcondes et al., 2015).

Para esta investigación se añadirá Nanotubos de carbono respecto al peso del cemento con las siguientes dosificaciones:

- 0% NTC
- 5% NTC
- 10% NTC
- 15%NTC

Variable Dependiente: Propiedades del concreto hidráulico $f'_c=280$ kg/cm² en pavimentos rígidos

Definición Conceptual: Las principales propiedades del concreto son la resistencia a compresión (f_c), resistencia a tensión indirecta (f_t), resistencia a tensión por flexión o módulo de ruptura (f_r) y módulo de elasticidad (E_c) (Rojales et al., 2021).

Evaluaremos 4 indicadores descritas a continuación:

- Resistencia del pavimento rígido a la Compresión
- Resistencia del pavimento rígido a la flexo-tracción
- Resistencia ala permeabilidad bajo presión de agua
- Resistencia al desgaste por abrasion

Definición Operacional: Las propiedades del concreto son determinados mediante ensayos en laboratorios, tales como la resistencia que varía en relación a los días de rotura de las muestras. Por lo que se recomienda emplear 2 muestras mínimas de ensayos para la obtención promedio de la resistencia de las muestras (Rojales et al., 2021).

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población:

Según ARIAS (2012, p. 81) la población “es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las

conclusiones de la investigación”, por lo tanto, el estudio es una población infinita.

Muestra y Muestreo:

La muestra es la delimitación de toda la población (Arias Gonzáles, 2021), para la investigación la muestra será las probetas de concreto, que para el estudio se evaluará 80 unidades, 3 unidades patrones, 3 unidades con 5% de incorporación de NTC, 3 unidades con 10% de incorporación de NTC, 3 unidades con 10% de incorporación de NTC y 3 unidades con 15% de incorporación de NTC; tanto para los 7 días, 14 días y 28 días.

Además, las muestras serán no probabilísticas, para Hernández y Mendoza (2018) Las “muestras no probabilísticas, el elegir las unidades no es dependiendo de la probabilidad, si no de las cogniciones ligadas a las características y al argumento de la investigación” (p. 200).

Por lo mencionado antes:

Para la resistencia a la compresión se tendrá las siguientes muestras

- 9 probetas cilíndricas de dosificación 0% sin NTC
- 9 probetas cilíndricas de dosificación 5% con NTC
- 9 probetas cilíndricas de dosificación 10% con NTC
- 9 probetas cilíndricas de dosificación 15% con NTC

Haciendo un total de 36 probetas cilíndricas para la prueba de compresión, en diferentes periodos 7, 14, 28 días.

Para la resistencia al flexo tracción se elaboró 36 vigas de 15cm x 15cm x 60cm en cumplimiento a la norma ASTM C78, en diferentes periodos 7, 14, 28 días, como se detalla a continuación:

- 9 probetas vigas de dosificación 0% sin NTC
- 9 probetas vigas de dosificación 5% con NTC
- 9 probetas vigas de dosificación 10% con NTC
- 9 probetas vigas de dosificación 15% con NTC

Para la resistencia a la permeabilidad bajo presión se elaboró 4 probetas cilíndricas en cumplimiento a la norma UNE EN 12390-8, para el periodo de 28 días, como se detalla a continuación:

- 1 probetas cilíndricas de dosificación 0% sin NTC
- 1 probetas cilíndricas de dosificación 5% con NTC
- 1 probetas cilíndricas de dosificación 10% con NTC
- 1 probetas cilíndricas de dosificación 15% con NTC

Para la resistencia al desgaste por abrasión se elaboró 4 muestras de 10cm x 20cm x 8cm en cumplimiento a la norma UNE 127020, en el periodo de 28 días, como se detalla a continuación:

- 1 muestra de dosificación 0% sin NTC
- 1 muestra de dosificación 5% con NTC
- 1 muestra de dosificación 10% con NTC
- 1 muestra de dosificación 15% con NTC

Así mismo, las muestras serán no probabilísticas, para Hernández y Mendoza (2018) en las “muestras no probabilísticas, al elegir las unidades no depende de la probabilidad, sino de cogniciones ligadas a las características y al argumento de la investigación” (p. 200).

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Para la investigación, se utiliza la técnica observatorio, esta técnica es aquel que establece entre el fenómeno a investigar y el propio investigador, solo estará mediado por instrumentos de observación (Ñaupás, 2018, p.281).

Instrumentos de recolección de datos:

En cuanto a los instrumentos, se utilizarán hojas de observación para la evaluar probetas tangibles y las hojas de Microsoft Excel para realizar el diseño de mezcla correspondiente a la investigación con la dosificación adecuada para las diferentes edades; estas herramientas nos permitirán registrar las situaciones observadas durante la encuesta, así mismo se tomará en cuenta las normas para los diferentes ensayos de elementos para el concreto.

Mientras que la ficha de observación admite al indagador apuntar las condiciones o incidentes que observa durante el proceso de la investigación (Arias, 2021, p.93).

Como instrumento de recolección de datos se utilizarán las fichas técnicas que se presentara en lo siguiente:

Primer Ficha técnica: Compresión (ANEXO N°1)

Segunda Ficha técnica: Flexo tracción (ANEXO N°2)

Tercera Ficha técnica: Abrasión por desgaste (ANEXO N°3)

Cuarta Ficha técnica: Permeabilidad (ANEXO N°4)

Validez

Es la expresión auténtica que constituye una variable en cuanto concierne a la medición. Las fichas serán los instrumentos de recolección de datos. Cabe resaltar que existe una manera de seleccionar las unidades para las muestras, siendo estos confiables y verídicos para la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, P.74).

Por lo siguiente la validez será por juicio de expertos.

Experto N°1: Ing. Rodrigo Peñaloza Lopez

Experto N°2: Ing. Álvaro Solis Pezo

Experto N°3: Ing. Daniel Cardenas

Confiabilidad

La confiabilidad de los resultados esta por la calibración de los equipos utilizados.

- La máquina de Compresión
- La máquina de flexo tracción
- Equipo de abrasión con disco giratorios
- Equipa para permeabilidad a presión de agua

3.5 Procedimiento

Se evalúa las características del concreto con la incorporación de nanotubos de carbono, el cual se busca optimizar las condiciones del concreto, evaluando las propiedades físicas y mecánicas. Las probetas de concreto, se harán para diferentes edades, para 7, 14 y 28 días, así analizar la resistencia del

mismo que alcanza con cada dosificación empleada con NTC, y posteriormente realizar los ensayos correspondientes en el laboratorio.

Dentro de las etapas del proceso se tiene lo siguiente

- 1. Primer paso: Compra y Obtención de los materiales;** En esta etapa se realiza la compra de los materiales para realizar la caracterización de los materiales en el laboratorio.

A continuación se describe los materiales a utilizar :

- Agregado Grueso de la cantera “Huarangal”
- Agregado Fino de la cantera “Huarangal”
- Cemento Tipo IP marca YURA
- Nanotubos de Carbono
- Moldes PVC briquetas
- Moldes de madera para viga



Figura 4. Visita a la cantera

Fuente: Elaboración Propia



Figura 5. Los nanotubos de Carbono de multipared
Fuente: Elaboración Propia

2. Segundo paso: Caracterización de los materiales;

2.1 Se realizó el Cuarteo de Agregado Fino en las instalaciones del laboratorio:



Figura 6. Cuarteo de Agregado Fino
Fuente: Elaboración Propia



Figura 7. Cuarteo de Agregado Grueso

Fuente: Elaboración Propia

2.2 Se realizó el Contenido de Humedad en las instalaciones del laboratorio:



Figura 8. Contenido de Humedad

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Se realizó el Peso unitario suelto en las instalaciones del laboratorio:



Figura 9. Peso unitario suelto

Fuente: Elaboración Propia

2.4 Se realizó el Peso unitario compactado en las instalaciones del Laboratorio



Figura 10. Peso unitario compactado

Fuente: Elaboración Propia

2.5 Se realizó el Ensayo de Peso Específico en las instalaciones del Laboratorio



Figura 11. Peso Específico
Fuente: Elaboración Propia

2.6 Se realizó el Ensayo de Gravedad Especifica en las instalaciones del Laboratorio



Figura 12. Gravedad Especifica
Fuente: Elaboración Propia

2.7 Se realizó la Granulometría de los agregados en las instalaciones del



Figura 13. Granulometría

Fuente: Elaboración Propia

3. Tercer paso: Realización del diseño de mezclas;

Con la realización de la caracterización de los materiales en el laboratorio se procedió a realizar el diseño de mezclas y así mismo con las adiciones de los nanotubos de carbono al 0%, 5%, 10% y 15%.

Ensayo A Los Agregados

Análisis Granulométrico

Tabla 1.

Granulometría de agregado fino

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525	4.6			100.0
# 4	4.760	38.2	5.2	5.2	94.8
# 8	2.360	86.2	11.7	16.9	83.1
# 16	1.180	98.4	13.4	30.3	69.8
# 30	0.600	105.0	14.3	44.5	55.5
# 50	0.300	145.0	19.7	64.2	35.8
# 100	0.150	162.0	22.0	86.2	13.8
# 200	0.075	62.0	8.4	94.6	5.4
< # 200	FONDO	78.0	10.6	105.2	-5.2
FINO		736.6			
TOTAL		736.6			

Fuente: Elaboración Propia

Curva de granulometría

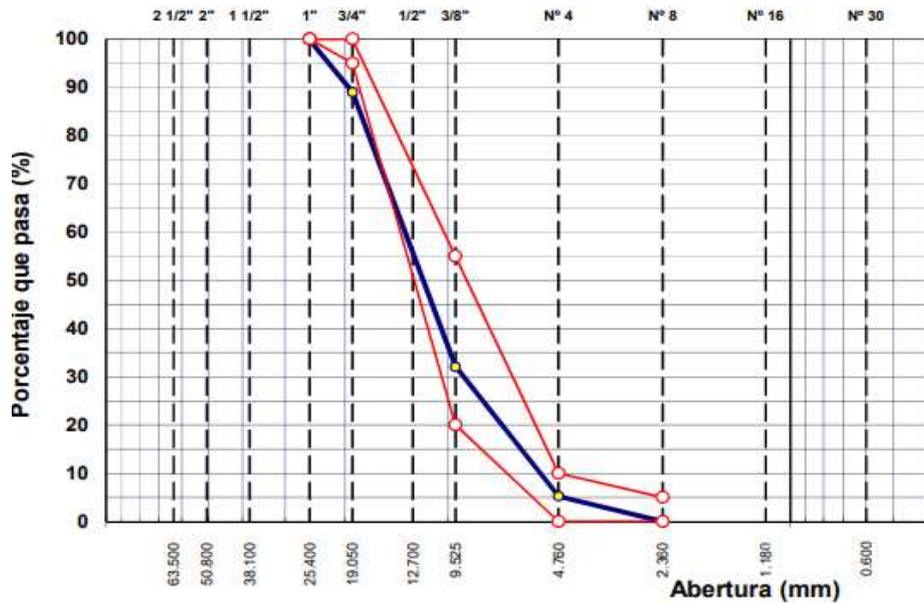


Figura N°14. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración Propia

Propiedades Físicas

Tabla 2.

Datos del Agregado fino

Módulo de Fineza	
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1531
Peso Unitario compactado (g/cc)	1765
Peso Específico (g/cc)	2505
Contenido de Humedad (%)	0.27
Porcentaje de Absorción (%)	1.05
Tamaño Máximo	1 1/2"

Fuente: Elaboración propia

Características del agregado Grueso

Tabla 3.

Granulometría de agregado Grueso

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-2
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800				100.0	
1 1/2"	38.100				100.0	
1"	25.400	12.0	0.2	0.2	99.8	100 - 100
3/4"	19.050	689.0	10.8	11.0	89.1	95 - 100
1/2"	12.700	2,301.0	35.9	46.9	53.1	
3/8"	9.525	1,347.0	21.0	67.9	32.1	20 - 55
# 4	4.760	1,719.0	26.9	94.8	5.2	0 - 10
# 8	2.360	260.0	4.1	98.8		0 - 5
< # 8	FONDO					
# 16	1.180					
# 30	0.600					
# 40	0.420					
# 50	0.300					
# 80	0.180					
# 100	0.150					
# 200	0.075					
TOTAL		6,403.0				

Fuente: Elaboración propia

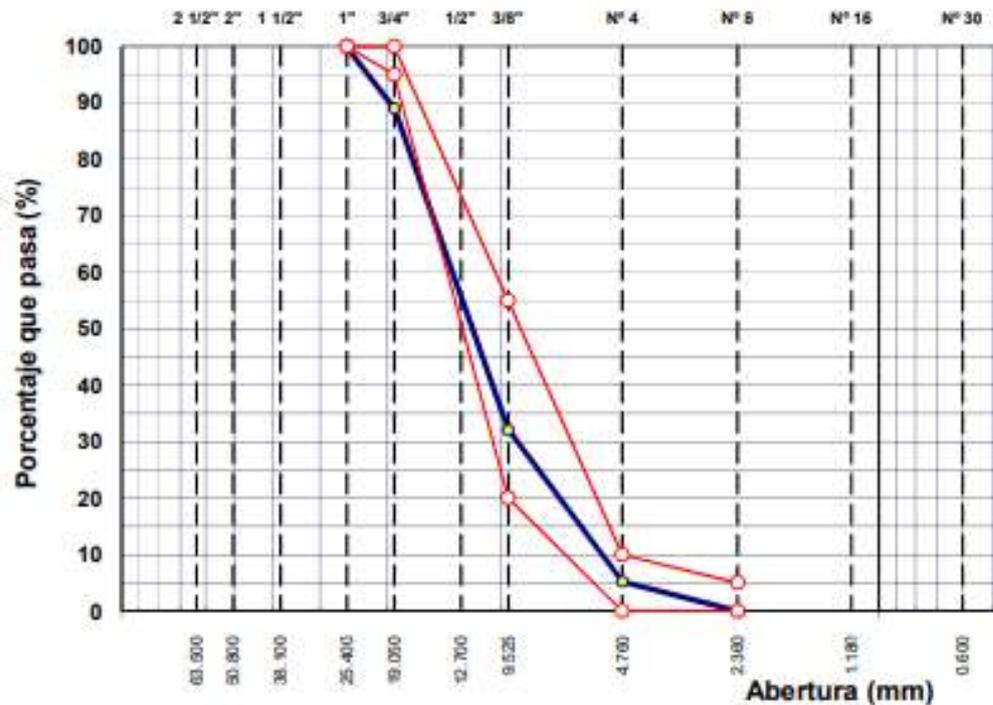


Figura N°15. Curva de granulometría del agregado grueso

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.

Datos del Agregado Grueso

Módulo de Fineza	Datos
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1250
Peso Unitario compactado (g/cc)	1437

Peso Específico (g/cc)	2442
Contenido de Humedad (%)	0.11
Porcentaje de Absorción (%)	2.71
Tamaño Máximo	1 ½"

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas del concreto del concreto patrón

El diseño de mezcla se realizó mediante el método ACI con los datos obtuvimos por el laboratorio

CORRECCION POR HUMEDAD		CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS					
FINO ZARA. HUM:	743	kg/m ³	AGREGADO FINO ZARAND:	-0.78	%	-6.78	lt
GRUESO HUM.:	723	kg/m ³	AGREGADO GRUESO:	-2.60	%	-18.78	lt
			VOLUMEN DE AGUA:		%	-24.56	lt
			AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:		%	270	lt/m ³
CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR METRO CUBICO				VOLUMEN APARENTE EN PIE3			
CEMENTO:	423.9	kg/m ³		9.97			
RANGO DE AGUA:	269.6	lt/m ³		27.03			
AGREG. FINO HUMEDO ZARAN:	742.7	kg/m ³		17.09			
AGREG. GRUESO HUMEDO:	722.6	kg/m ³		20.39			
PROPORCION EN LAMPAS				PROPORCION EN VOLUMEN PIE3			
Cemento :	1	bolsa		Cemento :	1	corregida	
Agua :	27.03	lt		Agua :	27	Bolsa	
Aren Zar :	12.0	Lampas		Aren Zar :	1.7	lt/bols.	
Grava :	14.3	Lampas		Grava :	2.0	pie ³ /bols.	
				WR Euco 39 :		ml/bols.	
				Euco NS 02 :		ml/bols.	

Figura N°16. Diseño de Mezcla

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.

Datos del diseño

Agregado Grueso (pie ³)	2
Agregado Fino (pie ³)	1.7
Cemento (bls)	1
Agua (Litros)	27

Fuente: Elaboración Propia

Este será el diseño de mezcla patrón, donde se sustituirá en los porcentajes de 0%, 5%,10% y 15% del volumen del cemento con Nanotubos de Carbono.

4. Cuarto paso: Realización de probetas con incorporación de NTC;

4.1 Pesado de los materiales



Figura 17. Pesado de los materiales

Fuente: Elaboración Propia

4.1 Preparado de Mezcla



Figura 18. Preparado de mezcla

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Prueba de Asentamiento



Figura 19. Slump

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Se realizó las muestras



Figura 20. Muestras

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Ensayo a la Resistencia ala Compresión, flexo-traccio, permeabilidad y abrasión



Figura 21. Ensayos a la Resistencia a la Compresión, flexo-tracción, permeabilidad y abrasión

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Método de análisis de datos

Esta investigación es explicativa por lo que se aplicara estadística descriptiva a muestras independientes, utilizando el programa spss estadístico.

3.7 Aspectos éticos

Según Hernández y Mendoza (2018), el tema del estudio de la ética es la moral. El responsable de la encuesta podrá asumir la velocidad de los resultados posteriormente ser modificar la información posteriormente evaluada y calculada

la intervención de un especialista calificado para la supervisión el estudio (Hernández y Mendoza, 2018, p.90). Así mismo, se analizará con respecto al grado de similitud con otros antecedentes mencionados en cada capítulo de la investigación.

Toda la información usada es obtenida de fuentes autorizadas y confiables, respetando los aspectos éticos y el derecho de autor y para el programa antiplagio se utilizara el software "Turnitin"

IV . RESULTADOS

Resistencia a la compresión

Ensayo al diseño 0%

Se realizó 9 probetas cilíndricas de las diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, en cumplimiento a la norma ASTM C-39.

Tabla 6.

Resultados de compresión de diseño 0%

Muestra	Edad	% NTC	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
N° 01	7	0%	170.0	171.0
N° 02		0%	173.0	
N° 03		0%	170.0	
N° 04	14	0%	275.0	273.67
N° 05		0%	264.0	
N° 06		0%	282.0	
N° 07	28	0%	301	304.00
N° 08		0%	310	
N° 09		0%	301	

Fuente: elaboración propia

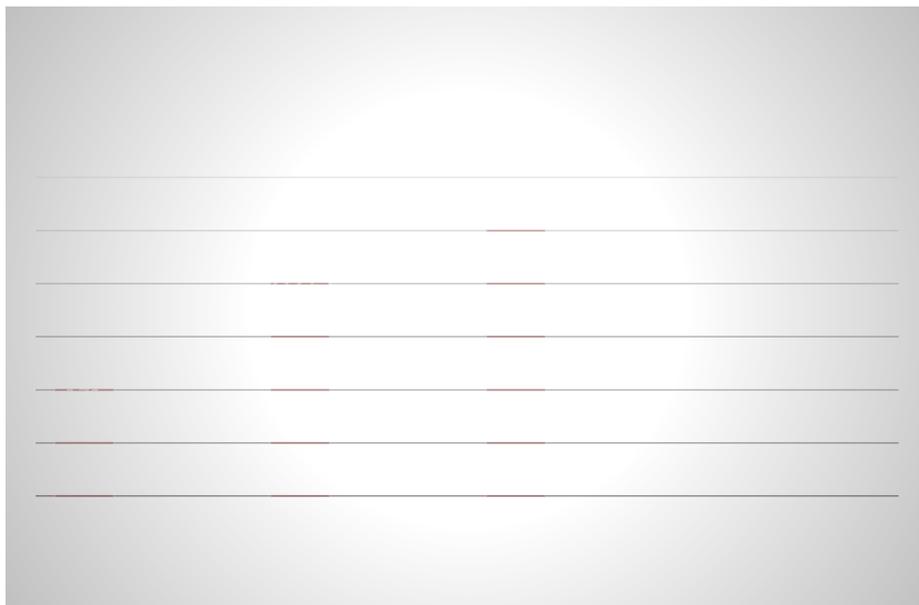


Figura 22. Resistencia a la compresión por edades al 0%

Fuente: elaboración propia

Ensayo con concreto incorporando 5% Con Nanotubos De Carbono

Se realizó 9 probetas cilíndricas de las diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, según la norma ASTM C-39.

Tabla 7.

Resultados de compresión de 5% NTC

Muestra	Edad	% NTC	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
N° 01	7	5%	169.0	177.33
N° 02		5%	177.0	
N° 03		5%	186.0	
N° 04	14	5%	290.0	278.67
N° 05		5%	265.0	
N° 06		5%	281.0	
N° 07	28	5%	325.0	326.00
N° 08		5%	319.0	
N° 09		5%	334.0	

Fuente: elaboración propia

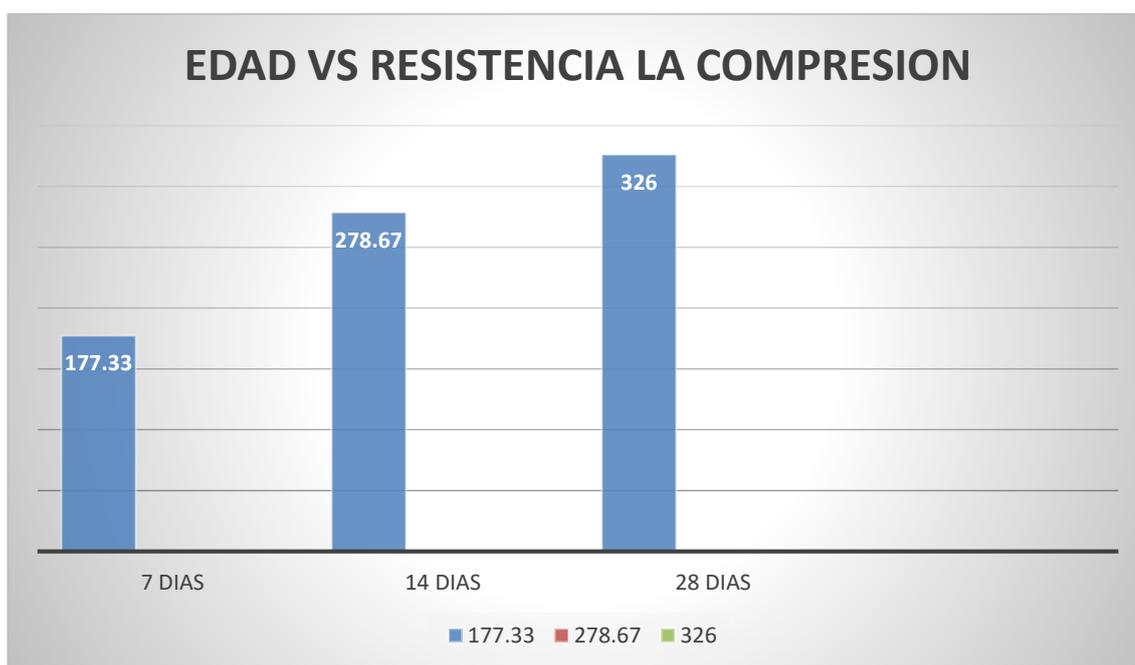


Figura 23. Resistencia a la compresión por edades al 5%

Fuente: elaboración propia

Ensayos a la compresión de concreto incorporando 10% Con Nanotubos De Carbono

Se realizó 9 probetas cilíndricas de las diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, según la norma ASTM C-39.

Tabla 8.

Resultados a la compresión de 10% NTC

Muestra	Edad	% NTC	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
N° 01	7	10%	227.0	221.67
N° 02		10%	217.0	
N° 03		10%	221.0	
N° 04	14	10%	296.0	285.67
N° 05		10%	275.0	
N° 06		10%	286.0	
N° 07	28	10%	339.0	345
N° 08		10%	345.0	
N° 09		10%	351.0	

Fuente: elaboración propia

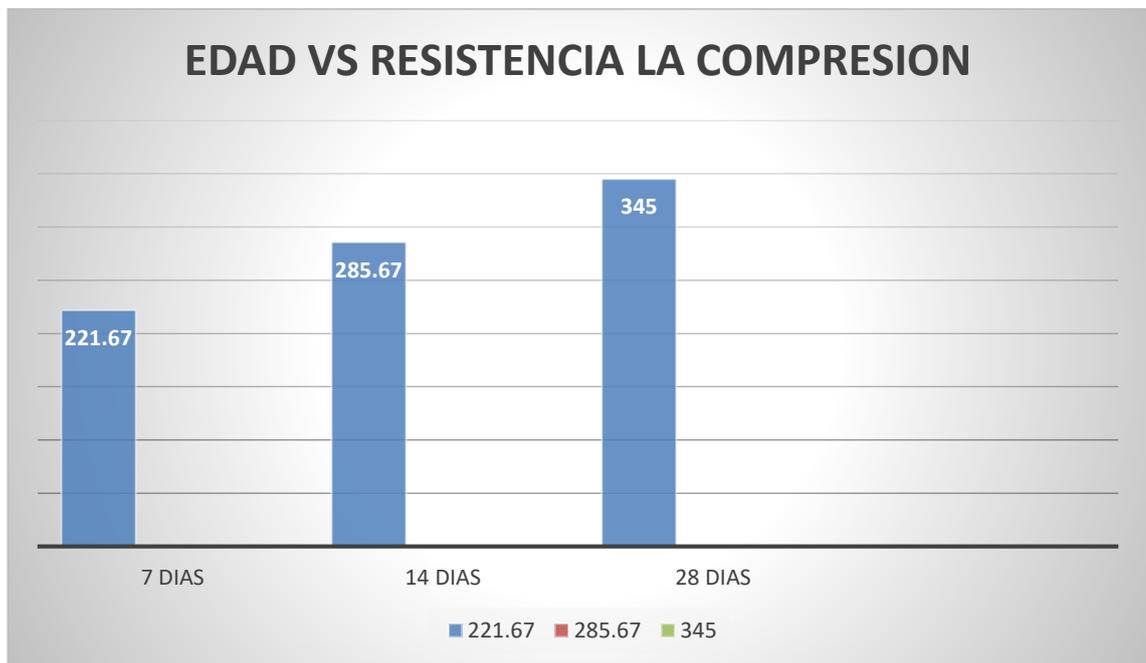


Figura 24. Resistencia a la compresión por edades al 10%

Fuente: elaboración propia

Ensayos a la compresión de concreto incorporando 15% Con Nanotubos De Carbono

Se realizó 9 probetas cilíndricas de las diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, según la norma ASTM C-39.

Tabla 9.

Resultados de compresión de 15% NTC

Muestra	Edad	Porcentaje NTC	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
N° 01	7	15%	151.0	153.67
N° 02		15%	154.0	
N° 03		15%	156.0	
N° 04	14	15%	261.0	266.33
N° 05		15%	275.0	
N° 06		15%	263.0	
N° 07	28	15%	321.0	320.33
N° 08		15%	318.0	
N° 09		15%	322.0	

Fuente: elaboración propia

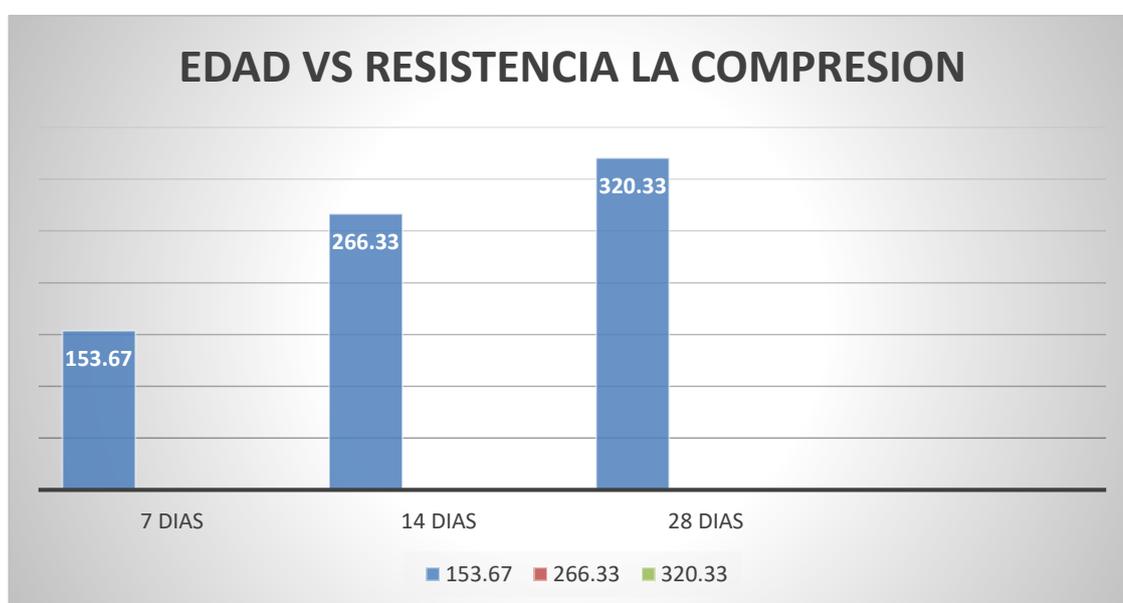


Figura 25. Resistencia a la compresión por edades al 15%

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo la tabla 6,7,8 y 9 y el grafico 18,19,20y21 al cual se le añadio NTC la dosificación 1 (5% NTC) incrementa la resistencia a la compresión en relación al concreto patrón en 7.27%, y la dosificación 2 (10%) incrementa en 13.49% y la dosificación 3 (15%) incrementa en 5.37%., donde se muestra que la resistencia a la compresión disminuye de acuerdo al aumento del porcentaje de nanotubos de carbono.

Contraste de hipótesis

Para este trabajo de investigación se empleará la estadística descriptiva, el cual se acepta la hipótesis, porque al adicionar los nanotubos de carbono (NTC) en 5%, 10% y 15% al diseño patrón esta influye en el aumento a la resistencia a la compresión

Resistencia a la Flexo-tracción

Ensayos a la Flexo-tracción al diseño 0%

En este ensayo se realizó 9 vigas de concreto de 15x15x60cm de las diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, en cumplimiento a la norma ASTM C-78.

Tabla 10.

Resultados de flexotraccion al 0%

Muestra	Edad	%NTC	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
N° 01	7	0%	41.6	40.84
N° 02		0%	40.4	
N° 03		0%	40.5	
N° 04	14	0%	49.2	49.88
N° 05		0%	50.8	
N° 06		0%	49.6	
N° 07	28	0%	60.1	61.96
N° 08		0%	61.6	
N° 09		0%	64.1	

Fuente: elaboración propia



Figura 26. Resistencia a la flexo-tracción por edades al 0%

Fuente: elaboración propia

Ensayos a la flexo-traccion de concreto incorporando 5% Con Nanotubos De Carbono

En este ensayo se realizó 9 vigas de concreto de 15x15x60cm de las diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, según la norma ASTM C-78.

Tabla 11.

Resultados de flexotraccion al 5%

Muestra	Edad	% NTC	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
N° 01	7	5%	65.1	60.64
N° 02		5%	62.3	
N° 03		5%	54.5	
N° 04	14	5%	66.9	67.35
N° 05		5%	68.3	
N° 06		5%	66.8	
N° 07	28	5%	92.7	93.47
N° 08		5%	93.7	
N° 09		5%	94.0	

Fuente: elaboración propia

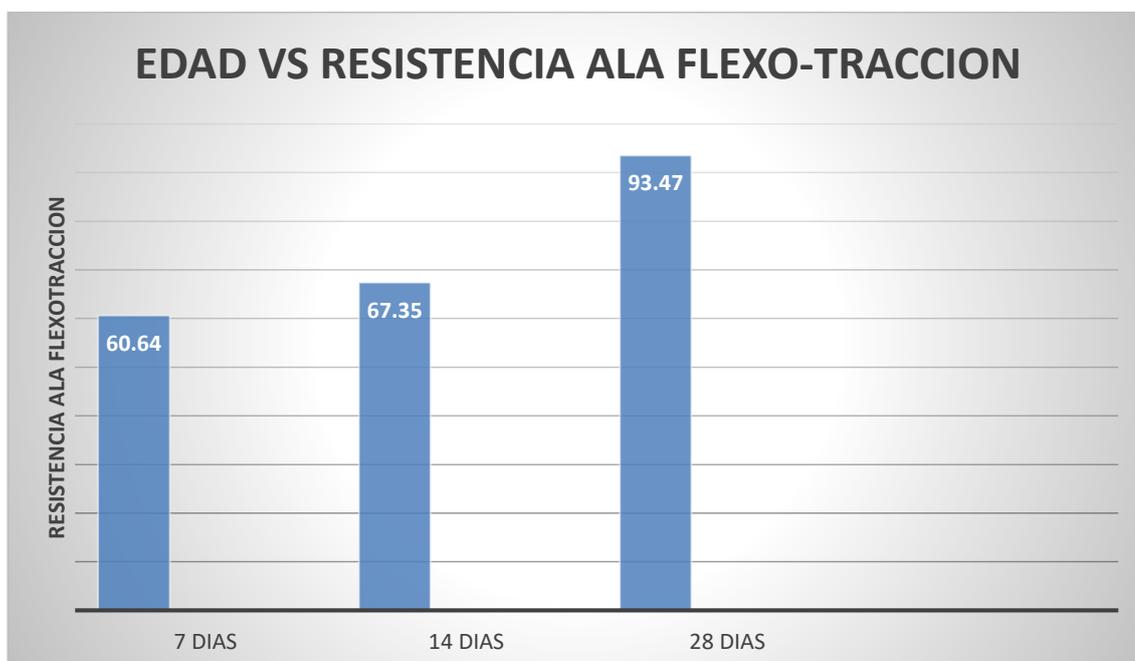


Figura 27. Resistencia a la flexo-tracción por edades al 5%

Fuente: elaboración propia

Ensayos a la flexo-tracción de concreto incorporando 10% Con Nanotubos De Carbono

En este ensayo se realizo 9 vigas de concreto de 15x15x60cm de las diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, según la norma ASTM C-78.

Tabla 12.

Resultados de flexotraccion al 10%

Muestra	Edad	% NTC	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
N° 01	7	10%	82.7	86.13
N° 02		10%	86.7	
N° 03		10%	89.1	
N° 04	14	10%	97.1	95.24
N° 05		10%	94.5	
N° 06		10%	94.1	
N° 07	28	10%	117.5	119.91
N° 08		10%	120.3	
N° 09		10%	122.0	

Fuente: elaboración propia



Figura 28. Resistencia a la flexo-tracción por edades al 10%

Fuente: elaboración propia

Ensayos a la flexo-traccion de concreto incorporando 15% Con Nanotubos De Carbono

En este ensayo se realizo 9 vigas de concreto de 15x15x60cm de las diferentes edades 7 días, 14 días y 28 días, según la norma ASTM C-78.

Tabla 13.

Resultados de flexotraccion al 15%

Muestra	Edad	Porcentaje NTC	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
N° 01	7	15%	82.3	84.82
N° 02		15%	82.0	
N° 03		15%	90.1	
N° 04	14	15%	93.6	93.35
N° 05		15%	93.0	
N° 06		15%	93.5	
N° 07	28	15%	110.7	110.13
N° 08		15%	110.5	
N° 09		15%	109.2	

Fuente: elaboración propia

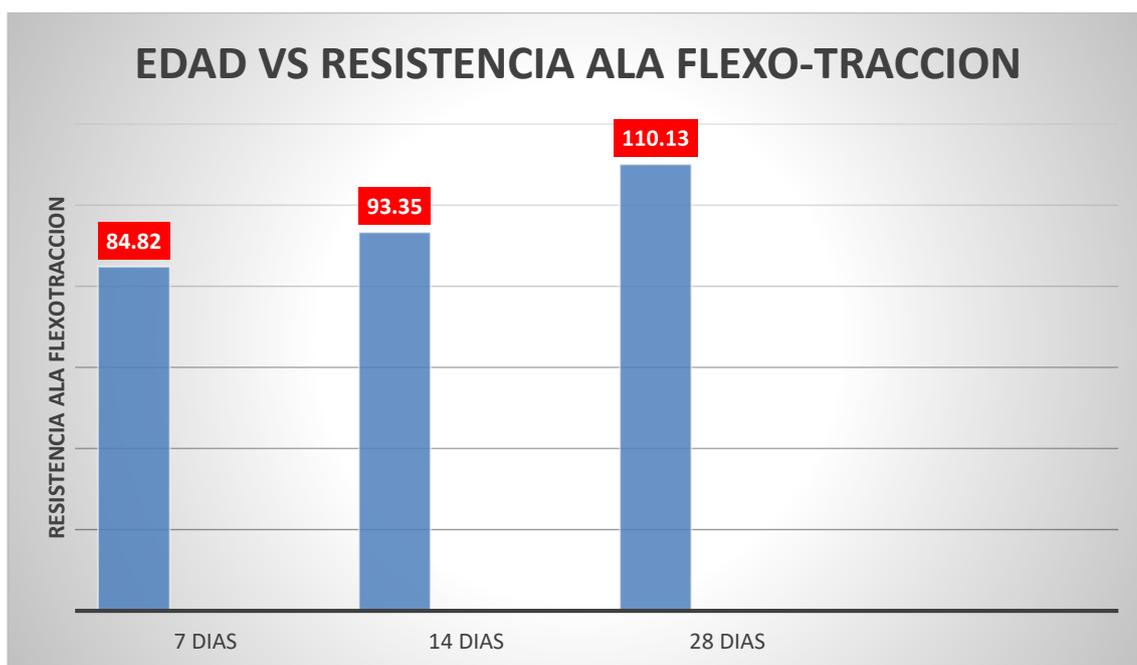


Figura 29. Resistencia a la flexo-tracción por edades al 15%

Fuente: elaboración propia

interpretación:

De acuerdo la tabla 10,11,12 y 13 y el grafico 22,23,24 y 25 al cual se le añadio NTC la dosificación 1 (5% NTC) incrementa la resistencia a la flexo-traccion en relación al concreto patrón en 50.86% y la dosificación 2 (10%) incrementa en

93.53% y la dosificación 3 (15%) incrementa en 77.74%., donde se muestra que la resistencia a la flexo-tracción incrementa de acuerdo al aumento del porcentaje de nanotubos de carbono.

Contraste de hipótesis

Para este trabajo de investigación se empleará la estadística descriptiva, el cual se acepta la hipótesis, porque al adicionar los nanotubos de carbono (NTC) en 5%, 10% y 15% al diseño patrón mejora significativamente la resistencia a la flexotracción hasta en un 93.53%.

Resistencia a la Permeabilidad

Ensayos a la Permeabilidad bajo presión

En este ensayo se realizó 4 probetas para el ensayo de permeabilidad bajo presión a la edad de 28 días de curado, en cumplimiento a la norma UNE EN12390-8

Obteniendo datos estadísticos como indica la siguiente tabla.

Tabla 14. Resultados de ensayo de permeabilidad bajo presión de agua

Muestra	Edad	% NTC	Profundidad de Penetración (mm)
N° 01	28	0%	32.87
N° 02	28	5%	22.54
Muestra N° 03	28	10%	34.32
Muestra N° 04	28	15%	25.33

Fuente: elaboración propia

De los resultados se observa lo siguientes con el 0%NTC es 32.87mm, 5%NTC es 22.54mm, 10%NTC es 34.32mm y 15%NTC es 25.33mm

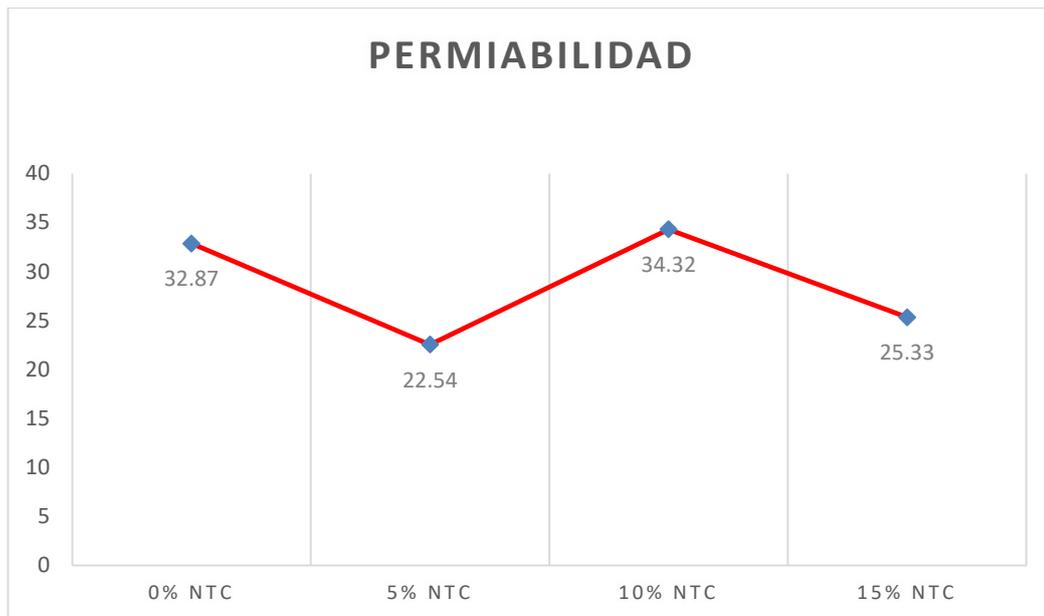


Figura 30. Permeabilidad con adición de NTC al 0%,5%,10%,15

Fuente: elaboración propia

INTERPRETACION:

Según la Tabla 14. La muestra base patrón 0% tiene una altura de penetración de agua 32.87mm, el diseño con 5% de adición de nanotubos de carbono disminuye en un 3.14% respecto al diseño patrón, el diseño con 10% de adición de nanotubos de carbono aumenta en un 4.4% respecto al diseño patrón y el diseño con 15% de adición de nanotubos de carbono disminuye en un 2.29% respecto al diseño patrón, donde se muestra que el ensayo de permeabilidad a presión de agua con los diseños del 5 y 10% de adición de nanotubos de carbono tienen menos penetración de agua.

Contraste de hipótesis

Para este trabajo de investigación se empleará la estadística descriptiva, el cual se acepta la hipótesis, porque al adicionar los nanotubos de carbono (NTC) en 5%, 10% y 15% al diseño patrón mejora y evita ah que le profundidad de penetración de agua disminuya y así mejore la resistencia a la permeabilidad para un concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en pavimentos rígidos

Resistencia al desgaste por Abrasión

Ensayos a la Abrasión por desgaste

En este ensayo se realizó 4 muestras de 20x10x8 cm para el ensayo de abrasión de edad 28 días, según la norma UNE 127020

Obteniendo datos estadísticos como indica la siguiente tabla.

Tabla 15. Resultados de ensayo al desgaste por abrasión

Muestra	Edad	% NTC	Longitud altura (mm)
N° 01	28	0%	19.80
N° 02	28	5%	19.90
N° 03	28	10%	20.00
N° 04	28	15%	19.80

Fuente: elaboración propia

De los resultados se observa lo siguientes con el 0%NTC es 19.80mm, 5%NTC es 19.90mm, 10%NTC es 20.0mm y 15%NTC es 19.80mm

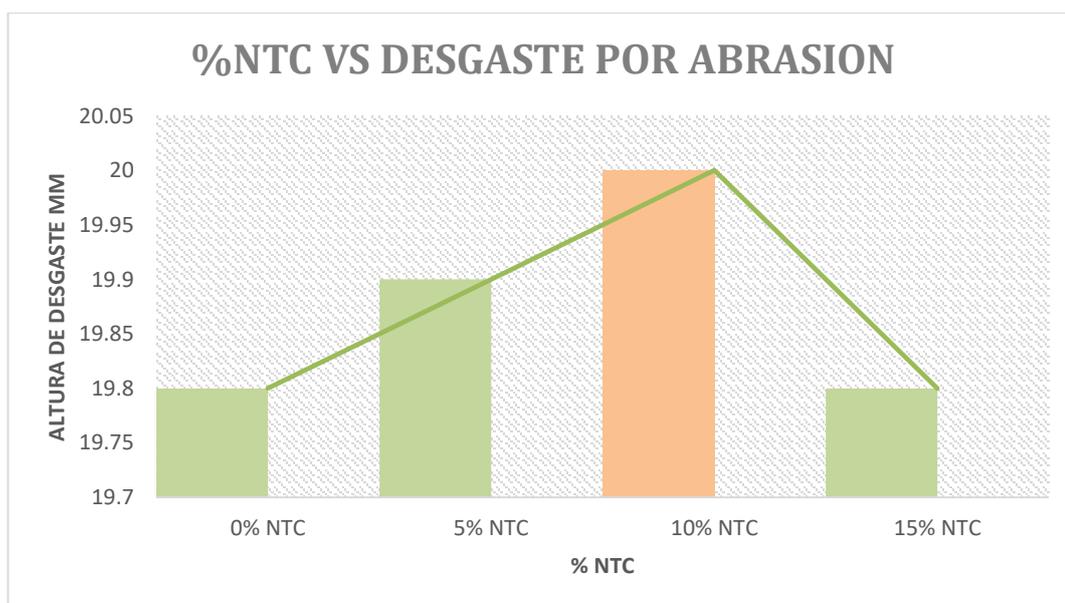


Figura 31. %NTC VS desgaste por abrasión

Fuente: elaboración propia

INTERPRETACION:

Según la Tabla 15. La muestra base patrón 0% tiene una altura de desgaste de agua 19.80mm, el diseño con 5% de adición de nanotubos de carbono aumenta en un 0.005% respecto al diseño patrón en la altura de desgaste, el diseño con 10% de adición de nanotubos de carbono aumenta en un 0.01% respecto al diseño patrón en la altura de desgaste y el diseño con 15% de adición de nanotubos de carbono disminuye en un 0% respecto al diseño patrón en la altura de desgaste, donde se muestra que el ensayo de desgaste por abrasión con los

diseños del 5 y 15% de adición de nanotubos de carbono tienen menos altura de desgaste en un pavimento rígido

Contraste de hipótesis

Para este trabajo de investigación se empleará la estadística descriptiva, el cual se acepta la hipótesis, porque al adicionar los nanotubos de carbono (NTC) en 5% y 15% al diseño patrón, esta mejora pero no significativamente pero si influye en un 0.01% a la resistencia por desgaste a la abrasión

v. DISCUSIÓN

Indicador: Resistencia a la Compresión

Según Ayacila (2020) Realizo el ensayo a la resistencia a la compresión, las adiciones que mejor comportamiento tuvieron fueron las mayores, que corresponden a las adiciones de 0.5% (0.3 kg/m³), 2%(0.5 kg/m³) y 5% (0.7kg/m³) respecto al volumen del cemento para las edades de 7 y 28 días de curado dosificación de 5%(0.7kg/m³) a los 7 días de curado obteniendo como resistencia es de 287 kg/cm² y a los 28 días de curado es de 384kg/cm² una resistencia de 21% y 8%.de cemento

De la presente investigación se obtuvo resultados similares respecto a la resistencia a la compresión, con una dosificación del 5%,10%y 15% de adición de NTC obtuvimos 326.0kg/cm², 345.0 kg/cm² y 320.33 kg/cm² un incremento del 7.24%, 13.49% y 5.4% respecto al diseño patrón por ende los NTC mejora la resistencia a la compresión. Esto se debe a que el nanotubo de carbono ayuda a que el concreto se una mezcla más homogénea generando menos espacios vacíos (porosidad) pero mientras incrementa el porcentaje de la dosificación la resistencia a compresión disminuye.

Indicador: Resistencia a la Flexo-tracción

Según Llanos (2017) realizo el ensayo a flexo-tracción Concluyo que los NTCPM cambian la estructura del hormigón convirtiéndole más resistente a la flexión por tracción llegando hasta 46.70% con PHs-n-f- +0.5250%NCPM y 62.61% con NSS-f+0.0875%NCPM. En la presente investigación se obtuvo resultados parecidos con las dosificaciones 5%,10% y 15% alcanzo una resistencia de a los 28 días de curado de 93.47kg/cm², 119.91kg/cm² y 110.13kg/cm² con un incremento de 82.09%, 93.53% y 77.91% por encima de la muestra patrón, esto se debe a que los nanotubos de adhieren homogéneamente al concreto invitando grietas o fracturas mejorando la resistencia a la flexo tracción, pero mientras incrementa el porcentaje de la dosificación la resistencia a flexo tracción disminuye.

Indicador: Resistencia a la permeabilidad bajo presión de agua

Según Botto y Santa Cruz (2017), analizo y realizo el ensayo de permeabilidad bajo presión de agua en concreto fresco y duro con una adición de 10% y 15% de nano compuestos de carbono, obteniendo como resultado que el concreto en

estado duro con adición de 10% de NTC es más permeable por ende menos durable con un cambio de 83.11% respecto a la muestra patrón con una profundidad de penetración de 11.2 cm , De la presente investigación se obtuvo resultados diferentes cumpliendo con la norma UNE EN 12390-8 con la dosificación de 0%,5%,10% y 15% con adición de NTC se obtuvo un profundidad de penetración de 3,287cm, 2.254cm, 3.432cm y 2.533cm con la dosificación 3(10%) aumenta en un 4.4% por encima de concreto patrón pero con la dosificación 2(5%) disminuye en un 31% por debajo del concreto patrón.

Indicador: Resistencia a l desgaste por abrasión

Según Narendrabhai (2016) en su investigación titulada “A study on usage of polipropileno fiber in cement concrete pavement”, donde realizo investigación con las dosificaciones del 0.5%,1%,1.5%,2%,2.5% concluye que incrementa en un 5.56% respecto a la muestra patrón siendo la más óptima el porcentaje de 1.5%. con la adición de esta fibra. De la investigación realizada se obtuvo resultados diferentes con 5% de adición de nanotubos de carbono aumenta en un 0.005% respecto al diseño patrón en la altura de desgaste, el diseño con 10% de adición de nanotubos de carbono aumenta en un 0.01% respecto al diseño patrón en la altura de desgaste y el diseño con 15% de adición de nanotubos de carbono disminuye en un 0% respecto al diseño patrón en la altura de desgaste, estos resultados aumente pero no significativamente si no es menos proporción.

VI. CONCLUSIONES

- De los resultados de la presente investigación se determinó que los nanotubos de carbono influyen significativamente al diseño patrón con 5%, 10% Y 15% con adición de NTC referente al peso de cemento, respecto a las propiedades físicas de permeabilidad esta mejora hasta en un 31% por debajo del diseño patrón respecto a la abrasión esta se mantiene, pero mejora hasta un 0.01% respecto al diseño patrón, por otro lado se concluye que la propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexo-tracción en estas mejora muy considerables hasta en mas de un 50% respecto al diseño patrón, por ende influye significativamente al concreto hidráulico $f_c=280\text{kg/cm}^2$ en un pavimento rígido
- De los resultados de la presente investigación se determinó que el nanotubo de carbono mejora en las propiedades físicas respecto al de abrasión según la tabla N°15, se determinó que esta influye en rangos bajos en un 0.01% al diseño patrón disminuyendo la altura de desgaste, siendo estas las mejores proporciones 5% y 15% con adición de NTC influyendo positivamente pero no significativamente a la resistencia al desgaste por abrasión en pavimentos rígidos en cumplimiento a la norma europea UNE-127020
- Se determinó que con la adición de Nanotubos de carbono esta influye positivamente en la permeabilidad del concreto, como se observa en la Tabla 14. siendo las dosificaciones del 5% y 15% las más optimas disminuyendo de 32.87mm de profundidad de penetración de agua en la muestra patrón a 22.54mm y 25.33mm de profundidad de penetración de agua disminuyendo en un 22.9%y 31% respecto al diseño patrón. Estos resultados están dentro de los limites normativos UNE EN 12390 – 8.

- De los resultados de la presente investigación se determinó que el nanotubo de carbono mejora significativamente al diseño patrón con 5% de NTC influye un 7.24%, con 10% de NTC incrementa un 13.49% y con 15% de NTC influye un 5.4%, así como lo muestra la tabla 7,8,9, Se determinó que a mayor porcentaje de dosificación sobre el 15% de NTC disminuye su resistencia a la compresión. siendo el mejor porcentaje de adición de 10% de NTC, incrementando significativamente la resistencia llegando a 345.0kg/cm². Estos soportarían un tráfico de hasta 5'000.00EE. según el manual de carreteras del MTC
- De los resultado de los ensayos a la resistencia de flexo-tracción se verifico que esta influye positivamente según la tabla 11,12,13. Siendo las dosificaciones del 5%,10% y15% de adición de NTC , incrementando la resistencia a la flexo-tracción hasta en un 82.09%, 93.53% y 77.91% respecto al diseño patrón, el diseño realizado supera al diseño del tráfico pesado respecto al manual de carretas.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios adicionando otro tipo de material o aditivo porque el nanotubo de carbono mejora, pero en poca magnitud y así poder evitar el desgaste por abrasión aumentando la durabilidad de los pavimentos rígidos y evitar la contaminación por desechos de asfalto.
- Se deberá realizar otros diseños con más resistencia como $f_c=350\text{kg/cm}^2$ (ejemplo) aplicando otras dosificaciones de nanotubos de carbono para ver de qué forma ayuda a evitar menos la profundidad de penetración de agua.
- Se recomienda realizar este mismo tipo de ensayo (ensayo a la compresión) pero con dosificaciones diferentes y menores al 15% y llegar a conocer el punto máximo de resistencia adicionando Nanotubos de carbono.
- Se debe realizar ensayos, pero con una óptima dosificación para tener resultados aceptables y no máximo ya que el producto es costoso.

REFERENCIAS

Referencias

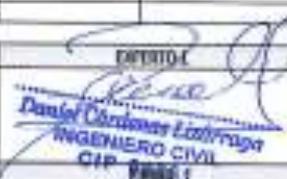
- Abimael, Chavez, Zamora, Perez, & Rojas. (2017). *Rendimiento de pavimento rígidos mediante la aplicación de fibras*. Universidad, Mexico.
- Avalos Morales, R. E. (2017). *Propiedades magnéticas de Nanopartículas de Cementita dentro de Nanotubos de Carbono con diferentes temperaturas de tratamiento*. Quito-Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7532/1/135261.pdf>
- Baoguo, H., Xun, Y., & Kwon, E. (2019). A self-sensing carbon nanotube/cement composite for traffic monitoring. *Iopscience*, 20(44).
- Botto, R., & cruz, P. S. (2017). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO DE UN CONCRETO PARA USO EN PAVIMENTO RÍGIDO, ADICIONADO CON NANOCOMPUESTOS DE CARBONO*. Bogota.
- Candia Ponce, D. G., & Ccorahua Quispe, V. L. (2019). *Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con NTC (nanotubos decarbono) con respecto a una mezcla asfáltica convencional, según el método marshall*. Cusco- Perú. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4087>
- CEMEX. (2019). *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? Peru*.
- Channa, Ali, I., Saand, & Abdullah. (2021). Mechanical Behavior oh Concrete Reinforced with Waste Aluminium Strips. *Civil Engineering Journal*, 7, 1169-1182.
- COMUNICACIONES, M. D. (2014). *Manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y Pavimnetos, seccion suelos y pavimentos*. Peru.
- Cubas, C., & Tafur, N. (2019). Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las anteras Tres Tomas y La Victoria de la region Lambayeque y su aplicacion en pavimentos rigidos. (Tesis). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayaque.
- Ding, Yining, Li, Dong, Zhang, & Yulin. (2018). Quantitative analysis of macro steel fiber influence on crack geometry and water permeability of concrete. *Composite Structures*, 187, 325-336.
- Dutta, Susom, Samui, Pijush, & Dookie, K. (2018). Comparison of machine learning techniques to predict compressive strength of concrete. *Computers and Concrete*, 21(4), 463-470.
- Fernandez, J. (2013). La administración del Estado y las municipalidades en Chile. *Revista IUS*, 7(32), 149-160.
- Figueroa, A., & Mesta, G. (2018). ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL CONCRETO CON EL USO DE ENCOFRADO METÁLICO EN COMPARACIÓN AL ENCOFRADO TRADICIONAL DE MADERA. Tesis. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, Trujillo.
- Galán Fiestas, M. I., & Nieto Jaimes, M. A. (2020). *Concreto de baja permeabilidad para pilotes prefabricados de muelles construidos en zonas de salpicaduras y mareas utilizando nanotubos de carbono de pared múltiple*. Lima-Perú. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651959/Gal%C3%A1n_FM.pdf?sequence=3

- Garnica Gutierrez, R. L. (2016). *El efecto de los nanotubos de carbono funcionalizados y su polimerización con poli-ácido cítrico en contacto con células madre mesenquimales in vitro*. Mexico. Obtenido de <http://ri.iberomex.mx/handle/iberomex/473>
- Gaspar, R. (2010). Diseño del Pavimento rígido del camino que conduce a la aldea el guayabal, municipio de estanzuela del departamento de zacapa. (*Tesis*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- GU Li, L. (2021). Experimental Study on Porosity, Permeability and Strength of Pervious Concrete. *Research Article*. Guangdong University of Technology, China.
- Guzmán Suárez, R. (2012). *El uso de nanotubos de carbono en el concreto para mejorar su desempeño y durabilidad*. Maestría. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5238/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hoon, & Jong. (2019). Rendimiento a largo plazo de pavimento de asfalto reforzado con rejilla de fibra. 6.
- INSTITUTE, A. C. (2022). *Guide for Construction of Concrete Pavements*. Estados Unidos.
- Jabal, Qusay, Addulhameed, Muwashee, & Rawa. (2018). Investigating the Behavior of Concrete and Mortar Reinforced with Aluminum Waste Strips,. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 211-213.
- Khajuria, Azad, & Sharma. (2019). Use of plastic Aggregates in Concrete. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(2), 4406-4412.
- Kim, H., Ban, H., & Park, w. J. (2020). Deicing Concrete Pavements and Roads with Carbon Nanotubes (CNTs) as Heating Elements. *Article*. Kangwon National University, Korea.
- Liew, K.M, Akbar, & Arslan. (2020). The recent progress of recycled steel fiber reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 232, 117232-117254.
- LLanos Rodriguez, D. A. (2017). *Los nanotubos de carbono como nueva alternativa de aplicación para mejorar la resistencia a la fatiga o reducir fisuramiento en diseño de pavimentos rígidos con concreto hidráulico*. Loja-Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/21315/1/LLanos%20Rodr%C3%ADGuez%2C%20Daniel%20Alexander.pdf>
- Malek, & Marcin. (2021). Effect of Metal Lathewaste Addition on the Mechanical and Thermal Properties of Concrete. *Materials*, 14, 19.
- Mallik, V. (2017). Mechanical behavior of carbon and glass fiber. *Tesis (Grado de Maestría)*. University of Michigan :, Dearborn.
- Marcondes, Medeiros, Marques, & Helene. (2015). Nanotubos de carbono en concreto de cemento Portland. Influencia de la dispersión en. *Revista ALCONPAT*. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Mexico.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y. (2020). Reglamento Nacional de Edificaciones. *1er Edicion*. SENCICO, Peru.
- Mohammadi, J., G, S., & A, H. (2021). Laboratory Evaluation of Alkali-Activated Slag. *Engineering Journal*, 25(5), 22-28.
- Muhannad, A.-W., Mohsin, A.-S., & J.Jweeg, M. (2020). An Analytical Investigation of Thermal Buckling. *Engineering Journal*, 24(3), 12-19.
- Navarro, E., & Horacio, F. (2017). Mejoramiento de la resistencia a compresión del concreto con Nanotubos de. *Tesis*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogota.

- Ortiz, J., & Duran, J. (2019). EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE RESIDUO PVC UTILIZADO COMO REEMPLAZO PARCIAL DE AGREGADOS EN CONCRETO HIDRÁULICO. *Tesis*. UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA, Girardot.
- Qilin, & Xiaolin. (2020). Performance evaluation of bitumen with a homogeneous dispersion of carbon nanotubes. *ELSEVIER*, 158, 465-471.
- Rondon, Hugo, Reyes, & Frendy. (Bogota). Pavimentos: materiales, construcción y diseño. *Eco Ediciones*, 1, 978-958.
- Tripathi, & Ashish. (2018). Mechanistic analysis and economic benefits of fiber-Reinforced asphalt mixtures. *Tesis*. University of Texas at Tyler, Texas.
- TRUCO. (2015). Smart Structures: nanotubos de carbono en el hormigón para diseñar estructuras inteligentes. *Boletín de difusión de la Transferencia del Conocimiento de la Universidad de Córdoba*. Obtenido de <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/12992/4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valerio Yachachin, J. T. (2019). *Preparación de Probetas de Concreto con Nanotubos de Carbono para el Mejoramiento de sus propiedades*. Postgrado, Lima. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/18955>
- Villagarcía Cárdenas, B. L. (2019). *Producción y caracterización de Nanoestructuras de Carbono a partir de Gas Metano y evaluación de sus propiedades mecánicas en una matriz de Polipropileno*. Arequipa-Perú. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9628>
- Yang, Q., Liu, P., Ge, Z., & Wang, D. (2019). Self-Sensing Carbon Nanotube-Cement Composite Material for Structural Health Monitoring of Pavements. *ASTM International*, 48(3), 1-13.
- Yu, X., & Kwon, E. (2019). Carbon Nanotube Based Self-Sensing Concrete for Pavement Structural Health Monitoring. *Revista*. University of Minnesota, Estados Unidos.

Anexos:

ANEXO N°1 : Ficha técnica de medicion – Compresion

FICHA TÉCNICA DE MEDICION					
ENSAYO DE COMPRESION					
TITULO:					
MATERIA:					
INDICACION:					
DOSIFICACION:		0.80%		FC-00000001	
PROBETA CLINDRICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
CURADO 7 DIAS					
MC 1 -MTC					
MC 1 -MTC					
MC 1 -MTC					
CURADO 14 DIAS					
MC 2 -MTC					
MC 2 -MTC					
MC 2 -MTC					
CURADO 28 DIAS					
MC 3 -MTC					
MC 3 -MTC					
MC 3 -MTC					
DOSIFICACION:		3.00%		FC-00000002	
PROBETA CLINDRICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
CURADO 7 DIAS					
MC 1 -MTC					
MC 1 -MTC					
MC 1 -MTC					
CURADO 14 DIAS					
MC 2 -MTC					
MC 2 -MTC					
MC 2 -MTC					
CURADO 28 DIAS					
MC 3 -MTC					
MC 3 -MTC					
MC 3 -MTC					
DOSIFICACION:		10.00%		FC-00000003	
PROBETA CLINDRICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
CURADO 7 DIAS					
MC 1 -MTC					
MC 1 -MTC					
MC 1 -MTC					
CURADO 14 DIAS					
MC 2 -MTC					
MC 2 -MTC					
MC 2 -MTC					
CURADO 28 DIAS					
MC 3 -MTC					
MC 3 -MTC					
MC 3 -MTC					
DOSIFICACION:		10.00%		FC-00000004	
PROBETA CLINDRICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
CURADO 7 DIAS					
MC 1 -MTC					
MC 1 -MTC					
MC 1 -MTC					
CURADO 14 DIAS					
MC 2 -MTC					
MC 2 -MTC					
MC 2 -MTC					
CURADO 28 DIAS					
MC 3 -MTC					
MC 3 -MTC					
MC 3 -MTC					
EXPERTO I		EXPERTO II		EXPERTO III	
 ING. RODRIGO PERALTA INGENIERO CIVIL CIP. 10000		 Daniel Cardenas Lozano INGENIERO CIVIL CIP. 10000		 ING. AMARO S. SOLIS FELO INGENIERO CIVIL CIP. 10000	

ANEXO N°2: Ficha técnica de medición – Flexo traccion

FICHA TÉCNICA DE MEDICIÓN					
ENSAYO DE FLEJO TRACCION					
TÍTULO					
PRUEBA:					
INDICADOR:					
ESPECIFICACION			PC-00000000		
PRUEBA CLINICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	FEDE	ALTIMA	DIAMETRO		
DURADO 10 DÍAS					
MC 1 - NTC					
MC 2 - NTC					
MC 3 - NTC					
DURADO 14 DÍAS					
MC 2 - NTC					
MC 2 - NTC					
MC 3 - NTC					
DURADO 21 DÍAS					
MC 3 - NTC					
MC 3 - NTC					
MC 3 - NTC					
ESPECIFICACION			PC-00000000		
PRUEBA CLINICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	FEDE	ALTIMA	DIAMETRO		
DURADO 7 DÍAS					
MC 1 - NTC					
MC 1 - NTC					
MC 3 - NTC					
DURADO 14 DÍAS					
MC 2 - NTC					
MC 2 - NTC					
MC 2 - NTC					
DURADO 21 DÍAS					
MC 3 - NTC					
MC 3 - NTC					
MC 3 - NTC					
ESPECIFICACION			PC-00000000		
PRUEBA CLINICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	FEDE	ALTIMA	DIAMETRO		
DURADO 7 DÍAS					
MC 1 - NTC					
MC 1 - NTC					
MC 1 - NTC					
DURADO 14 DÍAS					
MC 2 - NTC					
MC 2 - NTC					
MC 2 - NTC					
DURADO 21 DÍAS					
MC 3 - NTC					
MC 3 - NTC					
MC 3 - NTC					
ESPECIFICACION			PC-00000000		
PRUEBA CLINICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	FEDE	ALTIMA	DIAMETRO		
DURADO 7 DÍAS					
MC 1 - NTC					
MC 1 - NTC					
MC 1 - NTC					
DURADO 14 DÍAS					
MC 2 - NTC					
MC 2 - NTC					
MC 2 - NTC					
DURADO 21 DÍAS					
MC 3 - NTC					
MC 3 - NTC					
MC 3 - NTC					
ESPECIFICACION			PC-00000000		
REPORTE 3		REPORTE 2		REPORTE 1	
 Daniel Cardenas Leizaola INGENIERO CIVIL GAB. REPORTE 3		 Daniel Cardenas Leizaola INGENIERO CIVIL GAB. REPORTE 2		 Daniel Cardenas Leizaola INGENIERO CIVIL GAB. REPORTE 1	

ANEXO N°3: Ficha técnica de medición – Abrasion por Desgaste

FICHA TÉCNICA DE MEDICIÓN					
ENSAYO DE ABRASIÓN POR DESGASTE					
TÍTULO:					
PRUEBA:					
INDICADOR:					
DOSIFICACION:		0.00%		FC-200KG/CM2	
N° RPM:					
MUESTRA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
CURADO 7 DIAS					
MC 1 -NTC					
MC 1 -NTC					
MC 1 -NTC					
DOSIFICACION:		5.00%		FC-200KG/CM2	
N° RPM:					
MUESTRA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
CURADO 14 DIAS					
MC 2 -NTC					
MC 2 -NTC					
MC 2 -NTC					
DOSIFICACION:		10.00%		FC-200KG/CM2	
N° RPM:					
MUESTRA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
MC 3 -NTC					
MC 3 -NTC					
MC 3 -NTC					
DOSIFICACION:		15.00%		FC-200KG/CM2	
N° RPM:					
MUESTRA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
MC 4 -NTC					
MC 4 -NTC					
MC 4 -NTC					
EXPERTO 1		EXPERTO 1		EXPERTO 1	
 ING. RODRIGO PÉREZ DÍAZ LÓPEZ Ingeniero Civil CIP 74061		 Daniel Christian Linderraga INGENIERO CIVIL CIP 96051		 ING. ÁLVARO SALAS CIP N° 11111	
FIRMA		FIRMA		FIRMA	

ANEXO N°4: Ficha técnica de medición – Permeabilidad

FICHA TÉCNICA DE MEDICIÓN					
ENSAYO DE PERMIABILIDAD POR PRESIÓN					
TÍTULO:					
PRUEBA:					
INDICADOR:					
DOSIFICACIÓN:		0.00%		FC=200KG/CM2	
PRESIÓN:					
PROBETA CILINDRICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
CURADO 7 DIAS					
MC 1 -NTC					
MC 1 -NTC					
MC 1 -NTC					
DOSIFICACIÓN:		5.00%		FC=200KG/CM2	
PRESIÓN:					
PROBETA CILINDRICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
CURADO 14 DIAS					
MC 2 -NTC					
MC 2 -NTC					
MC 2 -NTC					
DOSIFICACIÓN:		10.00%		FC=200KG/CM2	
PRESIÓN:					
PROBETA CILINDRICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
MC 3 -NTC					
MC 3 -NTC					
MC 3 -NTC					
DOSIFICACIÓN:		15.00%		FC=200KG/CM2	
PRESIÓN:					
PROBETA CILINDRICA	PARAMETROS			RESISTENCIA	PROMEDIO
	PESO	ALTURA	DIAMETRO		
MC 4 -NTC					
MC 4 -NTC					
MC 4 -NTC					

EXPERTO 1	EXPERTO 1	EXPERTO 1
 ING. ADRIÁN PERALTA LÓPEZ INGENIERO CIVIL CIP 105910	 Daniel Christian Lizasoaga INGENIERO CIVIL CIP 96051	 ING. ALVARO F. SOLÍS PEZO CIP 11-2024
FIRMA	FIRMA	FIRMA

ANEXO N°5: Matriz de Operacionalización de Variables

TÍTULO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'C=280 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS CON ADICIÓN DE NANOTUBOS DE CARBONO , AREQUIPA, 2022.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'C=280 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS	Las principales propiedades promedio de los concretos de peso normal, peso ligero y autocompactable, respectivamente: resistencia a compresión (fc), resistencia a tensión indirecta (ft), resistencia a tensión por flexión o módulo de ruptura (fr) y módulo de elasticidad (Ec) (Rojales et al., 2021).	Las propiedades del concreto se determinan a través de los ensayos en laboratorio, la resistencia varía de acuerdo a los días de rotura de las muestras. Se recomienda utilizar 2 muestras mínimas de ensayos para obtener un promedio de la resistencia (Rojales et al., 2021).	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión
				Resistencia a la flexo tracción
			Propiedades físicas	abrasion
				permiabilidad
NANOTUBOS DE CARBONO	Los nanotubos de carbono (NTCs) son alótropos del carbono, como el diamante, el grafito o los fullerenos. Existen diferentes tipos de NTC's en función de las capas de grafito que los forman, estos pueden ser nanotubos de carbono de pared sencilla (SWCNT's) y nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT's) (Marcondes et al., 2015).	Los dos principales desafíos para la introducción de nanotubos de carbono en mezclas de concreto son: la homogenización y distribución de los nanotubos en la mezcla y estudiar la interacción de los NTCs con los compuestos resultantes de la hidratación del cemento. Este último aspecto puede ser interpretado como la necesidad de entender las mudanzas proporcionadas por la adición de las NTCs en compuestos de cemento portland tales como: alteraciones en la microestructura, en la cinética de las reacciones de hidratación, en la adherencia pasta agregados entre otras (Marcondes et al., 2015).	Porcentajes de adición de nanotubos de carbono (dosificación).	Dosificación con 0% de NTC
				Dosificación con 5% de NTC
				Dosificación con 10% de NTC
				Dosificación con 15% de NTC
			Características técnicas	dureza
				flexibilidad

ANEXO N°6: Matriz de Consistencial

TÍTULO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'C=280 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS CON ADICIÓN DE NANOTUBOS DE CARBONO , AREQUIPA, 2022.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cómo influye los nanotubos de carbono en la mejora de las propiedades del concreto hidraulico f'c=280 kg/cm2 en pavimentos rigidos , Arequipa - 2022?	Establecer la influencia de los nanotubos de carbono en la mejora de las propiedades del concreto hidraulico f'c=280 kg/cm2 en pavimentos rigidos , Arequipa - 2022.	Los nanotubos de carbono influyen positivamente en la mejora de las propiedades del concreto hidraulico f'c=280 kg/cm2 en pavimentos rigidos , Arequipa - 2022.	INDEPENDIENTE	dosificacion	Dosificacion con 0% de NTC	Enfoque
			NANOTUBOS DE CARBONO		Dosificacion con 5% de NTC	Cuantitativo
					Dosificacion con 10% de NTC	Tipo
					Dosificacion con 15% de NTC	Aplicado
				caracteristicas tecnicas	dureza	Diseño
			flexibilidad		Experimental	
					Nivel	
					Descriptivo-Explicativo	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS	DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MUESTRA
¿En qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la abrasion del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022?	Determinar en qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la abrasion del f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022.	La incorporación de nanotubos de carbono influye de manera significativa en la mejora de la abrasion del f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022.	PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'C=280 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS	fisicas	abrasion	48 probetas de concreto con la incorporacion de nanotubos de carbono
¿En qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la permeabilidad del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022?	Especificar en qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la permeabilidad concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022.	La incorporación de nanotubos de carbono influye significativamente en la mejora de la permeabilidad del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022.			permeabilidad	
¿En qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la resistencia a la compresion del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022?	Establecer en qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la resistencia a la compresion del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022.	La incorporación de nanotubos de carbono influye significativamente en la mejora de la resistencia a la compresion del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022.		mecanicas	resistencia compresion	
¿En qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la resistencia a la flexo traccion del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022?	Verificar en qué medida la incorporación de nanotubos de carbono mejora la resistencia a la flexo traccion del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022.	La incorporación de nanotubos de carbono mejorara la resistencia a la flexo traccion del concreto hidraulico f'c= 280 kg/cm2 en pavimentos rigidos, Arequipa - 2022.			resistencia flexo traccion	



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION
DE TESTIGOS CILINDRICOS
NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22 F. RECEPCION: 5/02/2022
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8" F. ENTREGA: 3/03/2022
CONDICION: DISEÑO NORMAL

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. INDICADA Fc	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	SELECCION TRANSV. (%)	CARGA MAXIMA Kg	ESFUERZO DE ROTURA Kg/cm2	ESFUERZO DE ROTURA MPa	ESP. ROTURA A
CONCRETO NORMAL	P-01	280	5/02/2022	12/02/2022	7	76.97	13548	176	17.3	V
CONCRETO NORMAL	P-02	280	5/02/2022	12/02/2022	7	76.20	13182	173	17.0	V
CONCRETO NORMAL	P-03	280	5/02/2022	12/02/2022	7	79.32	13485	170	16.7	V

[Handwritten Signature]
ING. CP. ANGEL ANGELO TOLEDO ROMERO
Registro 185388 - CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22 F. RECEPCION: 12/02/2022
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8" F. ENTREGA: 3/03/2022
CONDICION: ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. INDICADA F _c	FECHA DE VARIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	SECCIÓN TRANSV. (mm)	CARGA MAXIMA (kg)	ESFUERZO DE ROTURA (kg/cm ²)	ESFUERZO DE ROTURA (MPa)	TIPO ROTURA
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-01	280	12/02/2022	19/02/2022	7	76.97	13009	169	15.6	II
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-02	280	12/02/2022	19/02/2022	7	79.32	14040	177	17.4	v
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-03	280	12/02/2022	19/02/2022	7	77.75	14462	186	18.2	v


ING. DR. MIGUEL ANGEL TOLEDO ROMERO
Registro 185386 - CIVIL





MS GEINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-6012-22 F. RECEPCION: 19/02/2022
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8" F. ENTREGA: 20/2/2022
ESTRUCTURA: ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. INDICADA f _c	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Días	SECCION TRANSV. cm ²	CARGA MAXIMA kg	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm ²	ESFUERZO DE ROTURA Mpa	TIPO ROTURA A
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-01	280	15/02/2022	22/02/2022	7	77.75	17650	227	22.3	V
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-02	280	15/02/2022	22/02/2022	7	76.20	16935	217	21.3	V
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-03	280	15/02/2022	22/02/2022	7	79.32	17531	221	21.7	V


Ing. CP. RIGUEL ANSEL TOLEDO ROVERO
Registro 185380 - CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8"
ESTRUCTURA: ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. ENTREGA: 30/3/2022

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. INDICADA FC	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Dias	SECCION TRANSV. cm2	CARGA MAXIMA kg	ESFUERZO DE ROTURA MPa	RESIST. DE ROTURA MPa	TIPO ROTURA
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-01	280	17/02/2022	24/02/2022	7	77.75	11741	151	14.8	II
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-02	280	17/02/2022	24/02/2022	7	78.54	12095	154	15.1	IV
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-03	280	17/02/2022	24/02/2022	7	77.75	12130	156	15.3	IV


ING. C. MIGUEL ANGEL TOLEDO ROMERO
Registro 165388 CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22 F. RECEPCION: 5/02/2022
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8" F. ENTREGA: 3/03/2022
CONDICION: DISEÑO NORMAL

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	MUEST. INDICADA FC	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Dias	SECCION TRANSV cm2	CARGA MAXIMA KG	ESFUERZO DE ROTURA MPa	ESFUERZO DE ROTURA MPa	TIPO DE ROTURA
CONCRETO NORMAL	P-01	280	5/02/2022	19/02/2022	14	79.32	21814	275	27.0	IV
CONCRETO NORMAL	P-02	280	5/02/2022	19/02/2022	14	77.75	20527	264	25.9	II
CONCRETO NORMAL	P-03	280	5/02/2022	19/02/2022	14	78.54	22148	280	27.7	IV

DAS. DR. WISSEL ANGEL YOLANDA ROMERO
Registro 195380 CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUSPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8"
ESTRUCTURA: ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS

F. RECEPCION: 12/02/2022
F. ENTREGA: 30/3/2022

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. INDICADA fc	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Días	SECCION TRANSV. cm ²	CARGA MAXIMA kg	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm ²	ESFUERZO DE ROTURA MPa	TIPO ROTURA A
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-01	280	12/02/2022	26/02/2022	14	77.75	22549	290	28.4	v
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-02	280	12/02/2022	26/02/2022	14	80.91	21641	265	26.0	v
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-03	280	12/02/2022	26/02/2022	14	78.54	22069	281	27.6	IV


ING. CP. MIGUEL ANGEL TOLEDO ROMERO
Registro 155388 CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8"
ESTRUCTURA: ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS
F. RECEPCION: 15/02/2022
F. ENTREGA: 30/3/2022

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. INDICADA T.c	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Dias	SECCION TRANSV. cm ²	CARGA MAXIMA kg	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm ²	ESFUERZO DE ROTURA MPa	TIPO ROTURA
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-01	280	15/02/2022	1/03/2022	14	76.20	22555	296	29.0	IV
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-02	280	15/02/2022	1/03/2022	14	80.91	22251	275	27.0	IV
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-03	280	15/02/2022	1/03/2022	14	76.97	22015	286	28.0	IV


ING. CARLOS ANGEL TOLEDO ROMERO
Registro 155385 CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8"
ESTRUCTURA: ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. ENTREGA: 3/03/2022

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST INDICADA FC	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Dias	SECCION TRANSV cm ²	CARGA MAXIMA kN	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm ²	ESFUERZO DE ROTURA MPa	TIPO ROTURA
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-01	280	17/02/2022	3/03/2022	14	78.54	20498	261	25.8	IV
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-02	280	17/02/2022	3/03/2022	14	76.97	21368	275	27.0	II
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-03	280	17/02/2022	3/03/2022	14	80.12	21071	263	25.8	IV


Ing. CP. ANGEL TOLEDO ROMERO
Registro 165385 - CML





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

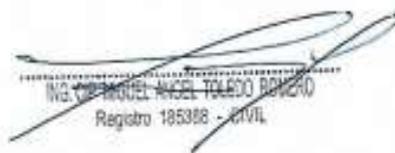
PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 200KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22 F. RECEPCION: 5/02/2022
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8" F. ENTREGA: 3/03/2022
CONDICION: DISEÑO NORMAL

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. MENCIONADA Fc	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Días	SECCION TRANSV. cm ²	CARGA MAXIMA Kg	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm ²	ESFUERZO DE ROTURA MPa	TIPO ROTURA A
CONCRETO NORMAL	P-01	280	5/02/2022	5/03/2022	28	76.54	23640	301	29.5	V
CONCRETO NORMAL	P-02	280	5/02/2022	5/03/2022	28	77.75	24107	310	30.4	II
CONCRETO NORMAL	P-03	280	5/02/2022	5/03/2022	28	76.54	23055	301	29.5	IV


ING. VICTOR MANUEL ANGEL TOLEDO ROMERO
Registro 185308 - CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUSPE JACINTO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8"
ESTRUCTURA: ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS
F. RECEPCION: 12/02/2022
F. ENTREGA: 20/03/2022

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. INDICADA FC	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	SECCION TRANSV.	CARGA MAXIMA (kgf/cm2)	ESFUERZO DE ROTURA (MPa)	ESFUERZO DE ROTURA (MPa)	TIPO ROTURA
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-01	280	12/02/2022	12/03/2022	28	77.75	25270	325	31.9	v
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-02	280	12/02/2022	12/03/2022	28	80.91	25811	319	31.3	v
ADICION DE 5 % DE NANOTUBOS	P-03	280	12/02/2022	12/03/2022	28	78.54	26232	334	32.5	IV


ING. MIGUEL ANGEL TOLEDO ROHERO
Registro 185388 - CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

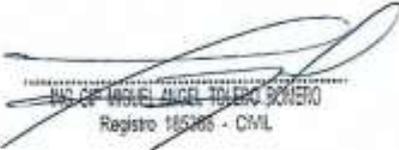
PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUIBPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8"
ESTRUCTURA: ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS
F. RECEPCION: 15/02/2022
F. ENTREGA: 30/3/2022

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST INDICADA F _c	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD Días	SECCION TRANSV cm ²	CARGA MAXIMA N	ESFUERZO DE ROTURA kg/cm ²	ESFUERZO DE ROTURA MPa	TIPO ROTURA A
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-01	280	15/02/2022	15/03/2022	28	76.20	25631	339	33.2	IV
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-02	280	15/02/2022	15/03/2022	28	80.81	27914	345	33.8	IV
ADICION DE 10 % DE NANOTUBOS	P-03	280	15/02/2022	15/03/2022	28	76.97	27018	351	34.4	IV


ING. MIGUEL ANGEL TOLERO ROMERO
Registro 185266 - CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS NORMA ASTM C-39

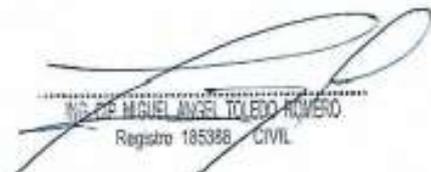
PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

COD. INFORME: RC-MS-0012-22
MUESTRA: TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 4" x 8"
ESTRUCTURA: ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. ENTREGA: 3/03/2022

IDENTIFICACION DEL TESTIGO	CODIGO	RESIST. INDICADA (MPa)	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Dias)	SECCION TRANSV. (cm)	CARGA MAXIMA (kg)	ESFUERZO DE ROTURA (kg/cm ²)	ESFUERZO DE ROTURA (MPa)	TIPO ROTURA
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-01	280	17/02/2022	17/03/2022	28	78.54	25211	321	31.5	IV
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-02	280	17/02/2022	17/03/2022	28	76.97	24478	318	31.2	II
ADICION DE 15 % DE NANOTUBOS	P-03	280	17/02/2022	17/03/2022	28	80.12	25797	322	31.6	IV


MIGUEL ANGELO TOLEDO ROMERO
Registro 185388 CIVIL





MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HERMALLADO F'c 28KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUISPE JACINTO
DIRECCIÓN: --

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 60 cm.
ADICION: NORMAL
CONCENTRACION: 0%
CODIGO DE MUESTRA: RC-MS-4613-22
F. RECEPCIÓN: 17/02/2022
F. EMISIÓN: 18/02/2022

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm2)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (Kg)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MR (Kg/cm2)	ESF. MR PROM. (Kg/cm2)
1	3"	280	5/02/2022	12/02/2022	7	450.0	150.1	150.1	2120	31.2	41.8	
2	3"	280	5/02/2022	12/02/2022	7	450.0	150.2	150.1	3030	30.3	40.4	40.84
3	3"	280	5/02/2022	12/02/2022	7	450.0	150.1	150.1	3040	30.4	40.5	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150.1	150.1
Desviación estandar (σ):	0.0000	0.0577	0.0000
Medidas promedio:	450.00	150.13	150.10
Coefficiente de variación (Cv):	0.00%	0.04%	0.00%
Esfuerzo promedio (Kg/cm2):			40.84
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:			14.6%




ING. GEORGINA ANGEL TOLEDO ROSERO
Registro 185388 CIVIL



INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO PC 28KG/CM2 EN PAVIMENTO RIZADO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. GUISPE JACINTO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 60 cm.
ADICION: NORMAL
CONCENTRACION: 0%

CODIGO DE MUESTRA: RC-MS-0013-22
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. EMISION: 18/03/2022

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (kg/cm2)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (kg)	FUERZA (kN)	ESFUERZO MR (kg/cm2)	ESF. MR (kg/cm2)
1	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.1	150.0	150.0	3690	36.9	49.2	49.88
2	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.2	150.0	150.0	3810	38.1	50.8	
3	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.0	150.1	150.1	3720	37.2	49.6	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150	150
Desviacion estandar (σ):	0.1000	0.0577	0.0577
Medidas promedio:	450.10	150.03	150.03
Coefficiente de variacion (Cv):	0.02%	0.04%	0.04%
Esfuerzo promedio (Kg/cm2):	49.88		
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:	17.8%		



[Handwritten Signature]
MS CP ANGELO ANDEL TOLEDO RIVERA
Registro 185368 - CIVIL



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUESPE JACINTO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 60 cm.
ADICION: NORMAL
CONCENTRACION: 0%
CODIGO DE MUESTRA: RC-MS-0013-22
F. RECEPCION: 17/03/22
F. EMISION: 18/03/22

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm ²)	F. VAGADO	F. BOTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (N)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MR (Kg/cm ²)	ESF. MR (Kg/cm ²)
1	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450.1	150.1	150.0	4510	45.1	60.1	
2	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450.0	150.0	150.0	4620	46.2	61.6	61.96
3	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450.0	150.1	150.2	4810	48.1	64.1	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150.1	150
Desviacion estandar (σ):	0.0677	0.0677	0.1155
Medidas promedio:	450.03	150.07	150.07
Coefficiente de variacion (Cv):	0.01%	0.04%	0.08%
Esfuerzo promedio (Kg/cm ²):			61.96
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:			22.1%




ING. CP MIGUEL ANGEL TOLEDO ROMERO
Registro 185388 - CIVIL



INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HERALDICO FC 28KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. GUSPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 60 cm, CODIGO DE MUESTRA: RC-MS-0013-22
ADICION: NANOTUBOS F. RECEPCION: 13/02/2022
CONCENTRACION: 5% F. EMISION: 18/02/2022

N°	SLUMP	FC DISEÑO (Kg/cm ²)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (Kg)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MRR (Kg/cm ²)	ESF. MR (Kg/cm ²)
1	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450.1	150.1	150.0	4680	48.8	65.1	
2	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450.2	150.2	150.1	4670	46.7	62.3	60.64
3	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450.0	150.2	150.1	4090	40.9	54.5	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150.1	150
Desviación estándar (σ):	0.1000	0.0677	0.0677
Medidas promedio:	450.10	150.17	150.07
Coefficiente de variación (Cv):	0.02%	0.04%	0.04%
Esfuerzo promedio (Kg/cm ²):	60.64		
% de resistencia respecto a Fc de Diseño:	21.7%		



[Handwritten Signature]
ING. CARLOS EL ANZO TOLEDO BUSTO,
Registro 186388 - CIVIL



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 289kg/cm2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUASPE JACINTO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 60 cm.
ADICION: NANOTUBOS
CONCENTRACION: 5%

CODIGO DE MUESTRA: RC-MS-0913-22
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. EMISION: 18/02/2022

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm2)	F. VAGADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (N)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MR (Kg/cm2)	ESF. MR (Kg/cm2)
1	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.1	150.0	150.0	5020	50.2	66.9	
2	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.2	150.0	150.0	5120	51.2	68.3	67.35
3	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.0	150.1	150.1	5010	50.1	66.8	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150	150
Desviación estandar (σ):	0.1000	0.0577	0.0577
Medidas promedio:	450.10	150.03	150.03
Coefficiente de variación (Cv):	0.02%	0.04%	0.04%
Esfuerzo promedio (Kg/cm2):			67.35
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:			24.1%




Ing. CP. MARCELO ANGEL FREDO RIVERA
Registro 185388 - CIVIL



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 289kg/cm2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUESPE JACINTO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 60 cm.
ADICION: NANOTUBOS
CONCENTRACION: 5%

CODIGO DE MUESTRA: SC-MS-0013-22
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. EMISION: 18/02/2022

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm2)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (N)	FUERZA (kg)	ESFUERZO MR (Kg/cm2)	ESF. MR (kg/cm2)
1	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450.1	150.1	150.0	6950	69.5	82.7	
2	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450.0	150.0	150.0	7030	70.3	83.7	83.47
3	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450.0	150.1	150.2	7050	70.5	84.0	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150.1	150
Desviación estándar (σ):	0.0577	0.0677	0.1155
Medidas promedio:	450.03	150.07	150.07
Coefficiente de variación (Cv):	0.01%	0.04%	0.08%
Esfuerzo promedio (Kg/cm2):	93.47		
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:	33.4%		



[Handwritten Signature]
No. de Orden: 185388
Registro 185388 - CIVIL



MS GEINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 28(MPa) EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACIÓN: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y GUSPE JACINTO
DIRECCIÓN: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 60 cm.
ADICION: NANOTUBOS
CONCENTRACION: 10%
CODIGO DE MUESTRA: HC-MS-6613-22
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. EMISION: 19/02/2022

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm ²)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (Kgf)	FUERZA (KNN)	ESFUERZO MR (Kg/cm ²)	ESF. MR (Kg/cm ²)
1	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450	150.2	150.2	6300	62.0	82.7	
2	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450	150.3	150.3	6500	65.0	86.7	86.13
3	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450	150.0	150.2	6680	66.8	89.1	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150.2	150.2
Desviación estándar (σ):	0.0000	0.1528	0.0577
Medidas promedio:	450.00	150.17	150.23
Coefficiente de variación (Cv):	0.00%	0.10%	0.04%
Esfuerzo promedio (Kg/cm ²):		86.13	
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:		30.8%	



[Handwritten Signature]
ING. CP. MICHAEL ANGELO TOLEDO BARRERA
Registro 185388 - C.O.T.



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HERRALLADO F'c 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUIBPE JACIMO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 18 X 15 X 60 cm.
ADICION: NANOTUBOS
CONCENTRACION: 10%
CODIGO DE MUESTRA: RC-M8-0013-22
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. EMISION: 18/02/2022

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm2)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (Kg)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MR (Kg/cm2)	ESF. MR (Kg/cm2)
1	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450	150	150.0	7280	72.8	97.1	95.24
2	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450	150	150.2	7090	70.9	94.5	
3	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450	150	150.1	7060	70.6	94.1	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150	150
Desviación estándar (σ):	0.0000	0.0000	0.1000
Medidas promedio:	450.00	150.00	150.10
Coefficiente de variación (Cv):	0.00%	0.00%	0.07%
Esfuerzo promedio (Kg/cm2):	95.24		
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:	34.8%		




ING. CP MIGUEL ANGELO TOLEDO ROMERO
Registro 185326 - CIVIL



INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO Fc 280kg/cm2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE MANDUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QUESPE JACINTO
DIRECCION: --

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: MCGAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 48 cm. CODIGO DE MUESTRA: RC-MS-0013-22
ADICION: MANDUBOS F. RECEPCION: 17/02/2022
CONCENTRACION: 10% F. EMISION: 16/03/2022

N°	SLUMP	Fc DISEÑO (Kg/cm2)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (Kgf)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MR (Kg/cm2)	ESF. MR (Kg/cm2)
1	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450	150.1	150.1	8810	88.1	117.5	
2	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450	150.2	150.2	9020	90.2	120.3	119.91
3	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450	150.1	150.2	9150	91.5	122.0	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150.1	150.1
Desviación estándar (σ):	0.0000	0.0577	0.0577
Medidas promedio:	450.00	150.13	150.17
Coefficiente de variación (Cv):	0.00%	0.04%	0.04%
Esfuerzo promedio (Kg/cm2):			119.91
% de resistencia respecto a Fc de Diseño:			42.8%



ING. CP. MARCELO MATEO TOLEDO-RODRIGO
Registro 185368 - CIVIL



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 28(MG/CM2) EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. QURPE JACINTO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 60 cm. CODIGO DE MUESTRA: RC-MS-0013-22
ADICION: NANOTUBOS. F. RECEPCION: 17/02/2022
CONCENTRACION: 15% F. EMPRON: 18/02/2022

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm ²)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (Kg)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MR (Kg/cm ²)	ESF. MR (Kg/cm ²)
1	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450.1	150.2	150.0	6170	61.7	82.3	84.82
2	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450.2	150.1	150.1	6150	61.5	82.0	
3	3"	280	12/02/2022	19/02/2022	7	450.0	150.1	150.1	6760	67.6	90.1	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150.2	150
Desviacion estandar (σ):	0.1000	0.0577	0.0577
Medidas promedio:	450.10	150.13	150.07
Coefficiente de variacion (Cv):	0.02%	0.04%	0.04%
Esfuerzo promedio (Kg/cm ²):		84.82	
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:		30.3%	




RAFAEL ANGEL TOLEDO ROMERO
Registro 185388 CIVIL



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 28000N EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. GUSPE JACINTO
DIRECCION: -

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIAS DE CONCRETO DE 15 X 15 X 90 cm. CODIGO DE MUESTRA: RC-49-8013-22
ADICION: NANOTUBOS F. RECEPCION: 17/02/22
CONCENTRACION: 10% F. EMISION: 18/02/22

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm ²)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (N)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MR (Kg/cm ²)	ESF. MR (Kg/cm ²)
1	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.1	150.1	150.1	7020	70.2	93.6	
2	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.1	150.1	150.1	6970	69.7	93.0	93.35
3	3"	280	5/02/2022	19/02/2022	14	450.0	150.0	150.0	7010	70.1	93.5	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	600	150.1	150.1
Desviación estándar (σ):	0.0677	0.0677	0.0677
Medidas promedio:	450.07	150.07	150.07
Coefficiente de variación (Cv):	0.01%	0.04%	0.04%
Esfuerzo promedio (Kg/cm ²):			93.35
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:			33.3%




ING. MIGUEL ANGEL TOLERO PIÑERO
Registro 18538E - CIVIL



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO
ASTM C 78

PROYECTO: PROPIEDADES DEL CONCRETO HERALDICO F'c 260(KG/CM2) EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022

UBICACION: AREQUIPA
CLIENTE: RUTH Y. GUISPE JACINTO
DIRECCION: —

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: VIGAS DE CONCRETO DE 16 X 16 X 60 cm.
ADICION: NANOTUBOS
CONCENTRACION: 15%

CODIGO DE MUESTRA: RC-MS-0013-23
F. RECEPCION: 17/02/2022
F. EMISION: 18/02/2022

N°	SLUMP	F'c DISEÑO (Kg/cm ²)	F. VACIADO	F. ROTURA	EDAD	LONG. (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	FUERZA (Kg)	FUERZA (KN)	ESFUERZO MR (Kg/cm ²)	ESF. MR (Kg/cm ²)
1	3"	290	5/02/2022	5/03/2022	28	450	150.1	150.1	8300	83.0	110.7	
2	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450	150.2	150.0	8290	82.9	110.5	110.13
3	3"	280	5/02/2022	5/03/2022	28	450	150	150.2	8190	81.9	109.2	

Característica	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
Medida de la viga:	450	150.1	150.1
Desviacion estandar (σ):	0.0000	0.1000	0.1000
Medidas promedio:	450.00	150.10	150.10
Coefficiente de variacion (Cv):	0.00%	0.07%	0.07%
Esfuerzo promedio (Kg/cm ²):	110.13		
% de resistencia respecto a F'c de Diseño:	39.3%		




ING. DIEGO LUIS TOLEDO ROMERO
Registro 183088 - CIVIL

**INFORME DE ENSAYO - CONTROL DE CALIDAD
 PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN
 UNE - EN 12390 - 8**

Página 1 de 17

Cliente : RUTH QUISPE JACINTO
Dirección : Arequipa
Proyecto : Concreto hidráulico f'c=280 kg/cm² pavimento rígido con adición de nanotubos de carbono
Mezcla de Referencia : 280 kg/cm² en pavimento rígido
Fecha de Vaciado : 05/02/22
Fecha de Ensayo : 18/03/22
Fecha de Emisión : 24/03/22
Código de Informe : CC-SPX-P-0002-2022

1. MÉTODO DE ENSAYO

Norma : UNE EN 12390 - 8

2. CONDICIONES DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Carga Aplicada	500Kpa (Bares)
Dirección de Aplicación de Presión de Agua	Puntual en la dirección perpendicular a la base
Secado Previo	120 horas
Fecha de Ensayo	18/03/2022
Hora de Ensayo	11:00:00
Tipo de Agua	Red de abastecimiento

3. RESULTADOS DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	PROBETA 1	PROBETA 5%	PROBETA 10%	PROBETA 15%
Profundidad de Penetración (mm)	32.87	22.54	34.32	25.33
Profundidad Máxima de Penetración (mm)	34.32			

4. OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por el cliente



INFORME DE ENSAYO - CONTROL DE CALIDAD
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN
NTP 339-624

(Pág. 1 de 1)

Cliente : RUTH QUISPE JACINTO
Dirección : Arequipa
Proyecto : Concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ pavimento rígido con adición de nanotubos de carbono
Código de la Muestra : 0% de Adición
Fecha de Ensayo : 18/03/22
Fecha de Emisión : 24/03/22
Código de Informe : CC-SPX-P-0003-2022

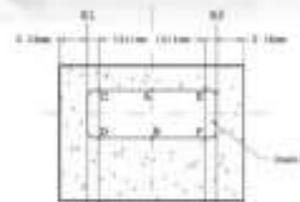
1. INFORMACION DEL TESTIGO

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Código de la Muestra	0% de adición
Fecha de Vaciado	5/02/2022
Dimensiones de la Muestra - Largo (cm)	20.01
Dimensiones de la Muestra - Ancho (cm)	10.01
Dimensiones de la Muestra - Altura (cm)	8.32
Peso de la Muestra (g)	3501



2. RESULTADOS DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	RESULTADO (mm)
Valor de calibración	19.60
Longitud de desgaste de la huella (AB)	19.40
Longitud de huella resultante $L_v=AB+(20.0-V_c)$	19.80



4. OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por el cliente
- El ensayo realizado cumple con los requisitos de establecido según la norma UNE 127020

**INFORME DE ENSAYO - CONTROL DE CALIDAD
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN
NTP 339-624**

(Pág. 1 de 1)

Cliente : RUTH QUISPE JACINTO
Dirección : Arequipa
Proyecto : Concreto hidráulico $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ pavimento rígido con adición de nanotubos de carbono
Código de la Muestra : 5% de Adición
Fecha de Ensayo : 18/03/22
Fecha de Emisión : 24/03/22
Código de Informe : CC-SPX-P-0004-2022

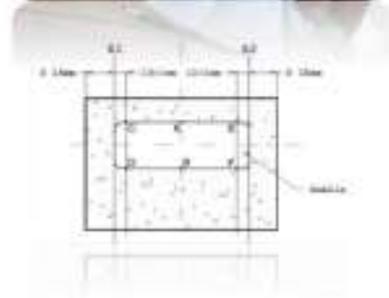
1. INFORMACION DEL TESTIGO

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Código de la Muestra	5% de adición
Fecha de Vaciado	12/02/2022
Dimensiones de la Muestra - Largo (cm)	20.20
Dimensiones de la Muestra - Ancho (cm)	10.05
Dimensiones de la Muestra - Altura (cm)	8.70
Peso de la Muestra (g)	3731



2. RESULTADOS DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	RESULTADO (mm)
Valor de calibración	19.60
Longitud de desgaste de la huella (AB)	19.50
Longitud de huella resultante $I_n=AB+(20.0-V_d)$	19.90



4. OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por el cliente
- El ensayo realizado cumple con los requisitos de establecido según la norma UNE 127020

**INFORME DE ENSAYO - CONTROL DE CALIDAD
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN
NTP 339-624**

(Pág. 1 de 1)

Cliente : RUTH QUISPE JACINTO
Dirección : Arequipa
Proyecto : Concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ pavimento rígido con adición de nanotubos de carbono
Código de la Muestra : 10% de Adición
Fecha de Ensayo : 18/03/22
Fecha de Emisión : 24/03/22
Código de Informe : CC-SPX-P-0005-2022

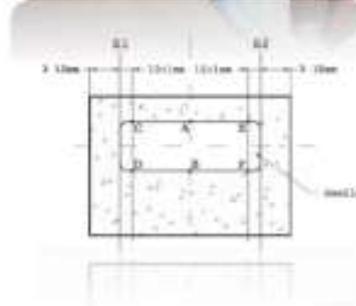
1. INFORMACION DEL TESTIGO

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Código de la Muestra	10% de adición
Fecha de Vaciado	15/02/2022
Dimensiones de la Muestra - Largo (cm)	20.12
Dimensiones de la Muestra - Ancho (cm)	10.04
Dimensiones de la Muestra - Altura (cm)	8.55
Peso de la Muestra (g)	3572



2. RESULTADOS DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	RESULTADO (mm)
Valor de calibración	19.60
Longitud de desgaste de la huella (AB)	19.60
Longitud de huella resultante $l_r=AB+(20.0-V_r)$	20.00



4. OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por el cliente
- El ensayo realizado cumple con los requisitos de establecido según la norma UNE 127020

**INFORME DE ENSAYO - CONTROL DE CALIDAD
RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN
NTP 339-624**

(Pág. 1 de 1)

Cliente : RUTH QUISPE JACINTO
Dirección : Arequipa
Proyecto : Concreto hidráulico $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ pavimento rígido con adición de nanotubos de carbono
Código de la Muestra : 15% de Adición
Fecha de Ensayo : 18/03/22
Fecha de Emisión : 24/03/22
Código de Informe : CC-SPX-P-0006-2022

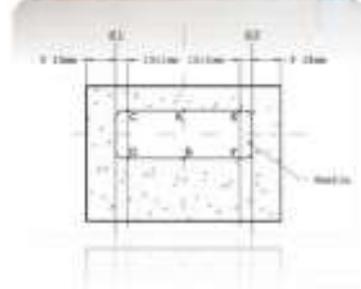
1. INFORMACION DEL TESTIGO

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Código de la Muestra	15% de adición
Fecha de Vaciado	17/02/2022
Dimensiones de la Muestra - Largo (cm)	20.21
Dimensiones de la Muestra - Ancho (cm)	10.04
Dimensiones de la Muestra - Altura (cm)	8.35
Peso de la Muestra (g)	3448



2. RESULTADOS DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	RESULTADO (mm)
Valor de calibración	19.60
Longitud de desgaste de la huella (AB)	19.40
Longitud de huella resultante $l_v=AB+(20.0-V_c)$	19.80



4. OBSERVACIONES

- Las muestras fueron proporcionadas por el cliente
- El ensayo realizado cumple con los requisitos de establecido según la norma UNE 127020



MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

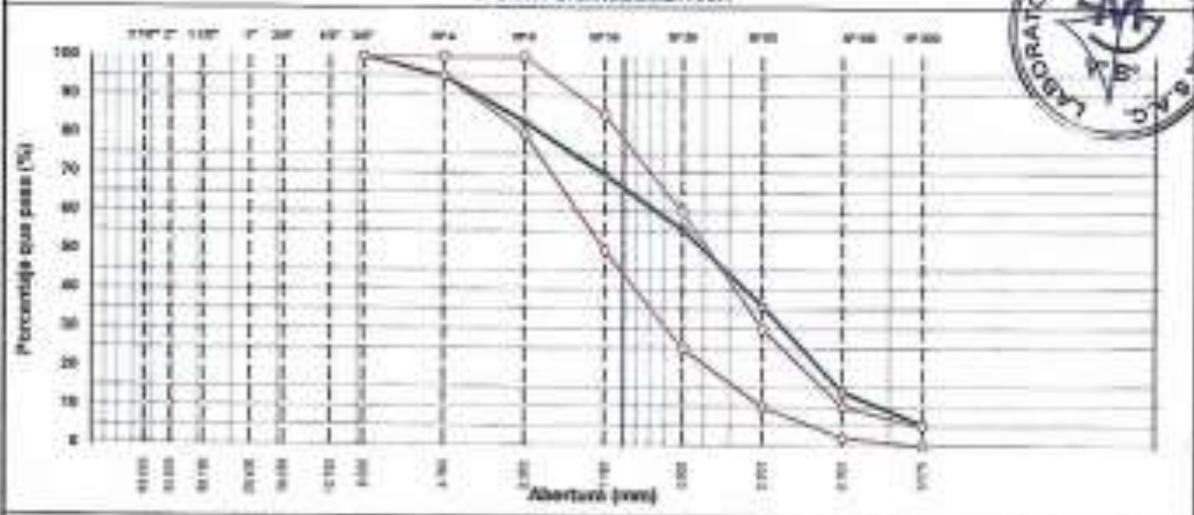
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 907, E 264 - ASTM D 422 - AASTHO T-11, T-27 Y T-28

CARRA	PROPIEDAD DEL CONCRETO RECALCULO FPC 2800KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2023		F. INGRESO : 03/03/2023 F. ENTREGA : 03/03/2023
	MATERIAL :	ARENA	
	SOLICITA :	RUTH Y. DEBBE AGONTO	
	CAMERA :	-	
UBICACION :	AREQUIPA		

TAMIZ	ABERT. (mm)	RESID. RET.	RESID. FINC.	RESID. AL.	RES. PAMA	Retenido (g)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.800						PRMO TOTAL = 730.0 gr
2 1/2"	63.500						PRMO LAVADO = 514.3 gr
2"	50.800						PRMO FINO = 730.0 gr
1 1/2"	38.100						LIMITE LIQUIDO = N.P. %
1"	25.400						LIMITE PLASTICO = N.P. %
3/4"	19.000						MOCH PLASTICO = N.P. %
1/2"	12.700						Gravim 8884 0000
3/8"	9.525	4.8			98.0	100	F.F. Seco: F.F. Umido: % 200
4#	4.750	36.2	3.2	6.2	64.6	85 - 100	MOJALO DE OMBRA = 2.47 %
8#	2.360	66.2	11.7	36.9	63.1	80 - 100	ESQUE DE ARENA = %
16#	1.180	88.4	13.4	30.3	68.6	70 - 85	PRMO FÍSICO
30#	0.600	108.0	14.3	44.3	65.7	35 - 60	F.F. Hum (Base Seca) = 2.40 g/100g
60#	0.300	148.0	18.7	34.2	59.8	10 - 20	F.F. Hum (Base Saturada) = 2.81 g/100g
100#	0.150	162.0	22.0	36.2	63.8	2 - 10	F.F. Apertura - Umido Seco = 2.10 g/100g
200#	0.075	42.0	8.4	38.8	6.4	0 - 5	Armonia = 1.05 %
-8 200	0.060	78.0	10.6	101.2	6.2		PRMO LIMITE SUELO = 95% Agri/
PRMO		730.0					PRMO LIMITE UNIFORMADO = 79% Agri/
TOTAL		730.0					% HUMEDAD: F.F.H: F.F.U: % Humedad
							66.6 100.4 6.2%

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Signature]
 Registrado en O.R.T.
 Registro 18388 - O.R.T.



MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MFC 9 107, B 264 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-86

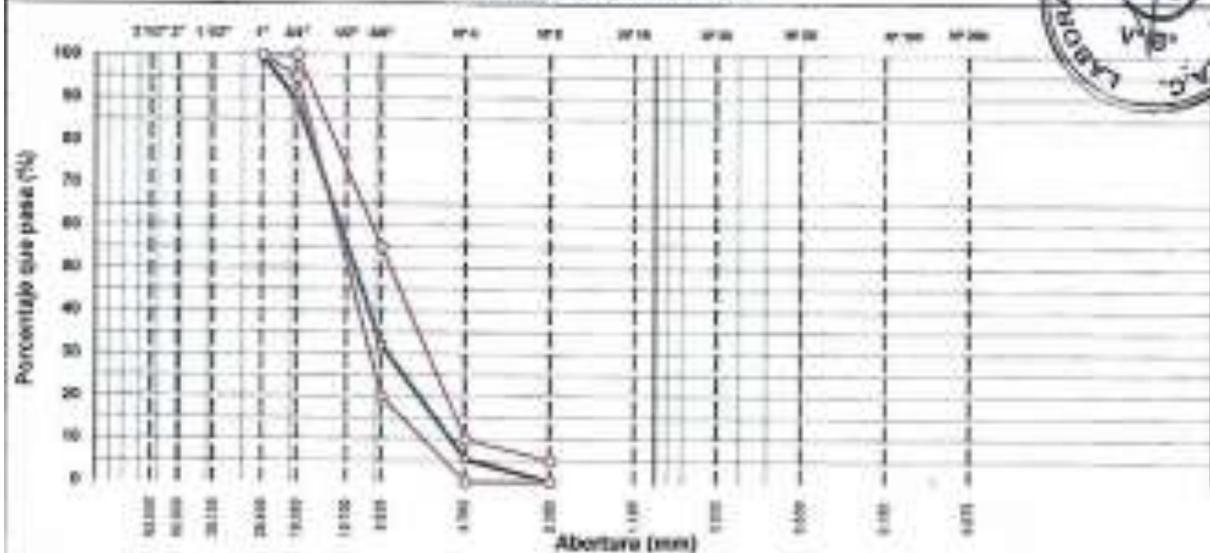
OBRA : PROYECTO DEL CONCRETO HIDRAULICO F.C. 200/200/20 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2021

MATERIAL : GRAVA
 SOLICITA : RUTH Y. GUSPE JACINTO
 CANTERA : --
 UBICACIÓN : AREQUIPA

F. INGRESO : 05/12/2021
 F. ENTREGA : 05/12/2021

TAMIZ	ABERT. (mm)	POSO RES.	SUBS. FINC.	SUBS. AL.	% Q.P.M.A.	RESID. (g)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
7"	18.200						PESO TOTAL = 6.622.0 g
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		MÓDULO DE FINES = 3.72 %
1 1/2"	38.100				100.0		PESO ESPECIFICO
1"	25.400	12.8	0.2	0.2	99.8	100 - 100	P.F. 75µ (Base Base) = 2.777 g/cm ³
3/4"	19.000	898.8	93.3	11.0	88.1	88 - 120	P.F. 75µ (Base Subbase) = 2.442 g/cm ³
1/2"	12.700	3.201.8	25.0	48.9	55.1		P.F. Agregado (Base Grava) = 2.541 g/cm ³
30"	6.350	1.347.6	21.0	87.8	32.1	20 - 50	Abertura = 2.71 %
# 4	4.750	1.718.8	26.9	94.8	5.2	0 - 10	POSO LIM. 0.075 = 1200 g/cm ³
# 6	2.980	368.8	4.1	95.8		0 - 5	POSO LIM. 0.150 = 1407 g/cm ³
# 6	FONDO						CURVA FRACTURADA
# 10	1.180						1 caso a más = %
# 20	0.600						2 casos a más = %
# 30	0.420						Partic. Chales y Alargadas = %
# 40	0.300						Abertura Los Angeles = %
# 60	0.180						% HUMEDAD
# 100	0.150						P.S. 11 P.S. 2 % Humedad
# 200	0.075						0.110 0.075 0.150
TOTAL		6.622.0					RECOMENDACIONES

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
 Ing. G. P. ...
 Registro 182338 - C.O.C.

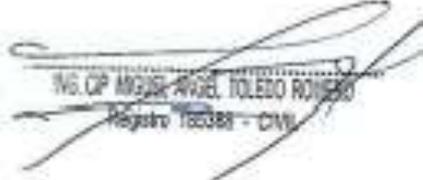


MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS						
<small>MTS E 203 - ASTM C 29 - ASHITO T-19</small>						
OBRA	PROPIEDAD DEL CONCRETO HIDRAULICO P/C 200KG/CME EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022					
MATERIAL	: GRAVA				F INGRESO	: 08/02/2022
SOLICITA	: RUTH Y. QUISPE JACINTO				F. ENTREGA	: 03/03/2022
CANTERA	: -					
UBICACIÓN	: AREQUIPA					
AGREGADO GRUESO						
PESO UNITARIO SUELTO						
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN				
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9357	9369	9391		
Peso del recipiente	(gr)	6716	6716	6716		
Peso de la muestra	(gr)	2641	2653	2635		
Volumen	(cm ³)	2114	2114	2114		
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1249	1255	1245		
Peso unitario suelto promedio		1250				
PESO UNITARIO VARILLADO						
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN				
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9787	9741	9763		
Peso del recipiente	(gr)	6716	6716	6716		
Peso de la muestra	(gr)	3051	3025	3037		
Volumen	(cm ³)	2114	2114	2114		
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1443	1431	1437		
Peso unitario compactado promedio		1437				




 ING. CP MIGUEL ÁNGEL TOLEDO ROJAS
 Registro 180381 - CIVI



MS GEOINTEGRA S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19					
OBRA : PROPIEDAD DEL CONCRETO HIDRAULICO F'c 280KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022					
MATERIAL : ARENA SOLICITA : RUTH Y. GUISPE JACINTO CANTERA : -- UBICACION : AREQUIPA		F. INGRESO : 06/02/2022 F. ENTREGA : 03/09/2022		LADO :	
AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9982	9951	9943	
Peso del recipiente	(gr)	6716	6716	6716	
Peso de la muestra	(gr)	3246	3235	3227	
Volumen	(cm ³)	2114	2114	2114	
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1535	1530	1526	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1531			
PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	10433	10446	10451	
Peso del recipiente	(gr)	6716	6716	6716	
Peso de la muestra	(gr)	3717	3730	3745	
Volumen	(cm ³)	2114	2114	2114	
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1755	1764	1772	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1765			




 Ing. RAFAEL ÁNGEL TOLEDO ROMERO
 Registro 193384 - CIVIL



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS					
(NORMA AASHTO T-84, T-85)					
OBRA : PROPIEDAD DEL CONCRETO HIDRAULICO FC 2800(KG/CM ²) EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022					
MATERIAL : GRAVA			F. INGRESO : 05/02/2022		
SOLICITA : RUTH Y. QUISEPÉ JACINTO			F. ENTREGA : 05/03/2022		
CANTERA : -					
UBICACIÓN : AREQUIPA					
DATOS DE LA MUESTRA					
AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	343.0	343.0	343.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	299.0	294.0	290.0	
C	Volumen de arena + volumen de vacíos = A/B (cm ³)	143.0	129.0	140.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	331.0	304.0	301.0	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	131.0	130.0	131.0	PROMEDIO
	P _s bulk (Base seca) = DAC	2.364	2.435	2.364	2.377
	P _w bulk (Base saturada) = A/C	2.429	2.469	2.429	2.442
	P _s Apariencia (Base Seca) = D/E	2.527	2.569	2.527	2.541
	% de absorción = ((A - D) / (D * 100)	2.710	2.960	2.710	2.71%



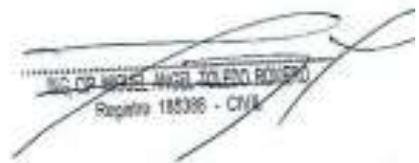
[Handwritten Signature]
 ING. CP. MIGUEL ANGEL TOLDO ESPINOZA
 Registro 185348 - CIVI



MS GEOINTEGRA S.A.C.
LABORATORIO DE INGENIERIA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO.

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS				
(NORMA AASHTO T-84, T-85)				
OBRA : PROPIEDAD DEL CONCRETO HIDRAULICO PC 2880/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE NANOTUBO DE CARBONO - AREQUIPA 2022				
MATERIAL : ARENA SOLICITA : RUTH Y. GUSPE JACINTO CANTERA : - UBICACIÓN : AREQUIPA		F. INGRESO : 08/03/2022 F. ENTREGA : 03/03/2022		
DATOS DE LA MUESTRA				
AGREGADO FINO				
A	Peso (material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	115.0	110.0	
B	Peso fresco + agua (gr)	367.1	367.1	
C	Peso fresco + agua + A (gr)	482.1	482.1	
D	Peso del material + agua en el fresco (gr)	436.6	436.6	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm ³)	46.3	46.3	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	114.8	114.8	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	45.1	45.1	PROMEDIO
	P _o bulk (Base seca) = F/E	2.479	2.479	2.479
	P _s bulk (Base saturada) = A/E	2.505	2.505	2.505
	P _a aparente (Base seca) = F/G	2.545	2.545	2.545
	% de absorcion = (A - F)/F*100	1.045	1.045	1.05%




 ING. DR. MICHEL ANGEL TOLEDO BARRERA
 Registro 188386 - CIVIL



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 597 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 493-2021
Fecha de emisión : 2021-11-15

1. Solicitante : GRUPO TOLEDO INGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL MADRE DE DIOS 405 MZA. U1 LOTE. 2 P.T. URB.
MARIANO MELGAR - MARIANO MELGAR - AREQUIPA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : BZ LABORATORIOS
Modelo de Prensa : L 500
Serie de Prensa : J.A. 2022
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : HIGH WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X2
Serie de Indicador : 01822441

Marca de Transductor : SAND
Modelo de Transductor : #72115-70MPa
Serie de Transductor : 13031128953

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

PLEYADES 357 ALT. CUADRA 6 Y 7 DE FAISANES - CHORRILLOS - LIMA
12 - NOVIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,0	19,9
Humedad %	67	67

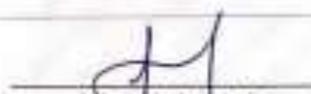
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

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




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152831



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° JPP - 007 - 2021

Página 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO B' kgf	ERROR Ep %	RP/BELO Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR(1) %	ERROR(2) %			
10000	10018	9990	-0.18	0.22	10018	-0.18	-0.02
20000	19894	20098	0.21	0.08	20005	-0.02	-0.11
30000	30142	30002	-0.47	-0.17	30098	-0.32	0.31
40000	40294	40078	-0.31	-0.20	40141	-0.34	0.32
50000	50382	50170	-0.90	0.34	50380	-0.47	-0.28
60000	60380	60210	-0.88	0.28	60390	-0.88	-0.30
70000	70540	70280	-0.48	-0.40	70370	-0.44	0.09

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1 - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma

$$Ep = (A-B) / B * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2 - La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1.0 %

3 - Coeficiente de Correlación $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste $y = 0,9943x + 70.518$

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

GRÁFICO N° 1

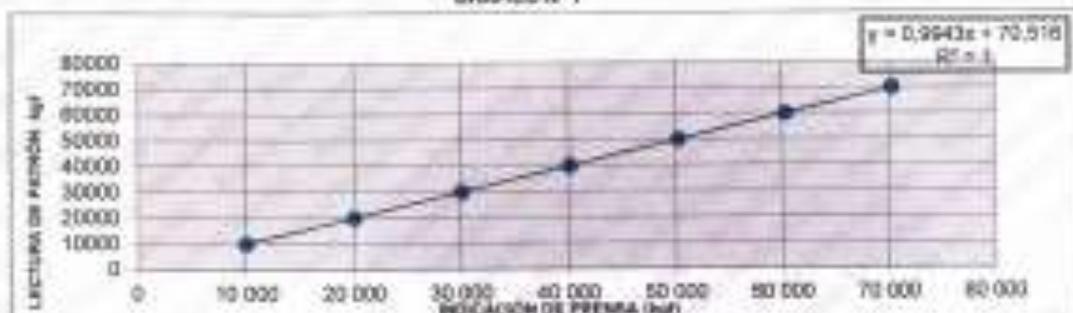
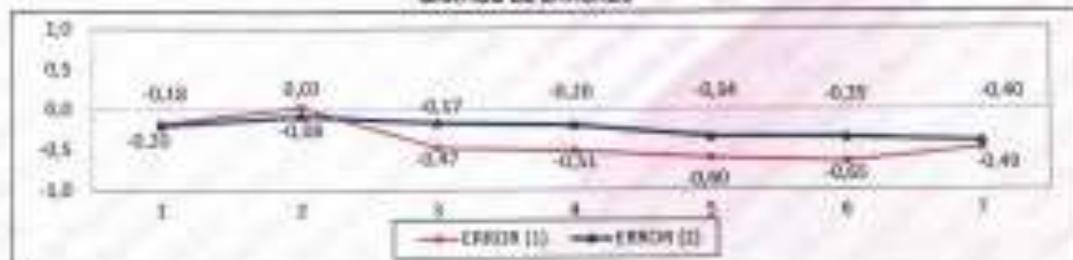


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



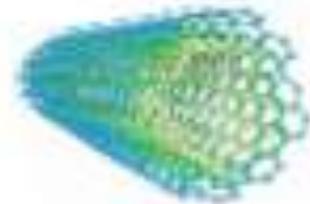
Jefe de Laboratorio
Ing. Lily Loayza Capcha
Reg. CP N° 152631

XFQ042 – Industrial grade MWCNTs

Multiwalled carbon nanotubes in industrial grade (tube diameter: 10-30 nm) that provided by XFNANO consist of multiple rolled layers (concentric tubes) of carbon atoms. MWCNTs made by CVD method are one-dimensional nano-materials with high strength, modulus and conductivity, flexibility, thermal conductivity, thermostability and corrosion resistance.

Properties

Product name	Industrial grade MWCNTs
Outer diameter	10-30 nm
Inner diameter	5-10 nm
Tube length	10-30 μm
C content	>95 wt%
Specific surface area	>110 m^2/g
Apparent density	0.14 g/cm^3
Tap density	<2.1 g/cm^3
Conductivity	>100 S/cm



Product Features

Loose black powder
Especially applicable to conductive and toughening areas
Dispersant and equipments assisted dispersion are recommended.

Application Fields

Reinforcement of composite, improving strength, elasticity, fatigue resistance, isotropy, Lithium-battery anodes, energy conversion, hydrogen storage, supercapacitors, electromagnetic wave absorption and shielding, catalysts, sensors *etc.*

Disclaimer: XFNANO LLC believes that the information in this Technical Data Sheet is accurate and represents the best and most current information available to us. XFNANO Material makes no representations or warranties either express or implied, regarding the suitability of the material for any purpose or the accuracy of the information contained within this document. Accordingly, XFNANO Material will not be responsible for damages resulting from use of or reliance upon this information.

07/26/2017 Ed.1